

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ДОНЕЦЬКА ФІЛІЯ ДЕРЖАВНОГО ЗАКЛАДУ  
„ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ МІНІСТЕРСТВА  
ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА УКРАЇНИ”  
ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЇ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ  
В ДОНЕЦЬКІЙ ОБЛАСТІ**



*Присвячується  
85-річчю Донецького національного  
технічного університету і Дню Довкілля*

**V МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ  
АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ**

**"ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА  
ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ  
ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ"**

11-13 квітня 2006 року

ЗБІРКА ДОПОВІДЕЙ

**Т о м 1**

Донецьк-2006

Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів/  
Збірка доповідей V Міжнародної наукової конференції аспірантів та студентів. Т. 1 -  
Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ, 2006. — 273 с.

У збірці приводяться доповіді V Міжнародної наукової конференції аспірантів та студентів "Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів", в яких узагальнюються підсумки науково-технічної творчості студентів і аспірантів вищих навчальних закладів України з екологічної тематики за останні роки. Особлива увага приділяється дослідженням і розробкам, присвяченим вирішенню екологічних проблем техногенно напруженого Донецько-Придніпровського регіону.

Конференція присвячується 85-річчю Донецького національного технічного університету і Дню Довкілля.

У цій частині розглянуті питання знешкодження газових викидів, рекуперації промислових відходів, очищення стічних вод, проектування обладнання екологічно чистих технологій та охорони біосфери, соціально-економічних, управлінських та правових аспектів реалізації екополітики.

У тексті доповідей підкреслені ініціали та прізвища наукових керівників студентських робіт. Автори робіт несуть відповідальність за достовірність результатів досліджень та якість тексту доповідей.

У доповідях вміщені практичні рекомендації та пропозиції, втілення яких може призвести до поліпшення екологічного стану в Україні. Матеріали збірки доповідей можуть бути використані спеціалістами, які займаються питаннями охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів.

Редакційна колегія:

докт. техн. наук Є.О. Башков (відповідальний редактор)  
канд. техн. наук А.І. Панасенко (відповідальний секретар)

канд. техн. наук Ю.М. Білогуров, канд. техн. наук І.Л. Жисліна,  
канд. техн. наук В.С. Масляєв, канд. техн. наук А.А. Топоров,  
докт. біол. наук Р.Г. Синельщиков

Над збіркою працювали: О.В. Єрмакова, О.М. Калініхін, Д.В. Бован, А. І. Сафонов

## ЗМІСТ ЗБІРКИ

	Стор.
ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ.....	4
СЕКЦІЯ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ.....	10
СЕКЦІЯ РЕКУПЕРАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ.....	38
СЕКЦІЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	86
СЕКЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗАХИСТУ БІОСФЕРИ.....	123
СЕКЦІЯ УПРАВЛІНСЬКИХ, СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ, ТА ПРАВОВИХ АСПЕКТІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕКОПОЛІТИКИ.....	175
СЕКЦІЯ ФІТООПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОГЕННОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОХОРОНИ РОСЛИННОГО СВІТУ .....	203
ЗМІСТ.....	269

## **КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ДОНБАССА – НАША ПЕРВООЧЕРЕДНАЯ ЗАДАЧА**

А. С. Парфенюк

Донецкий национальный технический университет

Глобальный экологический кризис охватил нашу планету. Мы не всегда об этом задумываемся, а очень многие об этом не подозревают. Однако подтверждения этого кризиса наблюдаются повседневно и не только в информационных сводках о техногенных авариях, природных катаклизмах, загрязнении воздуха, воды, почвы, истощении запасов природных ископаемых, нехватке продуктов питания и других проявлениях ухудшения окружающей среды, связанных с нынешним уровнем развития человеческой цивилизации.

### **Глобальный экологический кризис нарастает**

Человечество, как в конце 20 века, так и в 21-м веке продолжает демонстрировать свою несостоятельность не только в изменении ситуации во взаимоотношениях с природой к лучшему, но даже в осознании быстро надвигающейся экологической катастрофы. Надежды на то, что всё как-то само собой благополучно разрешится, ни на чём не основаны. Тенденции таковы, что уже в ближайшие два-три десятилетия процессы деградации природы могут стать необратимыми, и, к сожалению, наступит быстрый закат нынешней человеческой цивилизации.

В подтверждение опасности такого развития ситуации и на основе оценок специалистов можно привести несколько весьма показательных фактов, характеризующих уровень антропогенного влияния на биосферу планеты.

1. За последние полвека вредные техногенные газопылевые выбросы в атмосферу увеличились в 20 раз и превысили суммарные выбросы от вулканической деятельности планеты. Это способствует парниковому эффекту и образованию озоновых дыр.

2. Более четверти поверхности мирового океана покрыто углеводородной пленкой, в результате чего биопродуктивность океана снизилась на 15-25%. Кроме того, мировой океан является источником кислорода, 70 % которого выделяют морские водоросли.

3. Энергозатраты человечества удваиваются примерно каждые 27 лет, и за столетие они возросли в 12 раз. Это, возможно, является причиной глобального потепления.

4. Биомассы планеты, необходимой для пропитания человечества, хватит не более чем для 10 миллиардов человек. Этот рубеж численности народонаселения вполне возможно будет достигнут к 2020 году.

5. Ежедневно превращается в пустыню до 10 млн. га плодородных земель и ещё 20 млн. га теряют половину своей продуктивности.

6. За последние полвека в 5 раз увеличилось количество жителей крупных промышленных городов и индустриальных мегаполисов и сейчас в них проживает более 3 млрд. человек, т.е. половина населения планеты. Такие темпы урбанизации резко изменяют среду обитания человека и создают многочисленные серьезные проблемы и не только экологические.

Озоновые дыры, парниковый эффект, кислотные дожди, загрязнение вод и почвы химическими соединениями, тяжелыми металлами, быстрая урбанизация,



образование и рассеивание опасных токсинов, гигантское накопление твердых промышленных и бытовых отходов (о чем следует говорить отдельно) – все это опасные проявления техногенных воздействий, ведущих к деградации природной среды и ухудшению качества жизни на всей планете. Что будет дальше – предполагать сложно. Возможно наступит эра киборгов или эпоха мутантов? А может все-таки человечество найдет более благоприятный путь своего развития?

Проблему твердых бытовых отходов во многих развитых странах считают одной из наиболее актуальных и трудноразрешимых, поскольку техника и особенно технологии переработки отходов еще далеки от требований экологической и экономической эффективности, существенно более сложны, чем традиционные промышленные технологии переработки относительно однородных сырьевых масс.

Донбасс сегодня – общепризнанная зона экологического бедствия, где на 4 % территории при 10 % населения сконцентрировано более 1/3 всего промышленного потенциала Украины и огромное количество промбытотходов.

В Донецкой области ежегодно накапливается около 6 млн. куб. метров бытового мусора. К накопленным четырем миллиардам тонн твердых отходов ежегодно добавляются десятки миллионов тонн, содержащих большое количество техногенных сырьевых ресурсов и вредных веществ.

Донбасс - это концентрация всех экологических проблем, которые наглядно иллюстрируют карты Всеукраинской экологической лиги и многочисленные статистические данные из авторитетных источников.

В тоже время в нашем Донецком крае есть островки прекрасной природы: Святогорье, Великоанадолье, Миотида, Клебан-Бык, Каменные могилы и другие заповедные уголки, которые нужно спасать всеми возможными средствами.

### **О нашей роли в решении экологических проблем Донбасса**

Факультет экологии и химической технологии – один из старейших факультетов университета – его возраст можно считать равным возрасту ДонНТУ. Ещё в 1921 году в горном техникуме, от которого берёт своё начало наш университет, была создана углехимическая лаборатория – первооснова химико-технологического факультета, который носит ныне имя ФЭХТ. Так что нашему факультету, как и ДонНТУ – 85 лет.

Сейчас факультет направляет свои усилия на комплексное решение экологических проблем Донецкого региона и самым активным образом участвует в организации и проведении международных конференций по экологической проблематике, выполняет научные исследования и разработки, оказывает поддержку государственным и общественным структурам и взаимодействует с ними в вопросах экологической безопасности Донецкого региона.

В этом плане нами поставлена задача: фундаментальной, базисной основой которой должны стать научные исследования, чтобы было можно в полной мере реализовать формулу: “Исследую, обучаю. Обучаю, исследую”. Наилучшим образом для нас реализовать ее можно, решая серьезные научные проблемы, акцентируя внимание на вопросах экологической безопасности, повышая одновременно уровень качества исследований и преподавания.

В связи с этим хочется процитировать фундаментальный принцип университетской Хартии: “Университет представляет собой автономный общественный Институт, в задачи которого входит производство, проверка, оценка и распространение культуры посредством исследований и преподавания” (Magna Charta Universitatum, 18 Sept. 1988, p.59).

Выполнение этого принципа – задача сложная, учитывая нынешнее состояние науки и образования в нашем государстве и трудности сложившейся экологической ситуации. Уместно здесь привести такие слова, высказанные великим мыслителем и ученым В. И. Вернадским: “Рост научных знаний 20-го столетия быстро стирает грани между отдельными науками. Мы все больше специализируемся не по наукам, а по проблемам. Это позволяет, с одной стороны, неизмеримо углубляться в явление, что изучается, а с другой – расширяет охват его со всех точек зрения.”

В.И. Вернадский не ассоциировал ум только с научной рациональностью, а рассматривал его в контексте всей полноты человеческой самосознательности и культуры. В ситуации глобального экологического кризиса современности и тех опасностей, которые он несет, важно подчеркнуть сегодня плодотворность этой мысли, которая аккумулирует опыт всей сознательной деятельности человечества, благодаря чему может быть сохранена природная среда и природа самого человека. Современные сторонники этой позиции развивают эту ссылку на особую роль человеческой культуры, которая немыслима без подключения ценных моральных кладовых мировоззрения, глубины человеческих чувств, эмоций, настроения и наконец, жизненных позиций в инженерной подготовке специалистов-профессионалов, создающих и эксплуатирующих современную технику и технологию.

Замечу, что в ДонНТУ в связи с этими положениями особое значение в учебном процессе приобрела экологизация инженерного образования. В учебные планы всех технологических специальностей университета включены предметы экологической направленности, на пяти факультетах созданы выпускающие кафедры для подготовки отраслевых специалистов по экологии и ресурсосбережению и это дает нам новые возможности, которых не было еще 10 лет назад.

Совершенно очевидна необходимость административно-правового регулирования вопросов экологической безопасности. Наше государство в этом плане заметно отстает от развитых стран, а главное, от насущных потребностей сохранения природы, разумного использования энергоресурсов и сырья, совершенствования законодательства, управления вторичными ресурсами, выполнения имеющихся законов, норм и международных соглашений в сфере экологии. Здесь для нас тоже широкое поле деятельности.

Таким образом комплексный подход – обязательное условие преодоления сложившейся сегодня в Украине, особенно в Донбассе, ситуации экологического кризиса, которая требует объединения, всего общества и прежде всего руководителей разного уровня, ученых, инженеров, производителей и, конечно, студенческой молодежи, магистров, аспирантов. И это решение возможно только во взаимосвязи всех аспектов проблемы с позиций инженерной экологии, энерго- и ресурсосбережения, экономики, социологии и права.

Будущее только за экологически чистыми и ресурсосберегающими технологиями и оборудованием! Эта истина ни у кого сегодня не вызывает сомнений, но делаем все мы для этого не так уж много. Ситуацию нужно активнее менять к лучшему, вести творческий поиск, повышать свой профессиональный уровень, упорно работать над решением множества актуальных экологических проблем Донбасса.

Уверен, что этому будет способствовать наша конференция.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ В ДОНЕЦКОМ РЕГИОНЕ: КОНЦЕПЦИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ**

В.С. Лактионова, Р.Г. Синельщиков, В.Д. Залевский

Донецкий национальный технический университет,

Госуправление экологии и природных ресурсов в Донецкой области

В составе приоритетных задач экополитики Украины важное место принадлежит созданию национальной и региональных экологических сетей.

Экосеть – это единая территориальная система, которая создается на Украине с целью улучшения условий для оптимизации окружающей среды, повышения природно-ресурсного потенциала, сохранения ландшафтного и биологического разнообразия путём объединения объектов природно-заповедного фонда, а также других территорий, которые имеют особую природоохранную ценность.

Заслуживает внимания содержащийся в определении системный подход к экосети, имея в виду, что система – это объективное единство закономерно связанных друг с другом явлений, предметов, а также знаний о природе и обществе. Это говорит о том, что совершается принципиальный переход от создания отдельных охраняемых объектов к сбалансированной экологической сети.

### **Нормативно-правовая основа концепции экосети**

Вопреки мнению, что проблема экосети ведёт начало с 2000 года, мы считаем, что признаки комплексного подхода к экологически значимым природным объектам обозначились уже в 1991 г. Так, Законом Украины "Об охране окружающей среды" определено, что «природные территории и объекты, подлежащие особой охране, образуют единую территориальную систему и включают территории и объекты природно-заповедного фонда, курортные и лечебно-оздоровительные, рекреационные, водозащитные, полезащитные и иные типы территорий и объектов». А «Концепция сохранения биологического многообразия Украины» (1997г.) содержит прямое упоминание о национальной экологической сети.

В 2000 году был принят - Закон Украины "Об Общегосударственной программе формирования национальной экологической сети на 2000 - 2015 годы". Сама Программа разработана в соответствии с рекомендациями относительно формирования Всеевропейской экологической сети как единой пространственной системы с природным или частично измененным состоянием ландшафта.

Наконец, 24 июня 2004 года принят Закон Украины "Об экологической сети", в котором сформулированы принципы формирования экосети, а также определены полномочия в сфере формирования экосети, которыми наделяются Кабинет Министров Украины, органы по вопросам окружающей природной среды, местные органы исполнительной власти и органы местного самоуправления.

### **Структурные элементы экосети**

В нормативных документах предусмотрены такие свойства экологической сети, как иерархичность, универсальность, структурность. В иерархии различают Всеевропейскую, национальную, региональные и локальные экосети. К структурным элементам отнесены ключевые, соединительные, буферные и возобновляемые территории.

Ключевые территории обеспечивают сохранение ценных и типичных компонентов ландшафтного и биологического разнообразия: в первую очередь, объекты ПЗФ, а также элементы гидрографической сети, лесные массивы, степные участки и т.д.

Соединительные элементы (экокоридоры) связывают между собою ключевые территории. При этом широтные природные коридоры обеспечивают связи зонального характера, а меридиональные - согласуются с долинами больших рек.

Буферные зоны выполняют функцию защиты ключевых и соединительных территорий от внешних влияний. Это могут быть природные территории экстенсивного использования, а также пахотные земли..

Возобновляемые территории обеспечивают формирование пространственной целостности сети. В основном это нарушенные, деградированные и малопродуктивные земли..

### **Донецкая область как территория для формирования экосети**

При проектировании экосети требуется учитываются особенности регионов: внутренние (природные и социально-экономические), и внешние (пограничные области, трансграничные природные объекты).

Донетчина занимает юго-восточную оконечность Украины, имея общую границу с Запорожской, Днепропетровской и Харьковской областями на западе, с Луганской - на севере, с Ростовской областью Российской Федерации на востоке и Азовским морем на юге. Согласно физико-географическому районированию принадлежит к степной зоне. Распаханность земель – 64%, лесистость – 7.2%.

Территория области - 4 % площади Украины, но здесь сосредоточено 10 % её населения страны, 20 % промышленной продукции, 30 % загрязненных стоков и 40 % выбросов в атмосферу.

В регионе функционируют почти 900 крупных промышленных предприятий и свыше 2000 малых. Преобладают черная металлургия, топливная промышленность и электроэнергетика. Развита транспортная инфраструктура (Донецкая железная дорога, Мариупольский морской порт, международный аэропорт, густая сеть автодорог).

### **Природно-заповедный фонд как ключевой элемент экосети**

Особая роль роль ПЗФ подчёркивается всеми нормативными документами об экосети и берётся за основу в практической работе. В Донецкой области этому благоприятствует изданный в 2003 году уникальный справочник-атлас "Донбасс заповедный". В работе над книгой приняли участие все авторы настоящего доклада, что даёт им право ссылаться на содержащуюся в ней информацию.

Природно-заповедное дело на Донетчине оценивается как самобытное и поучительное. Казалось бы, что степной характер, высокая плотность населения, крайняя степень индустриализации и урбанизации не благоприятствуют его развитию. Однако, уже в 1926 году здесь был учреждён заповедник "Хомутовская степь" и начался нарастающий процесс формирования ПЗФ. Если на конец 20-х годов здесь было 3 объекта общей площадью 2400 га, то через 40 лет их число достигло 24-х при площади 10000 га, а в настоящее время - 107-ми общей площадью 77314 га.

В области представлены почти все категории ПЗФ: три отделения Украинского степного заповедника, национальный природный парк "Святые Горы", Донецкий ботанический сад, пять региональных ландшафтных парков, 7 заказников общегосударственного значения и 45 местного, 7 памятников природы общегосударственного значения и 27 – местного, 12 заповедных урочищ, один парк-памятник садово-паркового искусства.

### **Природные и антропогенные ландшафты в структуре экосети**

Концепция региональной экологической сети предусматривает использование характерных ландшафтных особенностей: гидрографической сети, системы лесомелиоративных насаждений, дорожно-транспортной сети, сети городов устойчивого развития, комплекса лечебно-оздоровительных учреждений и т.д.

Гидрографическая сеть может служить региональными экокоридами. На Донетчине насчитывается около 3 тысяч очень маленьких, маленьких и средних рек и временных водотоков, среди которых лишь 247 имеют длину больше 10 км. Речной сток имеет транзитный и центробежный характер, а ведущую роль в его распределении играет Донецкий кряж. На его северном склоне берут начало реки бассейна Северского Донца, на западном – реки бассейна Днестра, а на южном – реки, непосредственно впадающие в Азовское море. Особое значение в качестве элемента экосети имеет Донецкое Приазовье.

На землях сельскохозяйственного назначения (77,3% территории) функционирует система защитно-мелиоративных насаждений (полесозащитные и водорегулирующие полосы; посадки деревьев на песках, по берегам водоёмов, на плотинах и т.п.), которые во многом соответствуют назначению экосети.

Сеть автомобильных дорог и железных дорог на Донетчине считается одной из самых развитых в стране. В основном они снабжены придорожными защитными древесными полосами, совокупность которых образует своеобразную живую сеть как своеобразный компонент экологической сети.

В Донецкой области насчитывается 50 городов и 135 посёлков городского типа. Каждый город – это особая урбоэкосистема, которая, в свою очередь является фактором формирования специфического, так называемого «селитебного» типа ландшафта. Парки, скверы, бульвары, озеленённые промплощадки, пригородные зелёные зоны и другие составные части городского ландшафта – весомый потенциал для формирования экосети. Важно подчеркнуть, что Донецк стал признанным лидером движения за создание в Украине сети городов устойчивого развития. Здесь действует соответствующий центр под названием «Роза Ветров», разработана система индикаторов устойчивого развития.

Социальный аспект экологической сети в Донецкой области иллюстрируют многочисленные детские оздоровительные лагеря, базы отдыха, пансионаты и т.д., сосредоточенные в основных природно-рекреационных зонах региона – Придонцовье и Приазовье, что также учитывается при проектировании экосети

#### **Управленческий аспект формирования региональной экосети**

Создание экологической сети – это сложная и трудоёмкая новаторская задача, над решением которой трудятся представители разных специальностей учреждений и ведомств. Для её успешного выполнения необходимы слаженность и хорошая организация работы. Например, в Донецке, на уровне прямых исполнителей, сложились три функциональных ядра при соответствующих учреждениях.

1. Госуправление экологии и природных ресурсов в Донецкой области (зам. начальника Госуправления Н.Д. Калиущенко, начальник отдела В.Д. Залевский.).  
Функции: общее руководство, обеспечение связей, представительство, подготовка технического задания, организация обсуждений, ПЗФ.

2. Донецкий ботанический сад ( д.б.н. А.З. Глухов, д.б.н. В.М. Остапко ).  
Функции: обеспечение разделов, связанных с флорой и биоразнообразием, ПЗФ.

3. Донецкий национальный технический университет (д.б.н. Р.Г. Синельщиков, магистрант В.С. Лактионова); Донецкий институт туристического бизнеса (к.б.н. А.А. Блакберн).  
Обоснование работы, методика, библиография, ландшафтно-экологические аспекты, ПЗФ.

**Вывод:** концептуальные основы создания региональной экосети Донецкой области четко продуманы. Реализация находится на начальной стадии. Ближайшая задача - создание карты-схемы региональной экосети области.

## СНИЖЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВКИ СУХОГО ТУШЕНИЯ КОКСА

М.В. Павкина, М.А. Сокол, А.Л. Попов  
Донецкий национальный технический университет

На предприятиях коксохимического производства выбросы вредных веществ значительно превышают принятые на Украине и предусматривающие разовые допустимые нормы в атмосферном воздухе: диоксида азота  $0,085 \text{ мг/м}^3$ , фенола  $0,01 \text{ мг/м}^3$ , аммиака  $0,2 \text{ мг/м}^3$ , диоксида серы  $0,5 \text{ мг/м}^3$ , бензола  $1,5 \text{ мг/м}^3$  и оксида углерода  $1,0 \text{ мг/м}^3$ .

Одним из решений проблемы снижения вредных выбросов в атмосферу на коксохимических предприятиях является внедрение установки сухого тушения кокса (УСТК), основным источником выброса которой является: сбросная «свеча» камеры-накопителя, «свеча» избыточного циркуляционного газа, аспирационные системы разгрузки и загрузки камер. Внедрение эффективных тканевых рукавных фильтров сводят к минимуму выбросы пыли при загрузке и разгрузке камер тушения. Единственной проблемой остается выброс  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ , источником которых является свечи избыточного циркуляционного газа и разгрузочные устройства камер тушения. Кроме этого в процессе эксплуатации УСТК в циркуляционных газах тушения образуются горючие и взрывоопасные компоненты – окись углерода, водород, метан. С целью ликвидации или значительного сокращения выбросов оксида углерода при разгрузке кокса из нижней части камеры, находящейся под избыточным давлением, на многих заводах разрабатывается конструкция газоплотного разгрузочного устройства с раздельным гидравлическим управлением клапанами.

Анализ работы УСТК на коксохимических заводах показал, что для снижения выбросов, прежде всего, необходимо изучить организованную подачу воздуха на дожигание горючих компонентов. Так как имеющиеся присосы воздуха в холодной части газового тракта приводят к повышенному угару кокса и не снижают концентрации горючих компонентов, поэтому подача воздуха на дожигание газов должна обеспечиваться в точках полного догорания газа. При тушении кокса без подачи воздуха на дожигание горючих компонентов через смотровые отверстия кольцевого канала форкамеры и герметичности пароводяного и газового трактов, содержание  $\text{CO}$  может достигать 24%,  $\text{H}_2$  – 8%,  $\text{CH}_4$  – 2%, а  $\text{CO}_2$  снижается до 3%. В противном случае содержание горючих может снижаться: по  $\text{CO}$  до 10-12%,  $\text{H}_2$  – 2-3%,  $\text{CH}_4$  – 0,5%, а  $\text{CO}_2$  возрастает до 12-13%.

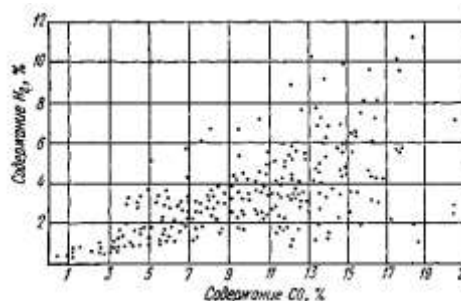


Рисунок 1 - Зависимость между содержанием в циркулирующем газе  $\text{CO}$  и  $\text{H}_2$ .

Для определения истинной причины и установления контроля изменений таких составляющих циркулирующего газа, как  $\text{H}_2$  и  $\text{CO}$ , существует метод пересчета и обработки результатов анализов циркулирующего газа.

Так как основой циркулирующего газа является воздух, то содержание кислородсодержащих в нем теоретически не должно быть выше 21%. Учитывая, что анализ циркулирующего газа на аппарате ВТИ производится в пересчете на сухой состав, кислородсодержащих в газе может быть только меньше 21% на величину, израсходованную на выгорание водорода с образованием водяного пара.

С учетом указанного формула для пересчета представляется в следующем виде:

$$O_2 = \frac{CO_2 + O_2 + \frac{1}{2}CO}{100 - (\frac{1}{2}CO + H_2 + CH_4)} * 100, \%$$

где в числителе — сумма кислородсодержащих в газе в пересчете на  $O_2$ , а в знаменателе — поправка на снижение их концентрации от увеличения объема газа.

При  $O_2 < 21\%$  некоторое снижение кислородсодержащих происходит за счет выгорания водорода газа, а при  $O_2 > 21\%$  кислородсодержащие увеличиваются за счет газификации кокса от пропуска пара в котле.

Нормально при герметичном котле содержание кислородсодержащих в газе составляет 18—20% (в зависимости от нагрузки УСТК и готовности кокса).

Известно, что летучие кокса, определяемые его повторным нагревом, состоят главным образом из водорода, содержащегося в самом коксе, а также аккумуляированного в его порах в процессе коксования. При сухом тушении происходит выдерживание в течение часа горячего кокса в форкамере при высокой температуре (1000—1050° С), в среде, отличной от печной камеры. Содержание летучих снижается с 0,80 до 0,70—0,65%.

Если даже не считать, что в результате сухого тушения происходит замещение водорода другими компонентами циркулирующего газа, то и в этом случае из кокса при проектном режиме должно выделяться газов:

$$W_a = \frac{Q(V_c - V'_c)W_m}{0.9M_1 + 0.1M_2 * 100} = \frac{50000 * (0.008 - 0.007) * 22.4}{0.9 * 2 + 0.1 * 28} = 244, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где  $Q$ —количество потушенного кокса, кг/ч,  $V_c, V'_c$  — летучие кокса мокрого и сухого тушения соответственно, %;  $W_m, M_1, M_2$  — объем, кг\*моль  $CO, H_2, N_2$ .

Тогда количество выделившегося водорода составит:

$$W_b = 0,9 * 244 = 220 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Анализ состава сбрасываемых газов через свечу, а также по учету догорания водорода в контуре циркулирующего газа от присосов и организованной подачи воздуха на дожигание величина выделяющегося из кокса водорода составляет от 26 до 43  $\text{м}^3/\text{ч}$  ( $13000 * 0,002 = 26 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $1600 * 0,080 = 128 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $1600 * 0,027 = 43 \text{ м}^3/\text{ч}$ ), всего 197  $\text{м}^3/\text{ч}$

Здесь 13000—количество вентиляционного воздуха, отсасываемого с рампы,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ; 0,2 — содержание водорода в этом воздухе, %; 1600 — суммарный объем сбрасываемых газов через свечу,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , 8 — среднее содержание водорода, %; 2,7 — разность в содержании водяных паров в циркуляционном газе и воздухе, %.

Обеспечение абсолютно герметичной системы УСТК позволит получить в циркулирующем газе через непродолжительное время почти чистый водород, что не возможно из-за организованной подачи воздуха на дожигание.

Результаты анализа работы систем УСТК могут быть использованы в строительстве УСТК Алчевского коксохим завода.

## ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ПРИ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

В.Ю. Ермакова, В.С. Козыренко, Е.К. Сафонова  
Донецкий национальный технический университет

Считается, что метан в 21 раз превосходит двуокись углерода по способности удерживать тепло в атмосфере за столетний период. Метан и прочие парниковые газы выделяются в атмосферу, как вследствие естественных процессов, так и в результате человеческой деятельности, например, добычи угля.

Увеличение вредных выбросов в атмосферу приводит к загрязнению окружающей среды и не соответствует программам, связанным с энергетической и экологической реформой. Широкомасштабное улавливание и утилизация метана позволила бы получить дополнительное топливо для украинских потребителей, а также снизить объём выбрасываемого газа в атмосферу.

Из всего высвобождающегося на шахтах метана 14,7% собирается системами дегазации, а 7,4% - утилизируется. Использование шахтного метана в качестве топлива в котлах малой и средней мощности – это альтернативный энергетический ресурс, который позволил бы снизить зависимость Украины от импортируемого топлива, ведь запасы метана в Донецком и Львовско–Волынском угольных бассейнах составляют около 11 трлн. Кубометров. Ликвидация источника выбросов вредных веществ в атмосферу от станций дегазации позволит снизить содержание  $\text{NO}_x$  во вредных выбросах до 30%. На шахтных котельных переход с твёрдого топлива на газ дегазации полностью ликвидирует выбросы  $\text{SO}_2$  и механический унос. В настоящее время в Украине при ежегодном потреблении 75 млрд. кубометров природного газа добывается 18 млрд. кубометров. Увеличить объёмы добычи собственного газа в Украине, к сожалению, невозможно по экономическим причинам, поэтому перевод котельных на газ дегазации является вариантом наиболее приемлемым и легкодоступным.

Разработки по данному направлению проводятся на 32 шахтах Донбасса, в том числе и на шахте им. Засядько, где ведутся работы по интенсификации процесса дегазации угольных пластов путём применения гидродинамического воздействия через скважины. При решении данной проблемы основные трудности возникают при проектировании газовых смесителей, предназначенных для осуществления малоинертного непрерывного смешения двух газов (смесей) и получения относительно однородного поля концентраций на выходе. Одной из немаловажных проблем в расчёте газовых смесителей, а также и другого газового оборудования, остаётся расчёт скорости истечения газа. В зависимости от того, как изменяется диаметр трубопровода – изменяется и скорость истечения газа, что не всегда соответствует необходимым параметрам газа для оборудования в зависимости от начальных параметров газа. Так при расходе газа с содержанием метана 30% равном  $2800\text{м}^3/\text{ч}$  при минимальном диаметре трубопровода скорость газа не должна превышать 20м/с, что указывает на некоторые отличия по сравнению с существующими ныне параметрами.

Конструкция газового смесителя показана на рисунке, а методика конструктивного расчёта приведена в таблице.

Безусловно, газовый смеситель является центральным элементом газоподготовительной станции. Он должен обеспечить качественное смешение двух газов и получение однородного воздушного дутья, обогащённого метаном. Таким образом, повышается надёжность и эффективность работы теплообменных аппаратов, а



рентабельность проекта дегазации шахтного метана при достаточно правильной его эксплуатации возрастает до 16%.

Таблица – Методика конструктивного расчёта газового смесителя

Расчитываемый параметр	Основная расчётная формула	Примечания
Скорость истечения через отверстие	$V_u = \psi \sqrt{2\Delta P / \rho_k}$	Скорость истечения остаётся постоянной
Расход МВС	$Q_{cm} = Q_B / (1 - a_m)$	$a_m$ - содержание $CH_4\%$
Расход дутьевого воздуха для котла	$Q_B = D(i_n - i_{nB}) / 900 \eta_k$	Для стандартного пара $i_n = 2681,6$ Дж
Расход капируемого газа	$Q_K = Q_{cm} \cdot a_m / a_{mk}$	$a_{mk}$ – $CH_4\%$
Площадь одного отверстия газового смесителя	$Q = \varepsilon \cdot V_u \cdot F \cdot n \cdot P_B \cdot T_0 / P_0 \cdot T_k$	$\varepsilon = 0,64$ коэффициент сужения струи

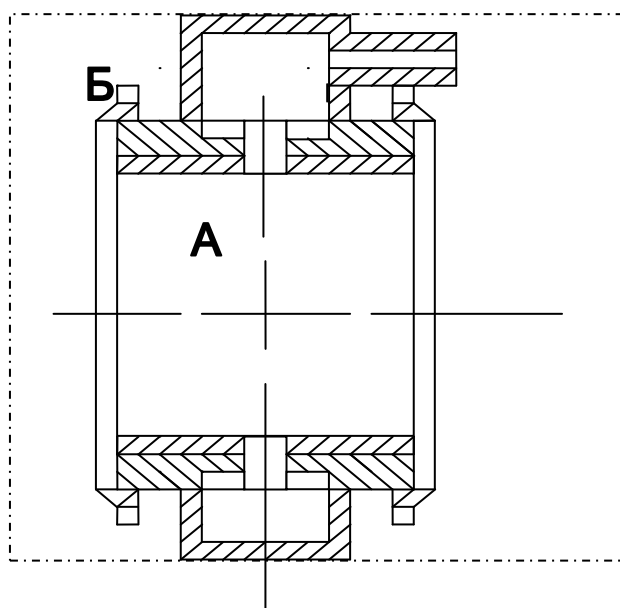


Рисунок – Конструкция газового смесителя

Объём метана, выделяющегося в результате горных работ на Украинских угольных шахтах, составляет приблизительно 2060 млн кубометров, при чём достаточно небольшое количество газа капируется системами шахтной дегазации. Таким образом, в атмосферу выбрасывается очень много метана, что означает не только потерю потенциального источника энергии, но также усиление парникового эффекта. Поэтому извлечение и правильная утилизация метана в Украине просто необходима, так как это позволит значительно уменьшить объём парникового газа, выбрасываемого в атмосферу угольными шахтами.

## РАСТВОРИМОСТЬ ХЛОРИДА НАТРИЯ В РАСТВОРИТЕЛЯХ, СОДЕРЖАЩИХ ТРИЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ

Н.А. Мишина, В.Г. Матвиенко  
Донецкий национальный технический университет

Перед подачей природного газа в магистральные трубопроводы проводится его осушка для предотвращения образования гидратов, которые могут перекрывать сечение трубопроводов, нарушая таким образом их нормальное функционирование. Для осушки природного газа широко используются гликоли, главным образом, диэтиленгликоль (ДЭГ). В последнее время все большее распространение в качестве осушителя находит триэтиленгликоль (ТЭГ). В процессе осушки газа в гликоль попадает не только парообразная, но и капельная влага, уносимая газом из скважины. Капли воды содержат в растворенном состоянии соли (главным образом хлорид натрия – около 90 % от общей массы солей), которые в процессе регенерации гликолей от влаги остаются в них и постепенно накапливаются. Когда раствор солей становится насыщенным, то наблюдается выпадение кристаллов в виде плотного осадка на теплопередающих поверхностях установок регенерации осушителя от влаги, что нарушает технологический режим и даже приводит к выводу этих установок из строя из-за прогорания теплопередающих поверхностей. Насыщенный солями гликоль необходимо регенерировать, очищая его от растворенных солей.

Удаление солей из диэтиленгликоля (ДЭГ), как было показано ранее, может быть эффективно осуществлено с помощью метода обратного высаливания с помощью некоторых веществ (бензола, ацетона, диоксана и т.д.), которые хорошо растворяются в ДЭГ, но не растворяют неорганические соли. Нами была поставлена задача разработки аналогичного метода очистки ТЭГ с использованием ацетона. Для решения этой задачи необходима информация о растворимости хлорида натрия (основного компонента солевой смеси) в двухкомпонентных растворителях ТЭГ - ацетон, ТЭГ – вода, ацетон - вода и трехкомпонентном растворителе ТЭГ – ацетон – вода. Необходимость включения воды в состав растворителей продиктована тем, что в процессе осушки природного газа вода вместе с солью находится в жидкой фазе. Растворимость хлорида натрия в смесях ацетона и воды нами была ранее изучена. На первом этапе исследования мы провели изучение растворимости в системе хлорид натрия - ТЭГ – ацетон и растворимости хлорида натрия в смесях ТЭГ – вода при температуре 25 °С.

Подготовка реактивов, необходимых для проведения эксперимента, проводилась следующим образом. ТЭГ квалификации «хч» перегонялся при пониженном давлении при температуре 120 °С, и для эксперимента отбиралась средняя фракция. Показатель преломления очищенного ТЭГ при 20 °С составил 1,4555 (справочное значение 1,4559). Ацетон квалификации «осч» перегонялся при атмосферном давлении с отбором средней фракции. Плотность использовавшегося ацетона 790,6 кг/ м<sup>3</sup>, показатель преломления при 20 °С — 1,3590, содержание воды, определенное по методу Фишера, — 0,03%. Вода бралась в виде бидистиллята. Хлорид натрия квалификации «хч» использовался без дополнительной очистки, но предварительно прогревался до 150 °С для осушки

Установка для изучения растворимости включала в себя термостатирующий стеклянный стакан, заполненный водой. Вода интенсивно перемешивалась пропеллерной мешалкой. В стакан вставлялась ячейка, представляющая собой ампулу

емкостью около 15 мл, с сужением в верхней части, которое плотно закрывалось полиэтиленовой пробкой. Предварительно в ячейку помещался кристаллический хлорид натрия, взятый в избытке, и двухкомпонентный растворитель (ТЭГ – ацетон или ТЭГ – вода) известного состава. Точные значения масс компонентов растворителя находились путем взвешивания на аналитических весах. Содержимое ячейки перемешивалось с помощью стального стержня, который вращался при включении магнитной мешалки.

Изучение растворимости хлорида натрия в ацетонгликолевых и водногликолевых растворах заключалось в следующем. При постоянной температуре проводили интенсивное перемешивание содержимого ячейки до достижения состояния равновесия. Как было установлено, при температуре 25 °С равновесие устанавливается в течение 15 – 20 мин. После этого при отключенной магнитной мешалке происходило оседание избытка кристаллов соли. С помощью шприца отбиралась проба насыщенного раствора для определения концентрации хлорида натрия. Проба раствора переносилась во взвешенную на аналитических весах мерную колбу, которая после этого снова взвешивалась. Затем проба разбавлялась дистиллированной водой до объема 100 мл. Для титрования бралась аликвотная часть в 20 – 50 мл в зависимости от концентрации соли в растворе. Анализ проводили по методу Мора 0,05 N раствором нитрата серебра с использованием хромата калия в качестве индикатора. Как правило, титрование исследуемого раствора проводилось дважды.

Полученные экспериментальные данные по растворимости хлорида натрия в смесях ТЭГ- ацетон при 25 °С показывают, что добавки ацетона существенно понижают растворимость соли, что может быть положено в основу метода очистки ТЭГ от солей с помощью ацетона. При этом концентрация хлорида натрия в ТЭГ может быть снижена до величины менее одного процента при массовом соотношении ТЭГ : ацетон 1 : (2 – 3).

Характер растворимости хлорида натрия в смесях ТЭГ – вода аналогичен характеру растворимости этой соли в смесях ДЭГ – вода. С ростом температуры концентрация хлорида натрия в водногликолевом растворе с высоким содержанием воды увеличивается, а с высоким содержанием гликоля – падает, так же как и в чистом гликоле. При этом, как было установлено нами, существует двухкомпонентный растворитель, содержащий около 80 % ТЭГ, растворимость хлорида натрия в котором не зависит от температуры. В этом растворителе теплота растворения хлорида натрия равна нулю.

Такой характер растворимости соли в двухкомпонентном растворителе ТЭГ - вода может быть связан с образованием ионных пар, доля которых растет при увеличении содержания ТЭГ в растворителе.

Конечно, наличие воды в ТЭГ существенно снижает эффективность использования ацетона для удаления хлорида натрия из гликоля. Насколько велико это снижение должно показать изучение растворимости хлорида натрия в трехкомпонентном растворителе ТЭГ – ацетон – вода.

Повышение температуры увеличивает глубину очистки ТЭГ от солей, поэтому необходимо также изучить поведение исследуемой системы при гораздо более высоких температурах, превышающих нормальную температуру кипения ацетона. Кроме того, такие данные будут необходимы для расчета процесса удаления ацетона из регенерированного от соли ТЭГ.

## РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ПРИ РАБОТЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛОВ

О.В. Марк, Н.И. Гаплевская, С.М. Сафьянц  
Донецкий национальный технический университет

Проблема снижения вредных выбросов в атмосферу от работы энергетических котлов, установленных на ТЭЦ ПВС металлургических заводов Донбасса, принимает особое значение, так как регион находится в зоне экологического риска. Проблема усложняется значительным удорожанием первичных энергоресурсов, используемых для сжигания в топках энергетических котлов.

На ОАО «Донецкий металлургический завод» в котлах БКЗ-75-39ФБ установлены комбинированные плоскофакельные горелки, предназначенные для работы на смесях доменного и природного газов при добавлении до 30% по теплу мазута. Номинальная расчётная производительность горелки по доменному газу 40 000 м<sup>3</sup>/ч, по природному газу 6 000 м<sup>3</sup>/ч, по мазуту 1100 кг/ч.

Использование для сжигания мазута провоцирует выделение в атмосферу соединений серы и топливных NO<sub>x</sub>. Минимальная вредность при сжигании – при использовании природного газа, однако при установленных ценах за 1000 м<sup>3</sup> это непопозволимая роскошь. Поэтому требуется разработать ряд мероприятий по снижению расходов ТЭР.

В том числе необходим практически полный перевод котла на работу при использовании доменного газа или коксодоменной смеси состава:

### доменный газ

- CO<sub>2</sub>=12,0%;
- O<sub>2</sub>=0,1%;
- CO=25,8%;
- CH<sub>4</sub>=0,2%;
- H<sub>2</sub>=5%;
- N<sub>2</sub>=56,9%;

### коксовый газ

- H<sub>2</sub>=55,0%;
- CH<sub>4</sub>=26,0%;
- C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>=2,0%;
- CO=7,0%;
- CO<sub>2</sub>=2,5%;
- N<sub>2</sub>=7,0%;
- O<sub>2</sub>=0,5%.

Предлагаем провести конструктивные изменения в существующем горелочном устройстве для условий сжигания смесей в соответствии с приведенным расчётом (таблица) при скоростях истечения доменного газа  $w_{д.г.} = 45,9$  м/с и коксового газа  $w_{к.г.} = 67,8$  м/с.

Таблица – Расчёт конструктивных изменений плоскофакельной горелки

Наименование	Расчёт	Результат	Примечания
Сечение, F, м <sup>2</sup> - по воздуху - сопла верхнего - сопла нижнего - по доменному газу	$F_{\epsilon} = \frac{V_{\epsilon}}{3600 \times \omega_{\epsilon}} \times \frac{(273 + t_{\epsilon})}{273}$ $F_{\epsilon}^{\epsilon} = 0,4 \times F_{\epsilon}$ $F_{\epsilon}^{\text{н}} = F_{\epsilon} - F_{\epsilon}^{\epsilon}$ $F_{\text{д.г.}} = \frac{B_{\text{д.г.}}}{3600 \times \omega_{\text{д.г.}}} \times \frac{(273 + t_{\text{д.г.}})}{273}$	0,414 0,166 0,248 0,2775	Размеры воздушного сопла нижнего 0,5 м × 0,5 м Ширина амбразуры B <sub>н.с.</sub> = B <sub>в.с.</sub> = 0,5 м
Сопло верхнее: -наружное сечение, м <sup>2</sup> -высота, м Воздушный канал: --высота, м --сечение, м <sup>2</sup>	$F_{\text{в.с.}} = F_{\text{в.}}^{\text{в.}} + F_{\text{д.г.}}$ $h_{\text{в.с.}} = \frac{F_{\text{в.с.}}}{B_{\text{в.с.}}}$ $h_{\epsilon}^{\epsilon} = \frac{F_{\epsilon}^{\epsilon}}{B_{\text{в.с.}}^{\epsilon}}$ $h_{\text{в.с.}}^{\epsilon} \times B_{\text{в.с.}}^{\epsilon}$	0,4435 0,9 0,64 0,64 x 0,26	Сечение наружного сопла доменного газа 0,9 м. x 0,5 м. Ширина воздушного канала верхнего сопла B <sub>в.с.</sub> <sup>в.</sup> = 0,26 м
Сечение канала коксового газа, м <sup>2</sup>	$F_{\text{к.г.}} = \frac{V_{\text{к.г.}}}{3600 \times \omega_{\text{к.г.}}} \times \frac{(273 + t_{\text{к.г.}})}{273}$	0,01011	Количество труб ø 42 × 3 для коксового газа 10 шт.

Газо-выпускные отверстия природного газа с центральной подачей при наружном диаметре периферийного воздушного канала 0,5 м и наружном диаметре трубы газоподающего канала 0,219 м будут располагаться тремя рядами.

Относительный расход газа через первый ряд отверстий – 60%, через второй ряд – 27%, через третий ряд – 13%. В этом случае максимальный диаметр газо-выпускных отверстий 0,0246 м, расчётные диаметры отверстий первого ряда – 0,025 м, второго ряда – 0,017 м, третьего ряда – 0,012 м, количество отверстий в каждом ряду – 12 шт.

Диаметр окружности газо-выпускного насадка, на которой расположены центры газо-выпускных отверстий первого ряда - 0,182 м, второго ряда - 0,148 м, третьего ряда - 0,114 м. Шаг между газо-выпускными отверстиями первого ряда – 0,052 м, второго ряда – 0,0387 м, третьего ряда – 0,0298 м. Относительный шаг между газо-выпускными отверстиями: первого ряда – 2,28, второго ряда - 2,28; третьего ряда - 2,48.

Использование данного горелочного устройства позволит организовать полное сжигание смеси, ликвидировать холодные углы в топке, полностью ликвидировать в выбросах СО. Сопротивление горелки по газоподающему тракту – 16251 Па - обеспечивает максимальную температуру факела до 1650°С, и, как следствие, приводит к снижению концентрации NO<sub>x</sub> до 0,063 мг/м<sup>3</sup>, что ниже среднесуточной ПДК, составляющей 0,085 мг/м<sup>3</sup>.

## РЕАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЫСОКОТОКСИЧНЫХ ВЫБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ

С.И.Игнатик, Е.П.Павлова

Запорожская государственная инженерная академия

Запорожье – город с развитой индустрией. В городе расположены такие гиганты металлургии как: «Запорожсталь», «Запорожский завод ферросплавов», алюминиевый комбинат» и др. Эти предприятия вносят существенный положительный вклад в экономику региона и страны, но также отрицательный вклад в экологическую ситуацию. Ежегодно предприятия сбрасывают миллионы тонн жидких, твёрдых и газообразных отходов, содержащих вредные и токсичные вещества. По количеству промышленных выбросов на душу населения г. Запорожье занимает одно из первых мест в Украине, а по техногенной нагрузке на одного жителя - первое.

В последнее время, в связи с некоторым спадом производства наблюдается определённое снижение объёмов выбросов вредных веществ. Однако в развитых странах реализация природоохранных мероприятий потребовала крупных капиталовложений, преобладающую часть которых израсходовали на создание очистных сооружений и оборудования. Увеличивается доля так называемых «чистых» отраслей промышленности, а в грязных были усовершенствованы технологии, что так же потребовало немалых капиталовложений. В странах Западной Европы экологическое мышление утвердилось в такой степени, что природоохранная проблема заняла одно из приоритетных мест в общественном сознании. В Украине же ситуация с загрязнением воздушного бассейна остаётся критической, что усугубляется не только значительным износом основных средств но и устаревание самих технологий производства.

Уменьшение суммарных выбросов мало, что говорит об улучшении состояния атмосферы, так как выбрасываемые вещества имеют разную токсичность, а это слабо учитывается. Планирование природоохранных мероприятий и оценку их эффективности часто осуществляют по валовым выбросам. При этом не учитывается что канцерогенное вещество такое как бенз(а)пирен более чем в миллион раз токсичнее оксида углерода – вещества принятого за эталон при сопоставлении вредных выбросов в Украине и ряде стран.

Такой подход позволяет показать, что было достигнуто после установки или реконструкции очистных сооружений или было получено при переводе котельных и ТЭЦ на газовое топливо для снижения валовых выбросов. Простота и наглядность подобных подходов делают их применение традиционным. На то обстоятельство, что при этом практически не решается проблема снижения выбросов оксидов серы и азота, а также других специфических выбросов, не обращают внимания.

Пылегазоочистные сооружения которые существуют на многих предприятиях Украины, как правило выполняют лишь задачу отделения твёрдой фазы – пыли, от газовой, и не обезвреживают газообразные составляющие, которые неочищенными выбрасываются в атмосферу. В настоящее время степень улавливания пыли, в среднем по промышленным регионам Украины, составляет -92%, а газообразных составляет всего -28%.

Учитывая высокое загрязнение окружающей среды в промышленных регионах Украины, постоянно возрастающее антропогенное воздействие на природу, при планировании природоохранных мероприятий необходимо обеспечить более

целенаправленное вложение средств. С этой целью сотрудниками кафедры охраны труда и экологии металлургического производства ЗГИА разработан более эффективный подход, отвечающий современным требованиям, учитывающий агрессивность выбрасываемых веществ. Он позволяет реально оценить экологическую ситуацию и разработать обоснованные мероприятия по её улучшению. Оценка выбросов с учётом токсичности позволяет определить экологическую ситуацию в городах, районах, сопоставить различные промышленные предприятия по актуальности стоящих перед ними природоохранных мероприятий.

Выполненный анализ экологической ситуации г.Запорожья показал, что лидирующая роль в перечне загрязнителей принадлежит марганцу и его соединениям – 39% от общей токсичной массы; далее следует промышленная пыль –24%. Эти два загрязнителя составляют более 50% от общей приведенной массы выбросов. Если учесть ещё 6 загрязнителей из обширного списка выбрасываемых веществ: таких как фтористые соединения, окись азота, сернистый ангидрит, бенз(а)пирен, окись углерода, фенол, то они составят 99.5% от общей приведенной массы выбросов. Величина этого показателя была бы выше при более полной оценке предприятием выбросов бенз(а)пирена. Поскольку из всех перечисленных вредных веществ именно по бенз(а)пирену на предприятиях нет точных методик его определения и путей эффективного сокращения его выбросов.

Исследованиями, выполненными в области металлургии США, установлено, что выбросы коксохимической промышленности достигают 200т. бенз(а)пирена в год, т.е. при выплавке 1млн.т. стали только коксохимическими заводами выбрасывается приблизительно 2т. бенз(а)пирена. Согласно результатам исследований Украинского гигиенического центра Министерства здравоохранения Украины на долю коксохимической промышленности приходится -77% выбросов бенз(а)пирена. Если для дальнейшего анализа принимать самые минимальные показатели по выбросам бенз(а)пирена, полученные на основе данных Украинского гигиенического центра, то при выплавке 4млн.т. стали заводом с полным металлургическим циклом (это приблизительно годовой выпуск стали комбинатом «Запорожсталь») выбросы коксохимического производства составляют -0.5т., а выбросы остальных металлургических переделов –2т.. В то же время наши предприятия отличаются о следующих цифрах: коксохимическое производство –0.021т., и комбинат «Запорожсталь» -0.041 т/год.

Неточность расчёта и оценки выбросов загрязнителей предприятиями черной металлургии – один из неразрешённых вопросов природоохранных мероприятий отрасли. Аналогичная картина наблюдается при анализе предприятий цветной металлургии. Поэтому и общегородская цифра по выбросам бенз(а)пирена (0,129т/год), выглядит неубедительно а то и сомнительно.

При расчёте выбросов по реальным данным бенз(а)пирен перемещается на ведущее место. По этому становится понятным, почему в Запорожская область относится к числу мест, где фиксируется наивысшая частота профессиональных раковых заболеваний.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОАО «РУТЧЕНКОВСКИЙ ЗАВОД «ГОРМАШ»

О.А. Палий, В.В. Кочура

Донецкий национальный технический университет

В процессе литья основными загрязняющими веществами являются пыль и газообразные соединения. Выбросы возникают во время плавки литейных сплавов в различных плавильных агрегатах, при выпуске жидкого металла из печи, внепечной обработке его и заливке в формы, при приготовлении и регенерации формовочных и стержневых смесей, на участке выбивки отливок, в процессе обрубки и очистки литья.

Основные объемы загрязнения окружающей среды от литейных цехов распределяются в следующих пропорциях: плавильные участки - до 70 %, стержневые до 8-10 %, в основном особо токсичные газовые выделения, обрубные и очистные участки - до 20 %.

Количества газов, выбрасываемых дуговой электросталеплавильной печью емкостью 5 т на ОАО «Рутченковский завод «Гормаш» составляет по замерам 700 м<sup>3</sup>/ч.

В процессе плавки выход газа изменяется, достигая максимальных значений в период кипения. Превышение среднего выхода газа за плавку составляет 60-70%.

Пыль, выбрасываемая электросталеплавильной печью, состоит преимущественно из окислов железа. В период расплавления суммарное количество окислов железа составляет около 80%, в период кипения (при продувке кислородом) 62%, в период доводки 53%.

В период расплавления в пыли появляются окислы марганца (примерно 11%), в период доводки - окислы кальция (6%) и магния (9%).

Высокая температура и действие электрической дуги в рабочем пространстве печи вызывают образование окиси углерода и микрокомпонентов: окислов азота и серы, цианидов и фторидов, которые выбрасываются из печи вместе с газами.

В смесеприготовительных отделениях литейных цехов источниками пыли являются смесители. Выделяющаяся пыль насыщена парами сульфитного щелока, различных углеводородов и других органических примесей.

Операция выбивки отливок из опок – одна из наиболее вредных в литейном производстве. На участке выбивки отливки отделяются от отработавшей (горелой) смеси и опок. При безопочных формах отливки выбиваются при автоматическом сбрасывании форм с платформ тележек конвейера на выбивную решетку: отработавшая смесь проходит через решетку на ленточный транспортёр.

Для улучшения условий труда смесь и раскалённые отливки непрерывно убирают подземными и реже надземными транспортёрами. Применяют также вентиляцию: вытяжную от выбивных решеток и приточную на рабочих местах.

Операция выбивки отливок из опок является одной из наиболее вредных работ в литейных цехах. Она сопровождается выделением паров, газов и пыли, в которой содержится 68 % фракции 0 – 2 мкм и 32 % фракции 2 – 10 мкм.

Большое влияние на эффективность пылеулавливающей установки оказывает тип вытяжного зонта. Наиболее удобен зонт, закрывающий выбивную решетку со всех сторон, с проёмами для подачи опок на выбивку и для уборки отливок. При этом достаточно отсасывать 5000 – 8000 м<sup>3</sup>/ч воздуха с 1 м<sup>3</sup> площади пода (большая цифра относится к случаям, когда выбивают формы больших размеров).



Большое количество пыли образуется при обрубке стального литья, концентрация её в воздухе достигает 6 – 8 г/м<sup>3</sup>, а в непосредственной близости от обрабатываемых деталей – до 20 г/м<sup>3</sup>.

В пыли, находящейся в воздухе у рабочего места гидромониторщика, 30 – 52,7% составляют частицы диаметром от 4 мкм и выше. Запыленность воздуха в цехах с гидравлической очисткой окалина в 2,5 – 2,7 раза меньше, чем в литейных цехах, где этот процесс ещё не внедрён.

Очистка литья наиболее часто осуществляется в барабанах, на обдирочно-шлифовальных станках, в дробеструйных и в дробеметных камерах, на наждачных точилах. От вида применяемого оборудования зависит запыленность воздуха в рабочей зоне.

Повышенными вредными выделениями отличаются также следующие участки литейных цехов: подготовки шихтовых материалов (запыленность воздуха составляет 5-15 г/м<sup>3</sup>), термической обработки, грунтовки и окраски отливок.

В литейном цехе завода «Гормаш» для очистки воздуха используют приточную и приточно-вытяжную вентиляцию, для улавливания пыли - циклоны.

Коэффициент очистки циклона при очистке воздуха от сухой кварцевой пыли диаметром частиц 5—20 мкм составляет в среднем 70 - 80%. Производительность одного такого циклона диаметром 500 - 600 мм 2,5-3,5 тыс. м<sup>3</sup>/ч воздуха.

Основной недостаток циклонов - это низкая степень очистки воздуха, насыщенного мелкодисперсной пылью. Поэтому их используют в качестве первой ступени очистки. В качестве второй ступени очистки в этом случае рекомендуется использовать матерчатые фильтры. Коэффициент очистки матерчатыми фильтрами при улавливании даже пыли мелкой фракции доходит до 99,0%.

Уловленная в смесеприготовительных, формовочных и выбивных участках пыль вполне пригодна для добавки в формовочные смеси и последующей регенерации.

Для литейного производства с точки зрения уменьшения вредности процессов могут быть рекомендованы следующие мероприятия: замена литья в разовые песчаные формы на специальные способы литья (в металлические формы, под давлением, по выплавляемым моделям и т.п.); автоматизация процессов, сопровождающихся выделением пыли (изготовление формовочной смеси, распределение ее по бункерам, прием и отвод отработанной смеси из-под выбивных решеток и др.), которая позволит частично или полностью герметизировать указанные участки; применение гидравлической и электрогидравлической очистки литья; применение вместо песчано-глинистых самотвердеющих смесей для изготовления форм и стержней.

Количество вредных выбросов можно существенно сократить, а некоторые исключить полностью при помощи правильной организации отсоса газов из рабочего пространства печи. Рационально применить регулируемый отсос с поддержанием под сводом постоянного давления, равного внешнему давлению воздуха. Хорошо зарекомендовал себя двойной отсос газов из области рамы рабочего окна и отверстия под сводом. При этом в устройстве, отводящем газ от рамы, следует устанавливать регулирующую дроссельную заслонку. Для хорошей работы регулируемого отсасывающего устройства нужно уплотнять отверстия между электродами и сводом печи при помощи механических приспособлений и путем подачи воздуха под небольшим давлением.

Таким образом, внедрение данных мероприятий в чугунолитейном цехе ОАО «Рутченковский завод «Гормаш» позволит значительно снизить антропогенную нагрузку на окружающую природную среду.

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СХЕМЫ КОНЕЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ КОКСОВОГО ГАЗА НА ОАО «ДОНЕЦККОКС» С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ НАФТАЛИНА В АТМОСФЕРУ**

В.В.Попов, Л.Н.Акимова  
Донецкий национальный технический университет

На ОАО «Донецккокс», как и на большинстве коксохимических предприятий, основным источником выбросов нафталина в атмосферу является градирня цикла конечного охлаждения коксового газа. По данным исследований, проведенных на одном из коксохимических заводов, при производстве 1 млн. т. кокса в год на градирне конечного охлаждения выбрасывается в атмосферу 212 т. нафталина в течение года.

Так как названный завод расположен в густонаселенном районе, санитарная зона практически отсутствует, то решение вопроса снижения выбросов нафталина для этого предприятия является довольно актуальным.

Присутствие нафталина в воздухе пагубно влияет на все живые организмы. По данным санитарных служб общий характер действия нафталина таковой: поражает нервную систему, желудочно-кишечный тракт, почки, кровь (лейкоцитоз, гемолиз эритроцитов, анемия), вызывает помутнение хрусталика (катаракту), головную боль, нарушение функции головного мозга. Технический нафталин токсичнее чистого из-за примесей тионафтен, фенолов и других примесей.

Предельно допустимая концентрация чистого нафталина в воздухе  $20\text{г/м}^3$ , а для технического нафталина предложено снизить ПДК до  $10\text{мг/м}^3$ . Вода на градирню поступает после конечных газовых холодильников. Конечное охлаждение коксового газа предназначено для снижения его температуры после сульфатного отделения от  $55-65^{\circ}\text{C}$  до  $30-35^{\circ}\text{C}$ , то есть до температуры, благоприятной для улавливания бензольных углеводородов. При охлаждении коксового газа происходит конденсация части водяных паров, а также нафталина. Последний при конденсации образует мельчайшие кристаллы-аэрозоли, большая часть которых уносится газовым потоком в бензольные скруббера, что усложняет работу бензольного отделения. Оставшаяся часть аэрозольного нафталина из газа вымывается водой.

Конструкция конечных газовых холодильников должна обеспечивать решение двух задач: охлаждение газа и вымывание из нафталина. В настоящее время на большинстве коксохимических заводов используются конечные газовые холодильники непосредственного смешения (насадочные, полочные), т.е. газ и охлаждающая вода контактируют между собой. Такая конструкция достаточно хорошо обеспечивает решение первой задачи и недостаточно – решение второй задачи, так как значительная часть нафталина вместе с водой уносится на градирню.

На ОАО «Донецккокс» отделение конечного охлаждения газа работает по одноступенчатой типовой схеме, разработанной УХИНОм и Гипрококсом.

Коксовый газ после сатураторов с температурой  $65-70^{\circ}\text{C}$  поступает в конечный газовый холодильник с плоско-параллельной насадкой, где охлаждается водой до температуры не выше  $30^{\circ}\text{C}$  в летнее время и не ниже  $20^{\circ}\text{C}$  в зимнее. Стекающая из газовой части холодильника вода поступает в нафталиновый промыватель полочного типа, расположенный в нижней части холодильника. Пройдя через слой каменноугольной смолы, вода отдает часть нафталина последней, т.е. смола экстрагирует его. Далее вода дополнительно отстаивается от нафталина и легкой смолы и подается для охлаждения до  $20-25^{\circ}\text{C}$  на градирню. Охлажденная вода снова подается на конечные газовые холодильники, т.е. находится в замкнутом цикле.

Такая схема не обеспечивает полного выделения нафталина из воды. Кроме того, при контакте воды со смолой, происходит обводнение последней, что ухудшает ее качество.

Существует два способа защитить атмосферу от выбросов нафталина при конечном охлаждении газа:

1. Охлаждение газа вести в трубчатых холодильниках – тогда предотвращается непосредственный контакт газа с водой. Однако этому способу присущи недостатки:

- здесь можно достичь минимальную разность температур (2-3<sup>0</sup>С) между охлажденным газом и охлаждающей водой, что снижает движущую силу процесса охлаждения;

- необходима промывка межтрубного пространства от нафталина маслом или смолой;

- образующийся в межтрубном пространстве газовый конденсат содержит много вредных веществ. Поэтому перед подачей его в общий сброс его обезвреживают.

2. Охлаждение воды цикла конечного охлаждения коксового газа вести в кожухотрубчатых теплообменниках, т.е. исключить подачу воды, содержащей нафталин, на градирню. Этому способу также свойственны недостатки:

- вода насыщается HCN, который выдувается газом в конечных газовых холодильниках, что вызывает коррозию аппаратуры бензольного отделения, ухудшает качество поглотительного масла;

- существенно увеличиваются капитальные и эксплуатационные затраты;

- повышается температура газа и его обводненность.

В зарубежной практике нашла применение схема конечного охлаждения газа, сочетающая эффективное охлаждение газа с достаточно полной очисткой его нафталина, при этом исключается попадание нафталина в охлаждающую воду (фирма Отто). По этой схеме коксовый газ предварительно охлаждается в холодильнике первой ступени, после чего промывается в нафталинопромывателе маслом и доохлаждается в холодильнике второй ступени. При работе по схеме фирмы Отто решающее значение имеет температурный режим. Температура газа после холодильника первой ступени поддерживается на уровне 38-40<sup>0</sup>С – выше точки росы нафталина в газе, вследствие чего нафталин в холодильнике первой ступени не выпадает, температуру газа после холодильника второй ступени держат возможно более низкой. Так как упругость паров нафталина снижена, благодаря промывке газа маслом, выпадение нафталина в холодильнике второй ступени также не происходит. Таким образом, работа по схеме фирмы Отто практически исключает выбросы нафталина на градирне при охлаждении воды цикла конечных холодильников.

Поэтому для снижения выбросов нафталина в условиях ОАО «Донецккокс» необходимо отдать предпочтение схеме двухступенчатого охлаждения с промежуточной очисткой газа от нафталина в нафталинопромывателе.

Предполагается также изменить аппаратное оформление процесса. Существующий на заводе холодильник с плоско-параллельной насадкой громоздкий, малоэффективный, обладает большим гидравлическим сопротивлением, что затрудняет его использование в двухступенчатой схеме. Рекомендуется охлаждение газа на обеих ступенях вести в скрубберах Вентури – это высокоскоростные аппараты, которые отличаются простотой конструкции, удобством обслуживания, небольшими габаритными, низкими гидравлическими сопротивлениями.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТЫ КОТЕЛЬНЫХ ПУТЕМ РАЗРАБОТКИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

А.А. Муравьев, А.Ю. Мотрошилов, Д.Л. Безбородов  
Донецкий национальный технический университет

Проблемы энергосбережения тесно увязаны с экологической обстановкой региона. Уменьшение потерь тепла обеспечивает экономию энергоносителей, большая часть которых импортируется в Украину. Экономия энергоносителей – стратегически важный вопрос для государства. С учетом того, что аварийное состояние теплосетей на 25 - 50 тыс. км по техническому состоянию требует замены и реконструкции, потери тепла неизолированных стекловатой трубопроводов превышают более, чем 30%, задача энергосбережения может превратиться в экологическую катастрофу. Дома, построенные в то время, когда топливные ресурсы казались неограниченными, требуют так много энергии, что их эксплуатация превращается в тяжелый камень для топливно - энергетического комплекса, а на строительство новых домов денег, как правило, нет. Поэтому при производстве энергии необходимо постоянно стремиться к минимизации концентрации вредных веществ в атмосфере, что напрямую зависит от уменьшения количества сжигаемого топлива. Этого можно достичь экономией энергии потребителем при реализации мероприятий, направленных на снижение потерь тепла в окружающую среду или поддержание теплового комфорта в помещении. Эти мероприятия предусматривают применение теплоизоляционных материалов. Часто в качестве тепловой изоляции используется минеральная вата. В таблице 1 показана годовая экономия топлива и тепла на 1 кв. м чердачного помещения при применении минеральной ваты в качестве изолирующего материала.

Таблица 1. Годовая экономия на 1 кв. м чердачного помещения

Изоляция в мм (до)	Изоляция в мм (после)	Литры мазута	Куб. м газа	Централизованное теплоснабжение в Гкал
0	75	10	9	0.08
	100	11	10	0.09
	150	12	11	0.095
	200	13	12	0.10
	300	15	13	0.11
50	100	2	1.8	0.015
	150	3	2.7	0.023
	200	4	3.6	0.031
	300	5	4.5	0.039

К примеру, в одноэтажном доме площадью 140 кв. м с источником тепла - природным газом и неизолированным чердаком после изоляции 200 мм минеральной ваты годовая экономия топлива составит 1680 куб. м газа.

Наличие неплотностей в доме и окна также являются причиной потерь тепла в окружающую среду. В таблицах 2 и 3 показана соответственно годовая экономия на 1 кв. м отапливаемой площади с уплотнением щелей дома и на 1 кв. м окна.

Таблица 2. Годовая экономия на 1 кв. м отапливаемой площади с уплотнением щелей дома

Тип		Литры мазута	Куб. м газа	Централизованное теплоснабжение в Гкал
до	после			
Плохо уплотненный дом <sup>1</sup>	Уплотненный дом <sup>3</sup>	4.5	4.0	0.036
Не очень хорошо уплотненный дом <sup>2</sup>	Уплотненный дом <sup>4</sup>	2.5	2.2	0.02

Таблица 3. Годовая экономия на 1 кв. м окна

Тип	Литры мазута	Куб. м газа	Централизованное теплоснабжение в Гкал
1 – слойное остекление	55	50	0.43
2 – слойное остекление	26	23	0.20
3 – слойное остекление	17	15	0.13
2 – слойное низкоэнергетическое стекло	13	11	0.10
3 – слойное низкоэнергетическое стекло	11	10	0.09

Расчет и дальнейший анализ теплотерь стандартной двухкомнатной квартиры кирпичного 16-ти этажного здания с общей площадью 59 кв. м, площадью наружных ограждений 36,38 кв. м и годовым потреблением тепла – 5,19 Гкал г. Донецка показал, что потери тепла в окружающую среду через окна и ограждающие конструкции составляли свыше 30%. Поэтому были приняты следующие энергосберегающие мероприятия:

- утепление наружных ограждений пенополиуретаном;
- утепление окон поролоном;
- установка за обрешеченными радиаторами алюминиевой фольги.

В результате осуществления данных мероприятий потери тепла снизились до 5%, а экономия топлива составила: 218 куб. метров газа/год или 225 кг каменного угля/год (31800 КДж/кг).

Такая экономия расхода топлива достигается при реализации энергосберегающих мероприятий в одной квартире. Если рассмотреть этот вопрос в масштабе одного микрорайона, то при прочих равных условиях годовой расход топлива снижается примерно на 70 тонн каменного угля и около 65000 куб. метров газа, что косвенно приводит к снижению вредных выбросов NO<sub>x</sub> в атмосферу до уровня 0,12 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>, что ниже предельно допустимой максимальной концентрации в атмосферном воздухе городов, равной 0,2 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПРИ СЖИГАНИИ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ В КИПЯЩЕМ СЛОЕ

Е.А. Есин, С.В. Павловский, А.Ф. Редько

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

Снижение качества добываемого угля (увеличение зольности и влажности) приводит к увеличению объемов углеобогащения. Широкое применение мокрых методов углеобогащения привело к образованию огромных запасов некондиционного топлива. Высокая дисперсность, зольность, обводненность и связанные с этим проблемы утилизации отходов мокрого обогащения, содержание горючих в которых составляет 30 – 50 %, требует новых подходов к организации процесса сжигания топлива. Наиболее эффективным является способ сжигания низкосортных топлив в кипящем слое. Преимущества технологии сжигания твердых топлив в топках с кипящим слоем является высокая универсальность по типу используемого топлива и возможность снижения уровня выбросов вредных веществ.

При сжигании твердых, жидких и газообразных топлив в котельных установках в продуктах сгорания содержатся вредные примеси - оксиды азота и серы. Сжигание топлив в кипящем слое (КС) позволяет уменьшить вредные выбросы. Однако в составе твердых топлив содержится значительное количество золы и влаги, что вызывает определенные проблемы при их сжигании.

Результаты лабораторных, опытно-промышленных исследований на отопительных котлах в Донецкой области показали следующее (см. рис. 1).

Снижение выбросов оксидов азота в значительной степени зависят от температуры КС (рис. 1). В диапазоне температур 850...900°C наблюдаются наименьшие выбросы оксидов азота. Однако при изменении тепловой нагрузки котельной установки температура КС поддерживается на требуемом уровне путем подачи в слой дополнительного количества угля и увеличении высоты слоя, что вызывает увеличение расхода воздуха и значений коэффициента избытка воздуха до 2...4. При таких значениях  $\alpha_v$  выбросы  $NO_x$  вначале увеличиваются, а затем снижаются, но увеличиваются тепловые потери  $q_2$ . В данном случае эффективным является регулирование температуры КС размещением в слое погруженных поверхностей теплообмена.

Выбросы  $SO_2$  при повышении температуры КС выше 950°C также увеличиваются (рис. 2). Связывание оксидов

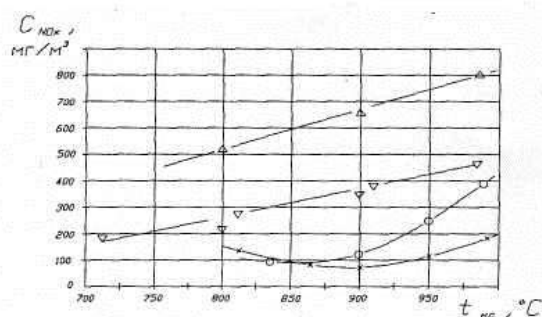


Рис.1. Зависимость концентрации  $NO_x$  от температуры кипящего слоя  
 ○ - ВУС шлама донецкого угля марки Т;  
 × - ВУС шлама донецкого угля марки АШ;  
 $\alpha_v = 1,05...1,10$   
 ▲ - расчет [2];  
 ▽ - котлы ДКВР 10/13 и КВФ-4,65-95)  
 топливо-продукт К

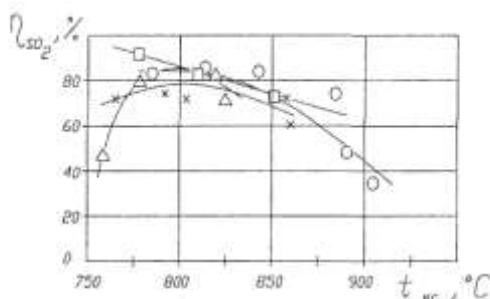


Рис.2. Степень связывания  $SO_2$  от температуры кипящего слоя  
 × - отходы обогащения донецкого угля марки Т,  $S^* = 2,8\%$ ;  $Ca/S = 1,5...2,0$   
 ○ - донецкий уголь марки АШ,  $S^* = 1,7\%$   
 □ - уголь Чехии,  $S^* = 0,97\%$ ;  $Ca/S = 3,44$ -даннел[1]  
 ▲ - донецкий,  $Ca/S = 2,2$ .

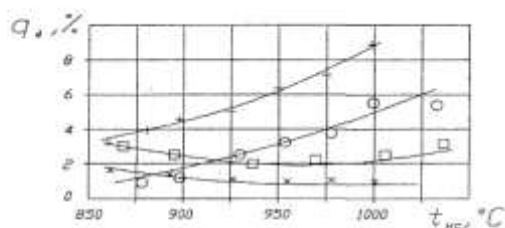


Рис.3 Влияние температуры кипящего слоя на механический недожог (\* донецкий уголь марки Т; ○ донецкий уголь марки АШ; □ ВУС шлама донецкого угля марки Т; × ВУС шлама донецкого угля марки АШ).

уноса показывает, что 15...25% горючих

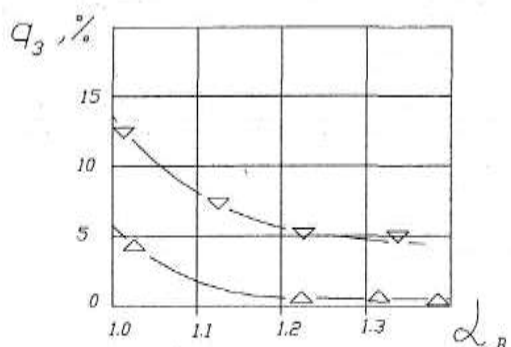


Рис.4 Зависимость химического недожога  $q_3$  от коэффициента избытка воздуха (▽ донецкий уголь марки Т;  $t_{kc}=900...950^{\circ}C$ ; △ ВУС шлама донецкого угля марки Т,  $W^*=50\%$ ,  $t_{kc}=1000^{\circ}C$ ).

потери  $q_4$  увеличиваются.

Потери теплоты с химическим недожогом  $q_3$  (рис.4) при сжигании ВУС шлама донецкого угля марки Т составляет 8...12% при значении коэффициента избытка воздуха  $\alpha_v = 1,0...1,05$ ; при увеличении  $\alpha_v$  до 1,2...1,3 потери теплоты уменьшаются до 2,3%.

Таким образом, величина тепловых потерь  $q_3$  уменьшается с увеличением коэффициента избытка воздуха  $\alpha_v$ .

Так при  $\alpha_v$  больше 1,3 тепловые потери  $q_3$  составляют около 0,3...0,6%. С повышением температуры кипящего слоя до значений 950...970°C при сжигании водоугольной суспензии влажностью 45...50% потери  $q_3$  практически отсутствуют.

Таким образом, показано, что при сжигании твердых топлив в топках с КС, в том числе низкосортных углей, шламов отходов обогащения и водоугольных суспензий, выбросы вредных примесей существенно снижаются.

серы возможно внесением в слой добавок, например, известняка. Однако, при этом из-за мелкого фракционного состава известняка (частицы размером 0,5 мм) возрастают выбросы пылевидных частиц и наблюдается увеличение тепловых потерь  $q_4$ .

Сжигание водоугольных суспензий твердых топлив в КС показывает довольно низкие значения вредных выбросов в продуктах сгорания (рис. 3).

Распределение горючих по фракциям содержится в уносе частиц диаметром 0...250 мкм, в частицах более крупных (диаметр 1...3 мм) горючих содержится около 8...10%.

С увеличением температуры кипящего слоя доля горючих в уносе уменьшается для крупных частиц до 5,8%.

Потери теплоты с механическим недожогом  $q_4$  значительной степени определяются фракционным составом топлива.

На долю мелкофракционного состава (0...250 мкм) приходится 60...80% тепловых потерь  $q_4$ . С увеличением размера частиц до 1,5...3 мм потери теплоты уменьшаются до 1...3%.

При увеличении температуры КС

## СОКРАЩЕНИЕ ВЫБРОСА ПЫЛИ ПРИ РАБОТЕ КОТЕЛЬНОЙ ШАХТЫ ИМ. «60 - ЛЕТИЯ СОВЕТСКОЙ УКРАИНЫ»

А. С. Горячев, Н. К. Бондаренко  
Донецкий национальный Технический Университет

Работа котельных любого предприятия сопровождается значительным количеством пылегазовых выбросов. Во время выбросов в атмосферу поступает большое количество оксидов азота, оксида серы, оксида углерода и пыли. К примеру, котельной шахты «Им. 60 – летия Советской Украины» за период 2005 года было выброшено в атмосферу такое количество вредных веществ в тоннах (на основании данных формы №2 – ТП (воздух)): пыли – 16,870; сернистый ангидрид – 326,600; оксид углерода – 216,453; оксид азота – 6,212. Если учесть, что общий объём выброшенных в атмосферу вредных веществ составил 4034,769 тонн, то на долю котельной приходится примерно 15% от всех выбросов.

В ходе проведенных исследований было установлено преимущество рукавных фильтров очистки перед пылеосадительными камерами и циклонами.

Рукавные фильтры предназначены для высокоэффективного улавливания (степень очистки 99% и выше) мелкодисперсных электризующихся и взрывоопасных пылей (из воздуха и негорючих газов), не являющихся агрессивными, с медианным диаметром частиц не менее 5 мкм, с минимальной энергией зажигания не менее 1 мДж, с максимальной скоростью роста давления не более 15 МПа/с в экспериментальной емкости объемом 0,004 м<sup>3</sup> при степени увеличения давления данной горючей среды в указанной емкости не более чем 6,5 раза. Фильтр состоит из корпуса, разделенного на камеры неочищенного и очищенного газов, фильтровальных элементов (каркасного типа), клапанной секции с управляющими электромагнитами и устройством управления регенерацией рукавов. Запыленный воздух через входной патрубок поступает в камеру, где расположены фильтрующие рукава. Пыль задерживается на фильтрующей поверхности материала, а очищенные газы удаляются через верхние открытые части рукавов в камеру очищенного газа. Регенерация фильтровальных рукавов осуществляется периодически по заданному циклу без отключения секций односторонней импульсной продувкой сжатым воздухом, поступающим внутрь рукавов сверху через отверстия в продувочных коллекторах. Длительность импульсов - 0,1-0,2 с. Система регенерации рассчитана на использование сжатого воздуха давлением 0,3 - 0,6 МПа (3 - 6 кгс/см<sup>2</sup>). Периодичность регенерации определяется в процессе эксплуатации в зависимости от запыленности газа на входе; её можно регулировать в пределах 5-600 с.

Сжатый воздух, поступающий на фильтры, должен быть осушен и очищен не ниже 10 класса по ГОСТ 17433-80.

Для обеспечения нормальной работы фильтра должна периодически или постоянно (в зависимости от начальной запыленности) проводиться выгрузка уловленной пыли из бункера. Если выгрузка пыли производится в процессе эксплуатации фильтра, должна быть обеспечена герметизация выгрузного отверстия, которая осуществляется посредством шлюзовых питателей (шлюзовых затворов типа ШЗ или другого типа). Возможна установка других герметизирующих устройств. Для работы фильтров с 2-мя или 3-мя бункерами применяются шнековые транспортеры, осуществляющие опорожнение бункеров и выгрузку пыли в одной точке. Для герметизации шнекового транспортера на его выгрузном отверстии необходимо установить шлюзовой затвор или другие герметизирующие устройства.



Таблица Технические характеристики

Показатель	ФРИП-15	ФРИП-30	ФРИП-60	ФРИП-90	ФРИП-180	ФРИП-360
Производительность по очищаемому газу, м <sup>3</sup> /ч, не более	1620	3240	6500	9700	19400	38400
Площадь поверхности фильтрования, м <sup>2</sup> , не менее	15	30	60	90	180	360
Количество секций	1	1	2	3	1	2
Массовая концентрация пыли в очищаемом газе на входе, г/м <sup>3</sup> , не более	50	50	50	50	50	50
Гидравлическое сопротивление, кПа(кгс/м <sup>2</sup> ), не более	1,2-2 (120-200)	1,2-2 (120-200)	1,2-2 (120-200)	1,2-2 (120-200)	1,2-2 (120-200)	1,2-2 (120-200)
Давление продувочного воздуха, МПа (кгс/см)	0,3-0,6 (3-6)	0,3-0,6 (3-6)	0,3-0,6 (3-6)	0,3-0,6 (3-6)	0,3-0,6 (3-6)	0,3-0,6 (3-6)
Наибольший расход продувочного воздуха, м <sup>3</sup> /ч	5	10	20	30	60	120
Допустимое давление (разрежение) внутри аппарата, кПа (кгс/м <sup>2</sup> )	5 (500)	5 (500)	5 (500)	5 (500)	5 (500)	5 (500)
Габаритные размеры, мм:						
длина, L	1280	1280	2310	3350	2570	4940
ширина, В	1540	1540	1540	1540	2650	2670
высота, Н	2550	3550	3550	3550	6090	6090
Масса, кг, не более	600	800	1300	1900	3900	9200

## ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВОГО ПОТОКА НА РАССЕЙВАНИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ РЕОСТАТНЫХ ИСПЫТАНИЯХ ТЕПЛОВЗОВ

Н.В. Володарец, Е.А. Бондарь, Ю.В.Черняк  
Донецкий институт железнодорожного транспорта

Одним из способов снижения концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы является их рассеивание в атмосферном воздухе. При таком решении вопроса возникает задача определения количественного влияния отдельных факторов для условий работы железнодорожных тепловозов.

В качестве базы для проведения расчетного анализа принята методика определения максимальных концентраций вредных веществ в приземном слое атмосферы (ОНД – 86).

Проведенные расчёты показали, что основными факторами, влияющими на расчётную концентрацию  $C_m$ , являются: высота выброса, количество загрязняющих веществ, количество газов, скорость выхода газов, их температура и диаметр выходного патрубка.

При исследовании влияния высоты выброса  $H$  другие величины принимаем средними и равными:  $\Delta T = 280^\circ\text{C}$ ,  $V = 1,9\text{ м}^3/\text{с}$ ,  $D = 0,2\text{ м}$ ,  $M_{\text{NO}_2} = 1,5\text{ г}$ ;  $M_{\text{CO}} = 1,8\text{ г}$ ;  $w_0 = 50\text{ м/с}$ . При расчетном анализе значение высоты  $H$  варьировалось в пределах от 3...20 м. Расчеты велись с помощью программы Excel. Результаты приведены на рис.1, из которого видно, что наибольшее влияние высота выхлопного патрубка оказывает при малых значениях  $H$ , а при высоте  $H = 10 \dots 20\text{ м}$  влияние этого фактора уменьшается примерно в 10 раз. Следовательно, высоту источника можно ограничивать величиной  $H = 10\text{ м}$ .

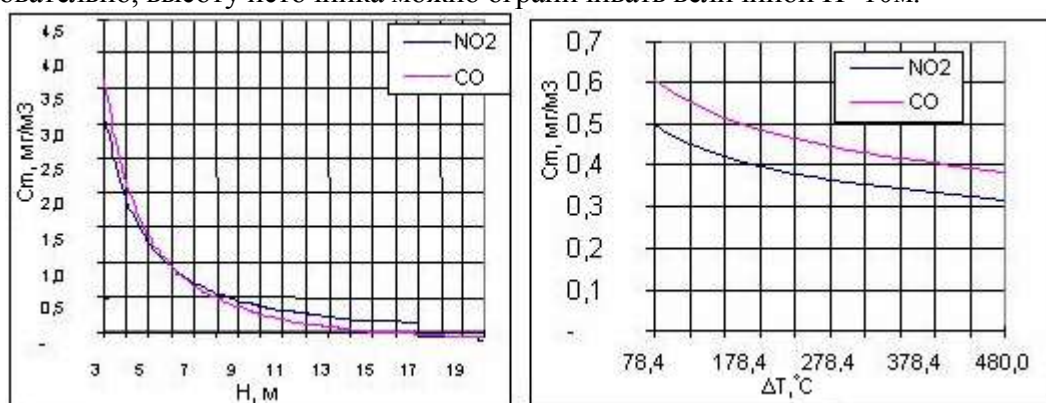


Рисунок 1, 2 – Зависимости предельной концентрации вредных выбросов от высоты источника выброса ( $H$ ) и температуры выброса

Для изучения влияния разности температур  $\Delta T$  выхлопных газов и температуры окружающей среды (по методике ОНД-86) в качестве средних расчетных величин приняты следующие их значения:  $H = 10\text{ м}$ ,  $V = 1,9\text{ м}^3/\text{с}$ ,  $w_0 = 50\text{ м/с}$ ,  $D = 0,2\text{ м}$ . Величина  $\Delta T$  варьировалась в пределах от 100 до 500°С. Результаты расчетов максимальной концентрации  $C_m$  в зависимости от величины  $\Delta T$  приведены на рисунке 2, из которого видно, что при изменении  $\Delta T$  от 100 до 500°С концентрация вредного газа CO снижалась от 0,6 до 0,42. Вывод: С повышением температуры выбрасываемых газов концентрация вредных веществ уменьшается, но влияние этого фактора по сравнению с другими невелико.

Количество выбрасываемых газов, их скорость и диаметр выхлопного патрубка оказывает друг на друга взаимовлияние. Они связаны между собой расчетной формулой:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot w_0 \quad (1)$$

Из этого следует, что влияние каждого из трех взаимосвязанных факторов может быть неоднозначным. В частности, при варьировании значений одного из факторов, значение другого можно принять фиксированным, а значение третьего фактора будет определяться из соотношения (1). Очевидно, что характер и степень влияния изучаемого фактора будут различными при условии поочередного фиксирования переменных, входящих в уравнение (1).

Изучение влияния диаметра  $D$  выхлопного патрубка отработавших газов производим для случая, когда фиксируется значение расхода  $V_1=1,5\text{ м}^3/\text{с}$ , а скорость выхода газов  $w_0$  определяется по соотношению (1) для каждого варьированного значения диаметра. Для случая, когда фиксируется значение скорости  $w_0=40\text{ м/с}$ , а расход  $V_1$  определяем по формуле (1). При этом приняты следующие значения:

- высота выхода газовой смеси  $H = 5 \dots 10\text{ м}$ , с интервалом  $1\text{ м}$ ;
- $\Delta T = 100 \dots 500^\circ\text{C}$ , с интервалом  $100^\circ\text{C}$ .

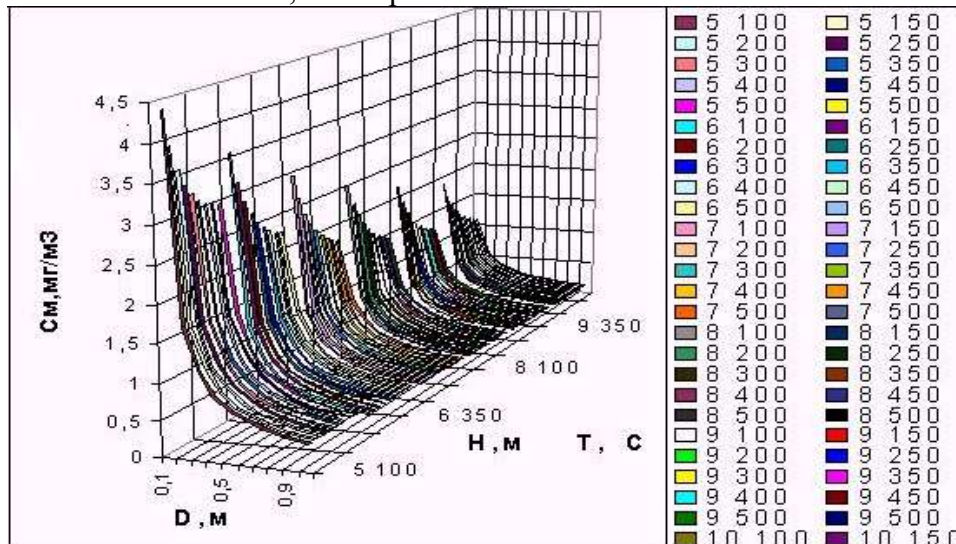


Рисунок 3 – Влияние диаметра выхлопного патрубка  $D$  на значение приземной концентрации  $C_m$ , при  $w_0=40\text{ м/с}$ , для  $H=5 \dots 10\text{ м}$  при  $\Delta T = 100 \dots 500^\circ\text{C}$

Так, увеличение диаметра выхлопного патрубка  $D$  приводит к увеличению концентрации  $C_m$ , если расход газов не изменяется, а скорость выхода из выхлопного патрубка при увеличении диаметра  $D$  снижается. С другой стороны увеличение диаметра выхлопного патрубка  $D$  приводит к снижению концентрации  $C_m$ , если расход газов увеличивается, а скорость выхода из выхлопного патрубка неизменна.

Неоднозначным оказывается влияние на концентрацию  $C_m$  и расхода газов  $V$ , и скорость их выхода  $w_0$ . При увеличении расхода газов  $V$ , концентрация  $C_m$  уменьшается, но это снижение больше, если при этом увеличивается и скорость газов  $w_0$ , чем для случая, когда скорость выхода неизменна, а диаметр патрубка увеличивается. Подобное влияние оказывает и скорость выхода газов  $w_0$ .

Таким образом, для снижения концентрации вредных веществ  $C_m$  целесообразно производить увеличение расхода газов и по возможности, одновременно увеличивать скорость выхода газов  $w_0$ .

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ПОДАВЛЕНИЯ БУРОГО ДЫМА ПРИ ПЕРЕЛИВАХ ЧУГУНА

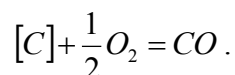
А. Е. Владимирова, Ф. В. Недопекин, В. В. Бодряга  
Донецкий национальный университет

Переливы жидкого чугуна из ёмкости в ёмкость являются необходимым звеном в технологическом процессе металлургического производства. Переливы чугуна сопровождаются выбросами в атмосферу вредных веществ - пыли, монооксида углерода, оксидов азота и оксида серы. Пыль состоит преимущественно из двух компонентов - крупнодисперсной графитной спели и мелкодисперсного бурого дыма. Соотношение этих компонентов зависит от типа технологической операции и конкретных условий её протекания, но в среднем, по данным автора настоящей работы содержание графитной спели составляет 25-35% при заливке и 20-35% при сливе чугуна. Остальную часть выбросов составляет бурый дым.

Наблюдения за процессом выделения бурого дыма при наполнении ёмкости чугуном показывают, что пылеобразование наиболее интенсивно в начальный период наполнения ёмкости, когда струя металла ударяется о футеровку, и количество образующих брызг максимально. В дальнейшем на дне ёмкости образуется слой жидкого металла, смягчающий удар, количество брызг уменьшается и, одновременно, в 1,3 – 2,5 раз уменьшаются выбросы бурого дыма. При осторожных переливах с небольшой высоты, когда нет диспергирования металла, а чугун вообще практически не дымит. Очевидно, процесс пылеобразования тесно связан с процессом диспергирования металла, а наличие брызг является необходимым звеном процесса образования бурого дыма.

Это позволяет предположить, что причиной образования бурого дыма при переливах чугуна является взаимодействие брызг металла с кислородом газовой фазы. Рассмотрим процесс взаимодействия капли металла с окислительной атмосферой. Кислород газовой фазы будет реагировать на поверхности капли либо с железом, либо с атомами примесей, имеющих более высокое сродство к кислороду, чем железо. Наиболее вероятно окисление углерода, как элемента, имеющего самую большую концентрацию из числа таких элементов.

Предположим, что концентрация кислорода на поверхности капли равна нулю, т. е. каждая молекула кислорода, достигнув поверхности, немедленно реагирует с углеродом. Скорость диффузии углерода из глубины капли к поверхности в таком случае должна быть такой, чтобы обеспечить режим поверхностного горения по реакции:



С другой стороны, скорость диффузии кислорода из газовой фазы к поверхности не должна превышать скорости поступления углерода, в противном случае реакция окисления углерода должна перемещаться вглубь капли. Таким, образом, в случае равенства скоростей поступления кислорода и углерода к поверхности капли их концентрация на поверхности равна нулю.

В условиях перелива чугуна, концентрация кислорода в газовой фазе всегда значительно превышает критическую концентрацию, т.е. внешний поток кислорода к поверхности капли всегда превышает поток углерода. Вследствие этого на поверхности

капли будет происходить окисление железа по реакции  $[Fe] + 0,5O_2 = (FeO)$ , что приводит к образованию на поверхности капли оксидного слоя.

Таким образом, первой стадией процесса взаимодействия капли чугуна с кислородом газовой фазы является образование на её поверхности оксидной плёнки. Толщина этой плёнки составляет в среднем около 2 мкм, причём образование её происходит в течение очень короткого промежутка времени (около 0,01 с). При этом, за счёт тепла экзотермической реакции окисления железа, капля разогревается до температуры, зависящей от размера капли.

Оценим температуру разогрева в предположении, что процесс образования оксидной плёнки практически мгновенен и выделяющееся тепло полностью расходуется на нагрев капли.

Тогда уравнение теплового баланса капли можно записать следующим образом

$$mc\Delta T = \pi d^2 \delta \rho q, \quad (1)$$

где  $m = \frac{\pi d^3}{6} \rho$  - масса капли, кг;  $c$  - теплоёмкость жидкого чугуна,  $\frac{Дж}{кг \cdot K}$ ;

$\delta$  - толщина оксидной пленки, м;  $\rho$  - плотность расплава,  $\frac{кг}{м^3}$ ;  $q$  - теплота окисления

железа при температуре 1300 °С,  $\frac{Дж}{кг}$ .

После преобразования (1), температура, до которой нагреется капля, может быть найдена из выражения:

$$t = t_m + \frac{6\delta q}{dc}, \quad (2)$$

где  $t_m = 1300^\circ C$  – температура расплава;  $\delta = 2 \cdot 10^{-6}$  м;  $q = 3,5 \cdot 10^6$  Дж/кг железа;

$c = 795$  Дж/(кг · К).

Таблица Температура разогрева капель при образовании оксидной пленки

Диаметр капли d, мкм	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
t °С	6580	3940	3060	2620	2360	2180	2055	1960	1890	1830

Капли размером более 40 мкм при образовании оксидной плёнки разогреваются до значительно более низких температур. Образовавшаяся плёнка не разрушается и затрудняет доступ кислорода к жидкому металлу. Поэтому после образования оксидного слоя крупные капли начинают охлаждаться.

Как видно из таблицы, капли диаметром 40 мкм и менее нагреваются до температур превышающих температуру разрушения оксидной пленки – 2500 °С. Учитывая, что температура кипения железа по данным составляет 2750 – 2770 °С, можно сделать вывод, что капли нагревшиеся до температуры разрушения защитной пленки, затем вскипают. Интенсивное испарение железа и его оксидов приводит к образованию бурого дыма.

## МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ БУРОГО ДЫМА ПРИ ПЕРЕЛИВАХ ЧУГУНА

Ю.В. Феньо, Ф.В. Недопекин, В.В. Бодряга  
Донецкий национальный университет

Экологические проблемы являются в настоящее время фактором, ограничивающим развитие чёрной металлургии. В частности, к серьёзным проблемам следует отнести загрязнение атмосферы бурым дымом - специфическим видом пыли, образующейся в ходе технологических процессов в доменных и сталеплавильных цехах. Традиционным методом снижения выбросов бурого дыма является отвод выбросов от мест образования при помощи дымососа, улавливание отведённых выбросов в фильтрах и сброс очищенного газа в атмосферу. Недостатком традиционного метода являются значительные капитальные и эксплуатационные затраты.

В связи с этим представляют практический интерес исследования процесса образования бурого дыма и разработка технологических приёмов снижения его выбросов. Бурый дым образуется в ходе плавки в металлургических агрегатах и в процессе перелива чугуна. На сегодняшний день существует несколько теорий образования бурого дыма в сталеплавильных агрегатах, однако, ни одна из них не в состоянии объяснить всю совокупность сложных процессов, характеризующих это явление. В настоящее время известно, что пыль, выделяющаяся при переливах чугуна, состоит в основном, из двух компонентов: графитной спели и, так называемого, бурого дыма - оксидов железа. Графитная спель образуется из свободного графита, выделяющегося в объеме металла из растворенного углерода при охлаждении чугуна, вследствие снижения растворимости углерода в расплаве.

Бурый дым, образующий при переливах чугуна, состоит из субмикронных сферических частиц, которые образуют агрегаты со средним числом частиц в цепочке 3 – 10 штук. Около 99 % агрегатов имеют медианный размер менее 3 мкм.

По вопросу о механизме образования бурого дыма существуют различные мнения. Большинство исследователей считают, что бурый дым образуется в результате испарения железа или его оксидов. При продувке ванны сталеплавильного агрегата кислородом в реакционной зоне возникают высокие температуры, что обеспечивает интенсивное испарение железа. При продувке ванны воздухом температура в реакционной зоне значительно меньше, чем при продувке кислородом, вследствие чего интенсивность пылеподавления снижается в 5-10 раз. Это свидетельствует в пользу гипотезы об испарительном происхождении бурого дыма.

Образование бурого дыма наблюдается только при наличии диспергирования расплава. Со спокойной поверхности металла или при осторожных переливах при незначительном перепаде высоты выделение бурого дыма практически отсутствует. О тесной связи процесса пылеобразования с процессом диспергирования металла свидетельствует и динамика выбросов при наполнении ковша жидким чугуном. В первый момент наполнения ковша, струя чугуна ударяется о футерованое дно. Образуется большое количество брызг и интенсивность выделения бурого дыма максимальна за время слива. Через некоторое время на дне ковша образуется слой металла, смягчающий удар. Количество образующихся брызг резко уменьшается и одновременно снижается концентрация пыли в выбросах.

Бурый дым при переливах чугуна образуется в результате взаимодействия брызг металла с кислородом газовой фазы. Теоретически возможны три механизма взаимодействия капель чугуна с кислородом:

- окисление углерода на поверхности капли в режиме поверхностного горения;
- окисление углерода в объёме капли через слой закиси железа с образованием пузырька монооксида углерода;
- тотальное горение капли.

Режим поверхностного горения углерода ( $[C] + 1/2 O_2 = CO$ ) на практике не реализуется из-за высокой интенсивности подвода кислорода из газовой фазы к поверхности капли. Поэтому на поверхности капли одновременно с выгоранием поверхностного углерода происходит интенсивное окисление железа, что приводит к образованию на поверхности брызг закисного слоя ( $[Fe] + 1/2 O_2 = (FeO)$ ).

При этом, за счёт тепла экзотермической реакции окисления железа, капля разогревается до температуры, зависящей от размера капли. Если капли разогреваются до температуры около 2500°C, то это приводит к разрушению оксидного слоя и полному сгоранию капли с образованием бурого дыма.

Если капли разогреваются до более низких температур, то образовавшаяся плёнка не разрушается и затрудняет доступ кислорода к поверхности жидкого металла. Поэтому после образования оксидного слоя крупные капли начинают охлаждаться и затем взрываются в результате образования внутри капли пузырька монооксида углерода в ходе реакции  $(FeO) + [C] = [Fe] + CO \uparrow$ .

Наличие графита в расплаве делает возможным образование пузырька CO и взрыв капли. В этом случае вероятность взрыва капля металла, или нет - определяется наличием в ней частичек графита.

При этом образуются более мелкие брызги, которые могут служить источником образования бурого дыма.

Установлено, что механизм образования бурого дыма при переливах чугуна является сложным многостадийным процессом, включающим следующие стадии:

- диспергирование струи чугуна в результате удара о футерованое дно или зеркало металла в ковше с образованием большого количества крупных брызг.
- взаимодействие этих брызг с кислородом газовой фазы, образование на поверхности капель оксидного слоя и разогрев капель в результате экзотермической реакции окисления железа;
- охлаждение капель, образование внутри них пузырька монооксида углерода и взрыв капель с образованием мелких брызг;
- взаимодействие капель, диаметром менее критического, образующихся в результате взрыва крупных капель, с кислородом газовой фазы; разогрев капель до высоких температур, что вызывает интенсивное испарение железа и его оксидов с поверхности капли и образование бурого дыма; процесс окисления капли идет в режиме тотального горения, лимитирующим звеном является подвод кислорода из газовой фазы к поверхности капли.

## СОРБЦІЯ СІРКОВОДНЮ ЗАЛІЗОВМІСНИМИ ГЛИНИСТИМИ СОРБЕНТАМИ НА ОСНОВІ МОДИФІКОВАНИХ СІРИХ ЯЗІВСЬКИХ ГЛИН

К.В. Степова, О.А. Нагурський  
Національний університет "Львівська політехніка"

Особливістю сірих глин, що є відвалами видобутку сірки на Язівському родовищі (Яворівський район, Львівська область), є наявність підвищеного вмісту карбонатів кальцію (магнію) і високого вмісту монтморилоніту. Використання їх як сировини для виробництва будівельних матеріалів унеможлиблюється в основному через негативний вплив надлишкового вмісту карбонатів. Разом з тим, наявність карбонатних включень дає можливість проводити процеси модифікування природної глинистої сировини за рахунок часткового або повного їх руйнування кислими розчинами солей металів з одночасним введенням в склад глини нерозчинних гідролізованих металоформ (гідрокисолой та гідроксидів).

Процеси модифікування природної глинистої сировини катіонами металів дозволяють суттєво впливати на її сорбційні властивості та синтезувати ефективні сорбційні матеріали.

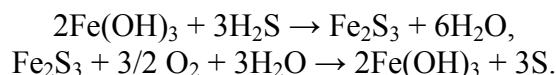
Згідно з літературними даними, найбільш глибоке очищення газів від сірководню забезпечують адсорбційні методи. Як адсорбенти використовують переважно активоване вугілля та інші тверді поглиначі, активною складовою частиною яких є оксиди заліза, цинку, міді. Відомо, що сорбційні властивості глинистої сировини можуть бути суттєво покращені шляхом модифікування поверхні мінералу солями металів:  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  тощо.

Процес взаємодії карбонатомісної глини з розчином хлориду заліза (III) протікає з достатньою інтенсивністю вже при кімнатній температурі. При цьому проходить руйнування карбонатної складової з виділенням  $\text{CO}_2$  та осадженням на глинистій матриці еквівалентної кількості гідролізованих нерозчинних форм хлориду заліза (III).

Процес модифікування проводили до повного знищення карбонатів кальцію (магнію) з метою одержання зразків з максимальним вмістом гідроксиду заліза.

Можливість введення в структуру глинистого мінералу гідроксидів заліза замість карбонатної складової дає перспективу для створення сорбентів-катализаторів знешкодження викидів сірководню, а відпрацьований сірковмісний сорбент повинен проявляти активність в процесах поглинання випарів ртуті.

Процес знешкодження сірководню такими сорбентами відбувається аналогічно процесу знешкодження гідроксидом заліза. При цьому протікають такі реакції:



На першій стадії поряд з утворенням сульфиду заліза (III) утворюється деяка кількість  $\text{FeS}$ . Внаслідок проходження процесу хемосорбції спостерігається почорніння маси сорбенту. Протікання другої стадії (окиснення сульфідної сірки) забезпечується наявністю в газі, що подається на очищення, кисню та водяної пари. Швидкість реакції поглинання сірководню залежить від доступності поверхні  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , тобто від пористості поглинаючої маси.



Сорбенти одержані на основі модифікованої сполуками заліза (III) бентонітової карбонатомісної глини язівського родовища сірки, є змішано-пористими матеріалами. Експериментально була визначена насипна густина  $\rho_n = 980$  г/л і формувальна вологість  $\varphi = 30,14$  %. Поглинаюча здатність (ємність) адсорбенту визначається концентрацією адсорбату у ваговій одиниці адсорбенту. Вона залежить від природи адсорбенту, величини і характеру його пористості, температури процесу, властивостей адсорбтиву, його концентрації в оточуючому адсорбент середовищі.

Величину максимальної сорбційної ємності визначали шляхом періодичного чергування циклів пропускання сірководню і регенерації.

Встановлено, що при однократному пропусканні сорбційна ємність по сірководню складає близько  $35,9$  см<sup>3</sup>/г модифікованої глини. При збільшенні кратності пропускання каталітична сорбційна активність зразків монотонно спадає і досягає повного насичення при 21-кратному пропусканні. При цьому вміст сірки в зразках досягає 34 % мас.

Згідно з одержаними результатами, найбільш оптимальне використання глинистого сорбента, що містить гідроксид заліза – шестикратне.

Отже, багатократне зростання часу працездатності даного сорбенту можливе у випадку невеликих об'ємних концентрацій сірководню у вентиляційних викидах (0,2-0,5 % об.).

За характером процесу адсорбції даний сорбент сірководню може застосовуватися в процесі з циркуляцією газу. Існує можливість використання одержаних сорбентів для знешкодження сірководню в низькоконцентрованих вентиляційних викидах. В цьому випадку процеси сорбції та регенерації проходять одночасно без виділення токсичних речовин. Поява сірководню на виході не спостерігається протягом довгого часу, а кількість осадженої на поверхні сірки еквівалентна до кількості сірководню, пропущеного з сірководневоповітряною сумішшю.

Як вже було вказано, вміст сірки у відпрацьованому сорбенті досягає 34 % мас. Тому виникає питання можливості виділення цієї сірки із сорбенту з метою відновлення його сорбційних властивостей або подальшого його використання.

Рекуперацію сірки із відпрацьованого поглинача зазвичай проводять шляхом його відпалу або обробкою розчинниками (сірковуглець, тетрачлоретилен) з подальшим відділенням екстрагованої сірки кристалізацією або відгонкою розчинника. Але враховуючи невисоку механічну міцність і низьку вартість сорбенту, його повторне використання з поверненням в цикл після рекуперації сірки є недоцільне.

Разом з тим такий сірковмісний сорбент повинен проявляти активність в процесах поглинання випарів ртуті.

Наявність сірки в зразках сорбентів, одержаних після пропускання сірководню призводить до збільшення їх сорбційної здатності, причому сорбційна здатність із збільшенням вмісту сірки зростає.

Отже, оскільки природні глинисті мінерали класу бентонітів можуть бути використані як ефективні сорбенти широкого призначення, зокрема для сорбції сірководню. З урахуванням значних запасів наявної сировини їх використання є досить перспективним.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНВЕРТЕРНОГО ШЛАКА В ВАГРАНКАХ

Е.П.Побокина., В.И Ростовский, М.М.Перистый  
Донецкий национальный технический университет

Металлургические шлаки – ценное сырье для производства строительных материалов. Однако эти материальные ресурсы используются пока недостаточно. Из-за чего с каждым годом в отвалах прибавляется огромное количество шлака. Сталеплавильные шлаки частично (лишь до 20%) в качестве оборотного продукта в аглодоменном и сталеплавильных процессах.

Переработка и использование шлаков не только расширяет сырьевую базу производства строительных материалов, но и экономит флюсы при производстве черных металлов. При этом повышаются технико-экономические показатели металлургических процессов, а также значительно экономятся природные минеральные ресурсы. Наиболее ценным материалом для металлургических процессов является конвертерный шлак, в котором более 80% содержится ценных компонентов (CaO, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaF<sub>2</sub> и др.). Кроме этого, в нем содержится до 20% Fe<sub>мет.</sub>

При замене в металлургических процессах известняка конвертерным шлаком улучшается тепловой баланс процесса. Ниже приведены результаты рассчитанного нами теплового баланса замены известняка конвертерным шлаком по следующим статьям, кДж/кг:

- затраты тепла на нагрев известняка до температуры диссоциации – 1752,3

- затраты тепла на разложение CaCO<sub>3</sub> – 996,8

- затраты тепла на нагрев CaO до температуры 1573 К – 142,8

- количество тепла уносимого с 0,44 кг CO<sub>2</sub> – 359,5

Суммарное количество тепла, расходуемое на 1 кг известняка – 3251,4 кДж/кг.

Затраты тепла на нагрев конвертерного шлака до температуры 1573 К составят 1928,3 кДж/кг

Проведенные ранее другим автором термодинамические расчеты показывали, что затраты тепла на получение шлакового расплава с использованием известняка примерно в 1,5-1,7 раза больше, чем при применении конвертерного шлака, что практически совпадает с нашими расчетами(1,69).

Наряду с использованием конвертерного шлака в металлургических процессах нами предлагается использовать конвертерный шлак в литейном производстве при переплавке чугуна в вагранках. Шлакообразование в вагранке - процесс неизбежный и технически необходимый для получения высококачественного металла. Как известно, для создания в металлургическом процессе определенной шлаковой обстановки применяются различные флюсы. При плавке чугуна в вагранке в качестве флюса используется в основном известняк, который содержит CaO 49-52% .

Применение сталеплавильного шлака испытывалось в России в чугунолитейных цехах на Магнитогорском меткомбинате и Верхнее-Исетском металлургическом заводе. Нами проведены промышленные исследования по использованию на Макеевском труболитейном заводе конвертерного шлака Енакиевского металлургического завода.

На данном заводе постоянно в работе находились 3 вагранки. В качестве флюсов применяли известняк фракции 30-90 мм и плакиковый шпат. Расход известняка составлял 4-5% от массы металлозавалки. В шихте использовали литейный и

передельный чугун, 45%-ный ферросилиций, ферромарганец, феррофосфор и стальной лом. Топливом являлся литейный кокс.

Используемый известняк имел следующий химический состав, %: 1,43 SiO<sub>2</sub>; 2,32 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 51,62 CaO; 0,63 MgO; 0,055 P; 0,01 S; 0,26 Fe<sub>общ</sub>; 42,3 П.П.П.В процессе исследований отбирали пробы ваграночного шлака и чугуна как при работе с известняком, так и при работе с конвертерным шлаком. Проведенные исследования показали, что при применении конвертерного шлака с заданным расходом кокса стал более горячим ход плавки, повысилась температура чугуна и ваграночного шлака, и он стал более жидкоподвижным. В ваграночном шлаке через 2,5 часа после загрузки конвертерного шлака количество кремнезема увеличилось, а через 6 ч работы содержание его было таким же, как и в шлаке текущего производства. Содержание FeO<sub>общ</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MgO в ваграночном шлаке снизилось значительно, а количество серы повысилось. Снижение содержания указанных элементов связано с увеличением общего количества ваграночного шлака. Увеличение количества ваграночного шлака при использовании конвертерного шлака связано с тем, что при одинаковом количестве CaO в известняке и используемом конвертерном шлаке, кремнезем последнего переходит в шлаковую фазу, а CO<sub>2</sub> известняка уносится с уходящими газами.

Для обеспечения жидкоподвижности ваграночного шлака обычно используют плавиковый шпат, о чем свидетельствует наличие CaF<sub>2</sub> в химсоставе ваграночного шлака. При использовании конвертерного шлака плавиковый шпат не применяли, однако шлак был жидкоподвижным, легко обрабатывался из вагранки.

Показатели работы литейного цеха с добавкой (опытный период) и без конвертерного шлака (сравнительный период) приведены ниже:

Показатели	периоды	
	опытный	сравнительный
Добавки, кг/т чугуна		
Известняка	-	4,0
Конвертерного шлака	2,5	-
FeSi	3,88	5,35
FeMn	0,22	0,09
FeP	0,62	0,40
Температура чугуна на выпуске, С	1336	1326
Произведено труб, т/сут	5131	5123
Брак труб, %	2,0	2,1
Химанализ чугуна, %:		
C	3,63	3,62
Mn	0,39	0,39
Si	1,96	2,0
S	0,079	0,080
P	0,256	0,24

Таким образом, при замене известняка конвертерным шлаком снижается себестоимость труб, а также внедряется ресурсосберегающая технология с улучшением состояния окружающей среды.

## ЗАКЛАДКА ОТХОДОВ СОДОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ОТРАБОТАННЫЕ СОЛЯНЫЕ СКВАЖИНЫ

А. В. Шестопапов, М. А. Цейтлин

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

В настоящее время многотоннажные отходы содового производства в большинстве случаев сбрасываются в шламонакопители (так называемые "белые моря"), занимающие сотни гектаров земельных угодий и требующие для своего строительства и содержания очень больших капитальных затрат. Складирование в наземных полигонах и сброс жидких отходов в подземные водоносные горизонты не решает проблемы и приводит к еще большему нарушению природных экологических равновесий.

Актуальность темы заключается в необходимости разрешения проблемы накопления и складирования отходов содового производства на территории предприятия и в заводских шламонакопителях.

В этой связи использование подземных, глубокозалегающих камер с контролируемыми геометрическими параметрами, образуемых методом подземного растворения каменной соли, находит широкое применение в мировой практике для захоронения промышленных отходов различного назначения.

Целью данной работы является определение скорости оседания шлама и состава шламовой суспензии с учетом добавок, что необходимо для разработки рекомендаций по аппаратно-техническому оформлению процесса подготовки и закачки суспензии и интенсификации параметров рассолопромысла.

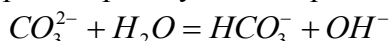
Для проведения исследований был синтезирован рассол хлорида натрия, соответствующий требованиям к составу рассола «Плана горных работ рассолопромысла АООТ «Сода» (1997 год) и содержащий (% масс): NaCl -25.85; MgCl<sub>2</sub> - 0.12; CaCl<sub>2</sub> - -0.03; CaSO<sub>4</sub> - 0.14; плотность рассола при 20°C -1.186 г/см<sup>3</sup>; при 10°C, что соответствует температуре в камере подземного выщелачивания, плотность такого рассола составит 1,191 г/см<sup>3</sup>.

Полученные зависимости скорости осаждения шлама в рассоле хлорида натрия от соотношения рассола к шламу представлены на рисунках 1-5.

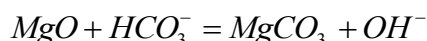
После осаждения основного количества шлама жидкая фаза содержит небольшое количество взвеси карбоната кальция и оксида магния.

С целью осаждения оксида магния и получения осветленной жидкой фазы в процессе приготовления суспензии добавляли соду Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, как наиболее доступный и дешевый растворимый карбонат, в количестве, обеспечивающим содержание в исходном рассоле 1% масс Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (рисунок 2) и 3% масс Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (рисунок 3).

При растворении карбонат натрия гидролизует с образованием бикарбонат иона HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>:



Образование карбоната магния протекает в соответствии с уравнением химической реакции:



Высвобождающийся при растворении карбоната натрия и осаждении карбоната магния ион OH<sup>-</sup> дает слабощелочную реакцию: рН жидкой фазы: 7,8 (1% масс Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), 8,4 (3% масс Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>).

В исходном рассоле присутствует хлорид кальция в количестве 0,03% масс, поэтому при добавлении соды первоначально наблюдалось увеличение количества мелкодисперсной взвеси за счет образования карбоната кальция.  $PP_{CaCO_3} = 0,87 \cdot 10^8$ , поэтому его осаждение будет происходить в первую очередь.

Образованием мелкодисперсной взвеси карбоната кальция можно объяснить некоторое уменьшение скорости осаждения шлама по сравнению со скоростью его осаждения в рассоле без добавления соды (рисунок 1). Однако, через 8-12 часов происходило полное осветление жидкой фазы, о чем свидетельствуют результаты ее химического анализа; содержание  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  ниже, чем в исходном рассоле хлорида натрия.

Также были выполнены эксперименты по осветлению жидкой фазы традиционным способом с добавлением полиакриламида; полученные результаты представлены на рисунках 4-5.

Полиакриламид используют на предприятиях калийной и соляной промышленности в качестве коагулянта для осаждения глинисто-солевого шлама и осветления растворов; расход составляет: 50-120 г 100% ПАА на 1 т нерастворимого в воде остатка (н.о) в исходной руде.

При проведении эксперимента полиакриламид добавляли в процессе приготовления суспензии шлама в рассоле хлорида натрия в виде 0.10%-ного водного раствора в количестве: 30 г 100% ПАА на 1 т шлама (в пересчете на сухое вещество) - рисунок 4; 100 г 100% ПАА на 1 т шлама - рисунок 5. Полное осветление жидкой фазы наблюдалось через 2-3 часа после осаждения основного количества шлама при расходе 30 г ПАА на 1 т шлама; при увеличении расхода ПАА до 100 г на 1 т шлама заметной интенсификации процесса осветления не наблюдалось.

Полученные результаты показывают, что наибольшая эффективность осветления жидкой фазы достигается при использовании полиакриламида: через 2-3 часа получаем кондиционный рассол хлорида натрия, не содержащий взвешенных частиц. Поэтому можно рекомендовать использование полиакриламида в процессе приготовления шламовой суспензии для осветления рассола хлорида натрия в количестве 30-50 г 100% ПАА на 1 т шлама.

На основании полученных экспериментальных данных зависимость скорости осаждения карбонизированного шлама в рассоле хлорида натрия от соотношения рассола к шламу (Ж:Т) можно описать уравнением:

$$V = 0.07 \ln R - 0.02, \text{ где}$$

V - скорость осаждения, мм/с;

R - соотношение Ж:Т

Выполненные исследования позволили рекомендовать проведение стадии приготовления шламовой суспензии при соотношении Ж:Т=5-6.

При соотношении Ж:Т=5-6, что в пересчете на «натуру», с учетом влажности шлама 35,51% и суммы солей в жидкой фазе шлама 0,38%, составит 2,8-3,5, скорость осаждения шлама достигает 0,1 мм/с, что соответствует 0,36 м/час; при этом плотность шламовой суспензии составит 1,28-1,30 т/м<sup>3</sup>.

Значение скорости осаждения шлама (0,36 м/час) необходимо учитывать при проектировании трубопроводов для транспортировки суспензии на кладку в подземную камеру. Пульповые насосы, используемые в калийной соляной промышленности, типа «Гр» обеспечивают скорость ~ 1 м/с (60 час), что гарантирует транспортировку шламовой суспензии без осаждения шлама в трубопроводе.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ НА ЗАО «ДОНЕЦКСТАЛЬ» - МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД

М.Г. Сомик, А.В. Кравченко  
Донецкий национальный технический университет

Экологические проблемы доменного производства ЗАО «Донецксталь» - металлургический завод» связаны с образованием большого количества железосодержащих отходов, которые либо используются не рационально, либо вывозятся в отвалы и загрязняют окружающую среду.

Колошниковая пыль образуется в процессе выплавки чугуна в количестве 37705 т/год или 100-110 т/сутки. Она полностью отгружается на аглофабрики других предприятий или на предприятия цементной промышленности.

Шлам доменных газоочисток образуется в процессе очистки доменного газа в оборотном цикле доменных газоочисток в количестве 23730 т/год. При планируемом увеличении производства чугуна до 1,9 млн. т/год количество подлежащих утилизации шламов текущего производства может достичь 40000 т/год. В настоящее время почти все шламы после сгущения вывозятся автотранспортом на Полежаковские отвалы, где накоплено около 540 тыс.т. Шламонакопители завода практически переполнены, свободных емкостей вблизи предприятия нет, а организация складирования вдали приведет к значительным материальным затратам и ухудшению состояния окружающей среды.

Железосодержащие отходы доменного производства представляют ценность, как для агломерационного производства, так и для производства брикетов и окатышей.

На основании опыта работы с отходами, аналогичными образующимся на ЗАО «Донецксталь» - металлургический завод» каф. РТП ДонНТУ предлагает технологическую схему подготовки и утилизации железосодержащих отходов показанную на рисунке. Для ее реализации необходимо строительство участка по обезвоживанию шламов и смешиванию кека шламов с сухими железосодержащими отходами

Для организации подготовки доменных шламов предлагается пульпу шламов от газоочисток подавать по существующим лоткам в два радиальных отстойника диаметром 30 м. Площадь их осветления обеспечивает требуемое качество осветленной воды (100 мг/л), подаваемой после соответствующей подготовки на газоочистку. При этом концентрация твердого в шламе составит 100 г/л. Дальнейшая подготовка доменных шламов, а также шламов разливочных машин и химводоочистки осуществляется в корпусе обезвоживания.

Сгущение шламов осуществляется в радиальном сгустителе. При удельной нагрузке  $0,6 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$  или  $0,06 \text{ т}/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$  по твердому требуемая площадь осаждения составит  $\sim 90 \text{ м}^2$ . При этом достаточно 2 сгустителя диаметром 9 м. При совместном сгущении гидрофобных доменных шламов и гидрофильных шламов разливочных машин и химводоочистки их коагуляция окажет положительное влияние на качество осветленной воды. Слив сгустителей возвращается в радиальные отстойники, а сгущенный до 500 г/л шлам поступает на обезвоживание методом фильтрации.

Для фильтрации предусматривается установка дисковых вакуум-фильтров. При удельной нагрузке  $80 \text{ кг}/\text{м}^2$  необходимо до  $70 \text{ м}^2$  фильтрующей поверхности. Для этой цели можно использовать дисковые вакуум-фильтры ДУ-68-2,5. При этом целесообразно установить 3 штуки: по одному в работе, в резерве и ремонте.

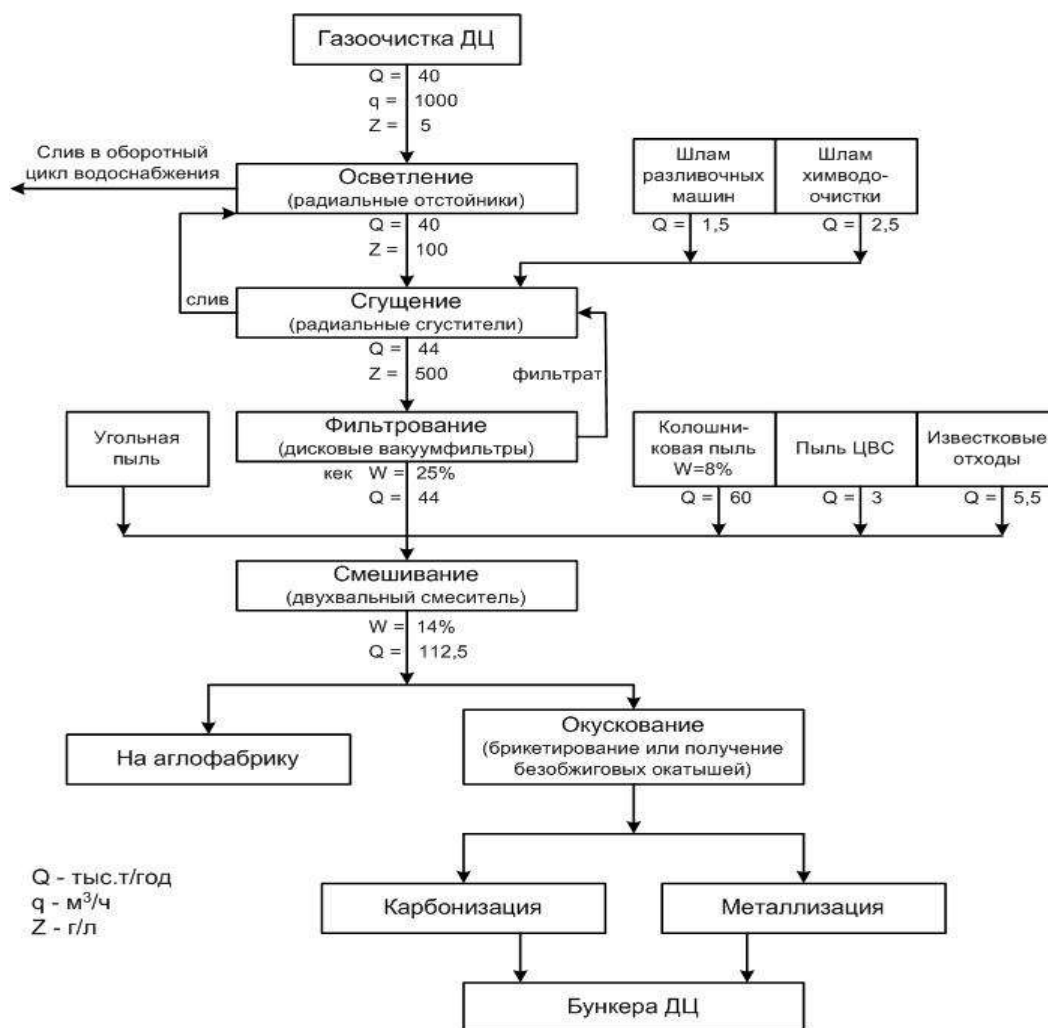


Рисунок – Технологическая схема подготовки и утилизации железосодержащих отходов.

Фильтрат возвращается в сгустители, а кек шлама влажностью 25 % непрерывно конвейером подается в смеситель для смешивания с колошниковой пылью, пылью ЦВС и известковыми отходами, а при необходимости и с угольной пылью. Для непрерывной подачи в смеситель сухих отходов необходимо их складирование в соответствующих бункерах с суточным запасом.

Для смешивания сухих отходов и кека шлама рекомендуется использовать двухвальный лопастной смеситель производительностью до 40 т/ч. Полученную смесь отходов можно отгружать на аглофабрики других предприятий или подвергать окусованию с дальнейшей утилизацией в доменном производстве.

Для упрочнения брикетов или безобжиговых окатышей целесообразно их подвергать карбонизации в соответствующей камере (шахтной или ленточной) увлажненными дымовыми газами, содержащими 20-25 %  $\text{CO}_2$  и имеющими температуру 40-60°C.

Безобжиговые окатыши можно подвергать металлизации, например, в кольцевой вращающейся печи. Для доменного производства желательна степень металлизации до 50 %.

Таким образом, реализация предложенной технологии позволит решить одну из важнейших проблем завода – утилизацию доменных шламов и поднять планку

## СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ И УТИЛИЗАЦИИ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

М.Д. Бидюк

Донецкий национальный технический университет

В настоящее время для Украины актуальной проблемой является утилизация отходов металлургического производства. Из этого следует, что необходимо более широко использовать такой источник сырья, как вторичные материальные ресурсы.

Известно большое количество методов и способов по подготовке и утилизации вторичных ресурсов в электросталеплавильном производстве. Среди них наиболее перспективными могут быть следующие нижеперечисленные методы.

Фирма НКК (Япония) разработала технологию переработки электросталеплавильной пыли с извлечением из нее цинка. Пыль, содержащую около 20 % цинка и 40 % оксидов железа, смешивают с порошкообразным коксом, окатывают и полученные окатыши загружают в ДСП с жидким чугуном. При высокой температуре атмосферы печи оксид цинка пыли восстанавливается коксом и образуются пары цинка, которые снова окисляются кислородом воздуха. Эти оксиды цинка отсасывают и улавливают в рукавных фильтрах, в которые они поступают из дымососа. Оксиды железа пыли также восстанавливаются и более 70 % образующегося железа переходит в жидкую ванну чугуна. Осажденная в фильтрах пыль содержит около 75 % ZnO и 15 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Объем пыли снижается до 37 % объема исходной пыли. Из каждой тонны пыли переходит в жидкую ванну 0,28 т железа и образуется 0,2 т жидкого шлака. Обогащенная цинком пыль (более 60 % цинка) легче и с меньшими затратами перерабатывается на цинк, более 99 % диоксинов, содержащихся в исходной пыли, разрушаются при высокотемпературной ее переработке. Образующийся в ДСП нетоксичный шлак можно использовать в качестве строительного материала.

Новый процесс переработки пыли разработан с использованием ее микроволнового нагрева, он позволяет быстро и селективно нагревать материалы, ускорять процессы при использовании катализаторов, так как они протекают на молекулярном или атомном уровне, снижать выбросы технологического газа в атмосферу, уменьшать тепловое воздействие на футеровку печи. Микроволны способны нагревать различные кислород- и углеродсодержащие шлаки и пыли черной металлургии. На первом этапе процесса протекает преимущественно восстановление Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, так как ZnO стабилен при температуре менее 900 °С. При температуре более 900 °С начинается восстановление ZnO и испарение цинка. На втором этапе процесса при температуре выше 1200 °С скорость восстановления становится большой и почти весь цинк удаляется из пыли. Установлено, что почти 100 % цинка и почти 100 % свинца удаляются в микроволновой печи через 20 мин. Цинк и свинец могут быть полностью восстановлены из пыли черной металлургии в процессе микроволнового нагрева при добавках в них достаточного количества графита.

Разработана новая технология для извлечения железа и цинка из высокотемпературных отходящих газов ДСП с помощью коксового фильтра и цинкового конденсатора. Технические газы из ДСП проходят через коксовый фильтр, температура в котором поддерживается на уровне 1000 °С; при этом пыль собирается в коксовом фильтре.

Газ, прошедший фильтр, содержит пары цинка и свинца. Эти пары



конденсируются, в конденсаторе газ быстро охлаждают с 1000 °С до 450 °С. Конденсированные цинк и свинец в жидком виде собираются в нижней части конденсатора. Основные функции коксового фильтра заключаются в восстановлении оксида цинка и пропуске через него пара цинка, в сборе компонентов железа и шлака, разложении диоксинов. Содержание пыли в отходящих газах повышается с уплотнением печи и составляет 150 – 300 г/м<sup>3</sup>. Температура кокса поддерживается на уровне 1000 °С за счет теплоотдачи стен фильтра. В центре фильтра температура кокса ниже вследствие реакции газификации кокса. Эффективность осаждения железа пыли в фильтре составляет около 97 %. Скорость разгрузки кокса из фильтра зависит от качества кокса, в основном от его пористости.

Фирма “Diado Steel” (Япония) разработала новый процесс обработки пыли и шлака, названный “DSM” (DSM: “Diado Special Method of Dust Slag Melting”- “Специальный метод плавления пыли и шлака фирмы Diado Steel”). DSM представляет собой процесс, в котором электросталеплавильная пыль плавится вместе с восстановительным шлаком посредством специально спроектированной кислородно-топливной горелки, с получением окислительного шлака и вторичной пыли. Окислительный шлак является полностью безвредным.

Сущность процесса DSM заключается в следующем: смесь пыли и шлака плавится с целью превращения в окислительный шлак, который используется для строительства дорог (поскольку пыль электродуговых печей и восстановительный шлак состоят, главным образом, соответственно, из оксида железа и оксида цинка, а также из оксида кальция и диоксида кремния). В то же время цинк концентрируется во вторичной пыли, которая утилизируется при плавлении цинка. В результате стало возможным полностью утилизировать пыль электродуговых печей. Поскольку и пыль, и шлак находятся в виде порошка, они могут быть расплавлены горелкой с высокой температурой пламени.

В таком случае смесь пыли и шлака можно вдвухать в пламя непрерывно и полностью расплавлять благодаря высокой температуре. Этот процесс осуществляют без какой-либо предварительной обработки пыли и шлака, повышающих стоимость продукта. Процесс DSM реализовали для того чтобы полностью рециркулировать пыль электродуговых печей и восстановительный шлак, кроме того он является весьма эффективным с точки зрения разложения диоксинов, содержащихся в пыли электросталеплавильного производства.

Основные характеристики процесса DSM следующие: полное расплавление, посредством специально спроектированной топливно-кислородной горелки, обеспечивает возможность стабилизации пыли электродуговых печей и восстановительного шлака; сравнительно простое оборудование и его относительно простая эксплуатация являются вполне подходящими для обработки пыли и шлака непосредственно на заводе; эксплуатационные затраты ниже, чем в случае обычного метода; процессом DSM можно обработать и другие промышленные отходы; процесс DSM является весьма эффективным для разложения диоксинов.

Таким образом, из существующих в мире способов и методов подготовки и утилизации вторичных ресурсов электросталеплавильного производства необходимо использовать и внедрять наиболее современные технологии для достижения максимального экономического и экологического эффекта. Поиск приемлемой технологии является наиболее важным фактором для развития электросталеплавильной отрасли в Украине.

## **ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК К ЭЛЕКТРОЛИТУ НА ОСНОВЕ БОРФТОРИСОВОДОРОДНОЙ КИСЛОТЫ НА СКОРОСТЬ ОСАЖДЕНИЯ СВИНЦА ПРИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ОТРАБОТАННЫХ СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ**

Я.А. Деменкова, В.В. Белоусова, А.И. Сердюк

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

Свинцово-кислотные аккумуляторы (СКА) составляют до 75% всего вторичного свинцового сырья. На их изготовление в мире расходуется более 60% производимого свинца. Кроме того, СКА относят к классу опасных отходов, что требует особо тщательного рассмотрения вопроса их переработки

В Донбасской национальной академии строительства и архитектуры также проводятся исследования, посвященные оптимизации процесса электрохимической переработки свинцово-кислотных аккумуляторов с применением щелочных и кислотных электролитов.

В данной работе рассмотрено влияние добавок спиртов (глицерина, этиленгликоля, изопропилового спирта), уксусной кислоты, различных поверхностно-активных веществ (ПАВ) к борфтористоводородному электролиту на скорость электрохимического осаждения свинца на катодах с целью определения возможности использования электролита нового состава для переработки отработанных СКА при разных температурных режимах.

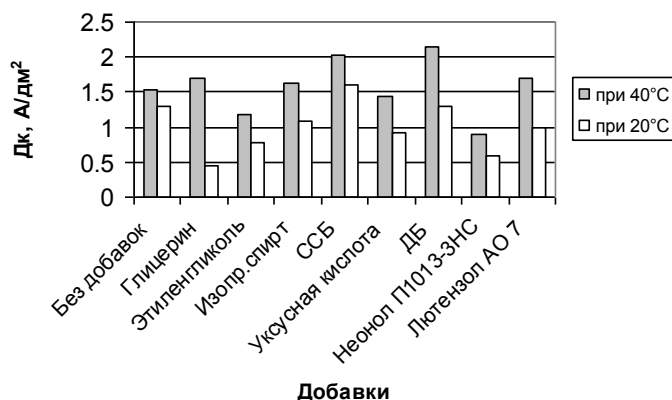
Использовался электролит следующего состава, г/л: карбонат свинца - 28, борная кислота - 30, борфтористоводородная кислота - 180. В качестве добавок к исходному электролиту применялись вещества в концентрациях: глицерин, этиленгликоль, изопропиловый спирт, уксусная кислота – 10 г/л; сульфитно-спиртовая барда (ССБ), додецилбензолсульфонат натрия (ДБ), неонол, лютензол АО-7 – 1 г/л.

Для определения допустимой плотности тока использовали ячейку Хулла объемом 250 мл, скорость растворения - в прямоугольной электролитической ячейке из оргстекла рабочим объемом 115 мл.

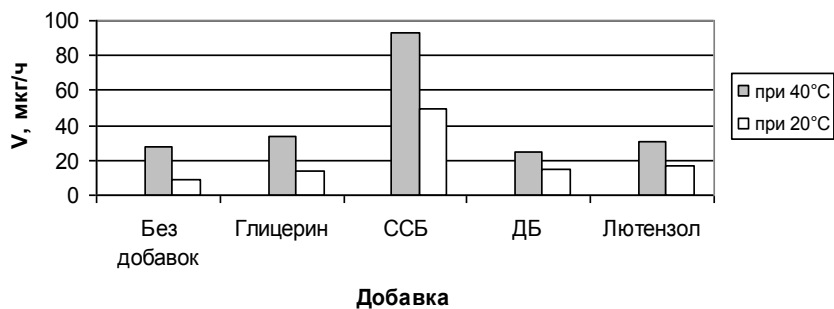
Ток на ячейку подавался от источника постоянного тока с регулируемым напряжением с диапазоном силы тока 0-1,5 А, напряжения - 0-10 В. В качестве катодов применялись свинцовые пластины толщиной 0,1 см размером 3x8 см, в качестве анодов - фрагменты аккумуляторных решеток того же размера. Электролиз проводился при температуре электролита 20°C и 40°C при перемешивании с помощью лабораторной магнитной мешалки. Контроль содержания свинца в электролите производился комплексометрическим методом.

Из гистограммы 1 видно, что ведение процесса электроосаждения свинца из борфтористоводородного электролита при 20°C нецелесообразно, поскольку значения допустимой катодной плотности тока при введении любой из добавок при этой температуре ниже, чем при 40°C. Наибольшая допустимая катодная плотность тока достигается при введении в электролит ПАВ ДБ, ССБ, Лютензола АО-7, а из класса спиртов – глицерина.

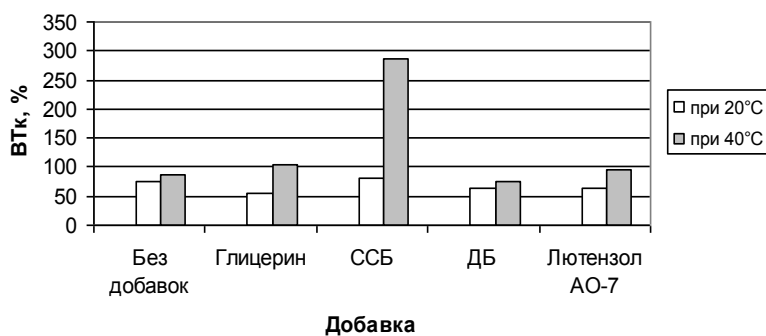
**Гистограмма 1 - Влияние добавок на допустимую катодную плотность тока**



**Гистограмма 2 - Влияние добавок на скорость осаждения свинца**



**Гистограмма 3 - Влияние добавок на катодный выход по току**



Для определения характера влияния указанных добавок на исследуемые параметры, нами проводились опыты при постоянной рабочей катодной плотности тока равной 0,36 А/дм<sup>2</sup> при температуре 20°С и 0,95 – при 40°С.

В результате эксперимента был установлен характер и степень влияния данных добавок на скорость осаждения свинца из электролита. Результаты приведены на гистограмме 2.

Из гистограммы 2 видно, что скорость осаждения свинца при 20°С значительно ниже, чем при 40°С. В обоих случаях лучший результат по осаждению показывает ССБ и глицерин и лютензол АО-7. Это также подтверждается опытами по определению катодного выхода свинца по току (гистограмма 3).

В результате анализа приведенных данных можно заключить, что для решения проблемы ускорения процесса осаждения свинца в качестве добавок к борфтористоводородному электролиту подходят ССБ, глицерин и лютензол АО-7. Результаты работы могут быть использованы для дальнейших исследований в этой области.

## **ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ СМОЛИСТЫХ ОТХОДОВ НА ВЫХОД ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ И КОКСОВОГО КОРОЛЬКА ИЗ ШИХТЫ**

Ю.В.Карпович, А.Г.Бородин, И.Г.Крутько  
Донецкий национальный технический университет

В процессе коксохимического производства образуются смолистые отходы. Их количество зависит от состава сырья, ассортимента производимой продукции, соблюдения норм технологического регламента, технического состояния оборудования и составляет примерно 0,25-0,35% от общего объема переработанной угольной шихты.

На коксохимическом предприятии производительностью около 2 миллионов угольной шихты в год образуется 5000-7000 тонн смолистых отходов в год, в целом по отрасли ежегодно – 65000-90000 тонн. Эти отходы содержат токсичные канцерогенные вещества, относящиеся к 1 и 2 классу опасности.

В настоящее время смолистые отходы используют, в основном, в качестве вяжущих материалов для дорожного строительства.

Высокая токсичность такой продукции привела к тому, что наметилась устойчивая тенденция к сокращению, а впоследствии к полному прекращению использования этих материалов. В связи с этим в недалеком будущем коксохимические предприятия столкнутся с острой проблемой утилизации смолистых отходов.

Из существующих технологических приемов утилизации смолистых отходов коксохимии перспективным представляется производство на их основе органической присадки для угольной шихты.

Известно, что включение в состав угольных шихт для коксования смолистых добавок, кроме экологического эффекта (утилизация отходов, снижение выбросов в атмосферу), способствует улучшению технологических параметров процесса коксования (увеличение выхода и улучшение качества каменноугольной смолы, улучшение качества кокса, увеличение производительности коксовых батарей).

Высокотемпературный пиролиз угольной шихты с органической присадкой, осуществляемый в коксовых печах, позволяет использовать энергохимический потенциал отходов. При этом в полной мере решаются задачи ресурсо- и энергосбережения. Коксохимическая технология обеспечивает отсутствие пылегазовых выбросов в атмосферу, улавливание и конденсацию жидких продуктов пиролиза; токсичные вещества, имеющиеся в отходах, связываются в твердом остатке пиролиза – коксе.

Выполненные исследования позволили разработать метод получения органической присадки – смоляной эмульсии из смолистых отходов и изучить влияние этой добавки на выход летучих веществ и коксового королька из угольной шихты.

В качестве смолистых отходов для приготовления эмульсии использовали кислую смолку сульфатного отделения, полимеры бензольного отделения, смолу и масла фенольных отстойников одного из коксохимических заводов. Для проведения испытаний готовили смоляную эмульсию следующего состава (% массовые): кислая смолка – 14, полимеры – 29, смола и масла – 57.

Смоляную эмульсию вводили в угольную шихту в количестве 1-10% от массы шихты.

Выход летучих веществ является показателем структурных особенностей составных частей ископаемого угля, поскольку характеризует количество термически нестабильных атомных группировок, которые отщепляются при данной температуре.

Определение выхода летучих веществ (V,%) необходимо для оценки практической ценности разных видов угля.

При определении выхода летучих веществ необходимо строго придерживаться всех условий методики, отображенной в ГОСТ 6382-80.

Под летучими веществами твердых горючих ископаемых (ТГИ) понимают сложную смесь всех газов и парообразных продуктов, которые образуются и выделяются при нагревании ТГИ без доступа воздуха до определенной температуры. Стандартом предусмотрен нагрев навески угля (1 г) в фарфоровом тигле с притертой крышкой в течение 7 минут в заранее разогретой до  $850 \pm 25^\circ\text{C}$  муфельной печи. Выход летучих веществ аналитической пробы ( $V^a$ ,%) определяется по разности между массой начальной навески угля и массой твердого нелетучего остатка.

После удаления летучих веществ в тигле остается коксовый королек.

Исследование влияния добавки смолистых отходов на выход летучих веществ и коксового королька показало следующее. Выход летучих веществ растет от 32,1% в исходной шихте (без органической добавки) до 36,7% в шихте с увеличением количества добавки с 0% до 10%. Чем больше органической добавки в угольной шихте, тем больше химических продуктов коксования будет выделяться в виде газов и паров, снижая, тем самым, выход кокса. В лабораторных условиях выход коксового королька уменьшился с 67,8% (без добавки) до 63,3% (добавки 10%)(табл.)

Таблица – Распределение органической массы добавки между газовой и твердой фазами

	Переход в летучие вещества, %	Переход добавки в коксик, %	Выход коксика, %
1	37,8	62,2	67,8
2	46,9	53,1	67,6
3	54,8	45,2	67,2
4	58,8	42,2	66,8
5	65,1	34,9	66,2
6	67,2	32,8	65,8
7	69,7	30,3	65,2
8	70,9	29,1	64,8
9	74,1	25,9	64,1
10	77,9	22,1	63,3

Установлено, что в результате термохимических превращений в тигельке без доступа воздуха переход компонентов добавки смолистых отходов в летучие продукты интенсифицируется с повышением количества добавки в угольной шихте. Это выражается в увеличении доли компонентов органической добавки, переходящей в летучие вещества с 37,8% (добавки 1%) до 77,9% (добавки 10%). Соответственно переход добавки в коксовый королек снижается с 62,2% до 22,1%.

Иными словами, количество добавки в шихте влияет на перераспределение органической массы смолистых отходов между газовой и твердой фазами.

Таким образом, анализ полученных данных показал, что введением добавки смолистых веществ в угольную шихту можно направить процесс либо по пути увеличения количества летучих химических продуктов, либо увеличения выхода твердого остатка – кокса.

## К ВОПРОСУ УТИЛИЗАЦИИ ЗОЛЫ НА ТЕПЛОВЫХ СТАНЦИЯХ

В.Н. Балацкая, В.А.Темнохуд  
Донецкий национальный технический университет

Проблема утилизации золошлаковых материалов привлекает последнее время все более пристальное внимание в связи с возможностью получения экономического эффекта за счет их рационального использования. Кроме того, постоянно возрастающие темпы накопления золы и шлака в отвалах ТЭС вызывают серьезную угрозу загрязнения окружающей среды.

До последнего времени использование зол - уноса как техногенного сырья не предусматривалось, отвалы частично рекультивировались и не изучались.

Сейчас, когда происходит экологизация техники, и открываются невиданные ранее возможности научно – технической революции, разрабатываются способы утилизации зол с получением широкого спектра готовой продукции с высокой степенью окупаемости создания новых производств.

В мировой практике утилизации промышленных отходов золошлаковые материалы отличаются широким диапазоном областей их применения – от промышленности строительных материалов до сельского хозяйства.

Одним из вариантов использования золы ТЭС является способ содово-известнякового спекания с предварительным химическим обогащением, благодаря чему возможно получение товарного глинозема марки (степень извлечения - 86%), жидких комплексных удобрений (метасиликат кальция) и белитового шлама - ценной добавки для производства цемента и силикатного кирпича. Степень переработки зол - уноса в промышленные продукты по данной технологии составляет 100%. А незначительное изменение технологического процесса позволяет получать вместо глинозема - коагулянты (ГОХА) - высокорекреационные средства для очистки питьевой и сточных вод.

Высокоглиноземистые золы-уноса являются кондиционным сырьем для производства пропантов - сферических частиц, закачиваемых в низкодебитовые нефтяные и газовые пласты, расклинивающих трещины и резко повышающих продолжительность службы месторождений.

Также известно, что в золе обнаружено более 57 элементарных веществ, часть из которых целесообразно извлекать. Так, например, после щелочной обработки золы и нейтрализации полученного сплава 18% HCl получают скандий чистотой 99,6 %. Кроме того, обогащенность некоторых углей германием достигает таких размеров, что в ряде стран (Япония, Великобритания и др.) он производится преимущественно из золы. Особую ценность представляет германий, который широко применяется в радиолокационных устройствах, полупроводниковых приборах, специальных оптических стеклах и для других целей.

Сравнение характеристик зольных материалов с требованиями стандартов и технических условий показывают возможность использования золы, шлака и золошлаковой смеси для производства аглопоритового гравия, цемента, кирпича, бетонов и строительных растворов, ячеистых бетонов, заполнителей типа гравия, безобжигового зольного гравия, а также для отсыпки дорог, устройств дамб и подстилающих слоев, в приготовлении асфальтобетонов и других областях.

В перспективе золошлаковые отходы ТЭС могут быть рекомендованы для применения в технологических процессах, которые в настоящее время находятся в

стадии исследования: укладка золы – уноса в «сухом» виде для обустройства непригодных земель, производство изделий из шлакокаменного литья, производство золошлакогранулята и азурита на его основе, производство теплоизоляционных материалов (золошлаковаты, силикат опора, ксеносфер и др.).

Также установлено, что золы – уноса имеют повышенное содержание ряда редких элементов, таких как: литий, свинец, олово, цинк, сурьма, ниобий, хром, цирконий, галлий, скандий, иттрий и титан. А в магнитной фракции отмечена концентрация ряда легирующих элементов, таких как никель, кобальт, молибден, марганец и медь.

Работая над внедрением новых технологий по использованию золы ТЭС, большое внимание следует уделять характеристике золы и в частности ее химическому составу. Ниже, для примера, приведен состав химических элементов в золе ТЭС.

C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	Al	V	Ti	Mo	As	Nb	Fe
3,0	0,2	10	0,3	0,5	0,5	0,4	0,12	0,01	0,3	0,2	0,01	0,14	0,02	84

По содержанию основных оксидов минеральная часть золы соответствует требованиям для использования в производстве:

- золоаглопоритового гравия;
- бетона взамен части песка;
- шлакоблоков;
- в качестве легирующего в металлургии;
- в порошковой металлургии, либо для прямого металлургического передела.

В настоящее время большое внимание уделяется использованию золы ТЭС в металлургии. На основе этого в Донецком Национальном Техническом Университете на кафедре РТП был изучен химсостав золы ТЭС и изготовлен брикет из химэлементов этой золы. Принцип действия основан на улавливании золы магнитным сепаратором с дальнейшим ее прессованием и использованием в агломерационном производстве.



Рисунок – Брикет из золы тепловых электрических станций

Данная технология позволяет в комплексе использовать вторичные материальные ресурсы в черной металлургии и получить значительный экономический эффект за счет замены первичных материалов вторичными, полученными из отходов тепловых электростанций. Поэтому предлагаемая технология утилизации является экономически выгодной для металлургического производства и страны в целом.

## ОДЕРЖАННЯ СУЛЬФАТУ АЛЮМІНІЮ З ВІДХОДІВ ВУГЛЕВИДОБУВНОЇ ТА ВОГНЕТРИВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Л.С. Ніфантова, В.Г. Матвієнко, М.Й. Біломеря  
Донецький національний технічний університет

За 200 років видобутку вугілля в Донбасі з'явилося більше 1200 териконів, які займають величезні площі земель, придатних для сільського господарювання. Мільйони тон гірських порід, що накопичені у відвалах, є джерелом високотоксичних викидів у атмосферу та гідросферу. Дошові води вимивають з териконних відвалів сполуки селену, кобальту, міді, ртуті, плюмбуму та інших важких металів і викликають забруднення підземних вод та рослинного покриву прилеглих територій. Далі ці отруйні сполуки через ланцюжки харчування потрапляють у організм тварин та людей, що призводить до важких захворювань. Породні відвали містять сполуки сірки, які за певних умов можуть спричинити самозаймання териконів. Зараз горить або тліє приблизно половина всіх териконів Донбасу. В процесі горіння температура може перевищувати 1000 °С і цей процес супроводжується викидами в атмосферу багатьох високотоксичних речовин: сірчистого ангідриду, сірчаної кислоти, сірководню, монооксиду вуглецю, фенолів тощо. При цьому горіння териконів розтягується на десятиліття.

Всі ці фактори вкрай негативно впливають на здоров'я населення. Наприклад, у Донецькій області смертність перевищує народжуваність у 2,7 раза, а 3,8 млн чоловік живуть в зоні підвищеного ризику.

Постає задача термінового вжиття заходів щодо зниження техногенного навантаження на навколишнє природне середовище, переробки відходів вуглевидобувної галузі. Зараз існує декілька варіантів вирішення цієї проблеми. По-перше, видобуту породу можна знову закладати у шахту. По-друге, оскільки більша частина видобутої породи являє собою глинисті сланці, вона може використовуватись у виробництві будівельних матеріалів: цегли, плитки, стінових блоків тощо. Нарешті, наявність високого вмісту оксиду алюмінію в породних відвалах (15 – 25 %) дає можливість розглядати породу як сировину для видобутку сполук алюмінію.

На нашу думку одним з перспективних напрямків вилучення сполук алюмінію з породних відвалів є метод спікання сировини з сірчаною кислотою при температурі 350 – 450 °С. При цьому утворюється сульфат алюмінію, який можна видалити зі спека водою. Сірчана кислота - дешевий багатотоннажний продукт хімічної промисловості, який зараз не є дефіцитним. З 1 т породи, як свідчать наші дослідження, можна одержати біля 600 кг кристалічного сульфату алюмінію, що знаходить широке застосування як ефективний коагулянт для очищення питної та технологічної води, у виробництві паперу, деревно-волокнистих плит, арболіту, галунів тощо. З сульфату алюмінію шляхом термічної обробки можна одержати глинозем з одночасною регенерацією сірчаної кислоти. При цьому для одержання продукту високої якості треба видалити сполуки заліза, що можна зробити, наприклад, за допомогою жирних кислот.

Зараз в Україні сульфат алюмінію одержують з гідроксиду алюмінію, який виробляють з імпортованих бокситів та сірчаної кислоти. В процесі виробництва гідроксиду алюмінію з бокситів утворюється велика кількість відходів – червоних шламів, що вкрай негативно впливає на стан навколишнього середовища. Заміна імпортованої сировини відходами виробництва не тільки зменшує техногенне



навантаження на навколишнє середовище, але й сприяє підвищенню економічної безпеки країни.

На основі проведених дослідів нами розроблена технологічна схема одержання сульфату алюмінію з породних відвалів вуглевидобувної промисловості. Вона передбачає подрібнення породи, змішування її з сірчаною кислотою, спікання одержаної суміші, витягання сульфату алюмінію з одержаного спіку у розчин, очищення розчину від сполук заліза та кристалізацію солі. Для реалізації цієї схеми можна використовувати стандартне обладнання, яке у великому асортименті є на багатьох непрацюючих виробництвах. Процес одержання сульфату алюмінію з породних відвалів, як свідчать наші розрахунки, є економічно вигідним, оскільки ціна кристалічного сульфату алюмінія зостається стабільною на протязі кількох років і складає близько 100 USD за тону. До того ж залишок (сиштоф), що зостається після вилучення сульфату зі спеку, можна використовувати у виробництві будівельних матеріалів.

Впровадження запропонованої технології сприятиме як вирішенню екологічних проблем (ліквідація териконних відвалів, очищення води), так і організації економічно вигідного виробництва продукту, що користується попитом і знаходить широке застосування.

Ще більш привабливим є виробництво сульфату алюмінію з шамотно-каолінового пилу, який є відходом виробництва вогнетривких шамотних матеріалів і поки що не знаходить кваліфікованого використання. Зараз у відвалах Донбасу знаходяться мільйони тон цього пилу, який постійно забруднює навколишнє середовище. Оскільки шамотно-каоліновий пил містить частинки розміром  $(1,5 - 18) \cdot 10^{-6}$  м, то відповідає потреба в його подрібненні перед спіканням, а високий вміст оксиду алюмінію (28 – 42 %) який знаходиться в кислоторозчинній формі, спрощує процес виробництва і дозволяє досягти високого виходу продукту. В цьому випадку відразу після одержання спік може бути використаний як неочищений коагулянт. У разі використання шамотно-каолінового пилу, як показали результати наших досліджень, ступінь вилучення оксиду алюмінію досягає 80 % і з 1 т цієї сировини можна одержати до 2 т кристалічного сульфату алюмінію з порівняно невисоким вмістом сполук заліза.

Одержаний сульфат алюмінію може бути сировиною для виробництва глинозему, з якого виробляють металічний алюміній, високоякісні високотемпературні вогнетриви тощо.

При цьому до глинозему висуваються жорсткі вимоги щодо вмісту заліза. Тому при розробці технології одержання глинозему з відходів виробництва кислотними способами треба вирішити задачу глибокого очищення солей алюмінію від сполук заліза.

Таким чином, на нашу думку, переробка відходів вуглевидобувного та вогнетривного виробництв з одержанням сульфату алюмінію є не тільки ефективним напрямком боротьби з забрудненням навколишнього середовища, але й економічно вигідним виробництвом.

При розробці промислової технології одержання сульфату алюмінію спіканням з сірчаною кислотою особливу увагу треба приділити знешкодженню газових викидів, що зробить цю технологію екологічно чистою.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗДЕЛЕНИЯ КАТИОНОВ ЦИНКА И НИКЕЛЯ В ПРОМЫШЛЕННОЙ КАРБОНАТНОЙ ПЫЛИ

А.А. Берестовая, Т.И. Зубцова  
Донецкий национальный технический университет

Проблеме рационального использования и рекуперации отходов промышленного производства с каждым годом уделяется все больше внимания. Большой интерес вызывает утилизация отходов станций по очистке сточных вод цехов электрохимических покрытий. Отходы этих цехов представляют собой карбонатную пыль, содержащую никель, кадмий и другие металлы.

Целью данной работы было найти способ разделения цинка и никеля, обеспечивающий полноту выделения цинка, отличающийся простотой, доступностью и дешевизной. Объектом исследования была производственная пыль, состоящая из карбонатов металлов.

Обзор литературы показал, что наиболее распространенным способом разделения цинка и никеля является осаждение ионов цинка в виде сульфидов. Согласно литературным данным, сероводород количественно осаждает цинк в виде  $ZnS$  из сернокислых или муравьинокислых растворов при  $pH=2-3$ . В этих условиях выделение других сульфидов, в частности никеля, не происходит.

Несмотря на ценные аналитические свойства сероводорода, практическое его применение невелико, в первую очередь из-за его токсичности. Кроме того, следует учитывать возможность загрязнения осадков катионами других металлов. Поэтому осадок необходимо 2-3 раза переосаждать. К недостаткам сероводорода относятся также то, что осадки сульфидов получаются мелкокристаллическими и склонными к пептизации при промывании.

Для выделения и разделения тяжелых металлов предлагается применять тиоамиды. Тиоацетамид ( $CH_3-CS-NH_2$ ) наиболее универсальный тиоамид, взаимодействующий со всеми металлами сероводородной группы. Значительный интерес представляют исследования Л. Блоха по выявлению возможности использования тиоацетамида для осаждения ионов цинка из аммиачного раствора, содержащего никель. Автором было показано, что из раствора содержащего медь, никель и цинк, при  $pH=0,9$  можно осадить медь в виде  $CuS$ , в фильтрате после полного удаления сероводорода кипячением и создания аммиачного раствора можно осадить тиоацетамидом сульфид цинка. Следует подчеркнуть, что осадки сульфидов при осаждении тиоамидом получаются крупнозернистые, менее загрязненные посторонними ионами, легкофильтрующимися. Осаждение тиоацетамидом во много раз быстрее и проще, чем осаждение сероводородом. Тем не менее широкого распространения этот метод разделения цинка и никеля не получил, из-за высокой токсичности.

Известны другие методы отделения ионов цинка от ионов никеля. Например, ионообменная хроматография. Ионы  $Zn^{2+}$  образуют достаточно устойчивые комплексные анионы  $[ZnCl_4]^{2-}$ . Их можно извлекать анионитами из солянокислых растворов. При этом достигаются отделение  $Zn^{2+}$  от  $Ni^{2+}$ ,  $NH_4$ ,  $Mg^{2+}$  и других. Однако в промышленных условиях метод мало приемлем.

В последние годы публикуется большое количество работ по комплексам цинка с самыми разнообразными классами органических соединений. Но и эти исследования для практического использования на производствах мало пригодны в силу своей дороговизны, сложности или токсичности.

В ходе проведенных исследований нами были не только изучены, но и опробованы самые различные методы разделения цинка и никеля: осаждение в растворе гидрокарбоната натрия, осаждение раствором фторида натрия, осаждение фосфатов в аммиачной среде, способы разделения, основанные на различной растворимости солей цинка и никеля в органических растворителях: глицерине, изопропиловом спирте, ацетоне, этиленгликоле и других.

Установлено, что целесообразнее всего разделять катионы цинка и никеля, используя различия во взаимодействии этих металлов со щелочами, в частности, найдя оптимальные условия, когда никель практически полностью остается в осадке, а цинк количественно переходит в раствор. Поведение катионов цинка и никеля изучалось как на чистых солях сульфатов  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  и  $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ , так и на модельных растворах смесей катионов  $Zn^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ .

Содержание цинка в исходном растворе и фильтрате, после отделения никеля устанавливали титриметрическим методом. Прямое титрование катионов  $Zn^{2+}$  проводили стандартным раствором комплексона III в присутствии уротропина, создающего  $pH=6$ . В качестве индикатора использовали ксиленовый оранжевый. Обратное титрование катионов  $Zn^{2+}$  проводили в присутствии аммиачного буфера с  $pH=10$  с индикатором эриохромчерным Т. Определение никеля в осадке, растворенном в  $HCl$  (1:1) или  $H_2SO_4$  (1:1) проводили комплексометрическим титрованием с мурексидом прямым способом или с эриохромчерным обратным способом. Кроме того, для определения никеля использовали гравиметрический метод, осаждая катионы никеля спиртовым раствором диметилглиоксима, а также фотометрический метод, основанный на образовании окрашенного комплексного соединения никеля с диметилглиоксимом в щелочной среде.

Путем многократных экспериментов установлено, что главным в осаждении гидроокисей является порядок сливания растворов и концентрация раствора  $NaOH$ . Максимальное извлечение  $Zn^{2+}$  в виде растворимых цинкатов достигается при вливании исследуемого раствора в 10% раствор щелочи, никель при этом практически полностью выпадает в осадок в виде гидроксидов.

Дальнейшие исследования позволили предложить и другой вариант образования растворимых цинкатов натрия и нерастворимых гидроксидов никеля: анализируемую карбонатную пыль смешивали с гранулами  $NaOH$  и минимальным количеством воды до пастообразного состояния, немного нагревали, добавляли воды до 10% раствора щелочи и отфильтровывали осадок гидроксидов никеля. Поиск оптимальных условий разделения цинка и никеля привел к некоторым уточнениям методики. В частности, представляло интерес перевести ионы никеля  $Ni^{2+}$  в гидроксидоксид никеля (III)  $NiO(OH)$ , который получается окислением ионов никеля смесью  $Na_2O_2$  с  $NaOH$  или обработкой бромом щелочного раствора.

Результатом исследований явилась новая методика разделения катионов цинка и никеля, основанная на добавлении к гранулам  $NaOH$  небольшого количества сухого персульфата аммония, что привело к улучшению структуры фильтрующегося осадка и повышению степени извлечения цинка.

Таблица 1 Результат анализа карбонатной пыли

Исходные количества, %	Найденные количества, % n=5 p=0,95	
	в фильтрате	в осадке
Zn – 13,2	12,92±0,53	–
Ni – 5,9	–	5,68±0,21

## ОРГАНИЗАЦИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ШЛАКОВ ЛАТУННОГО ПРОИЗВОДСТВА

С.С. Совпель, А.В. Кравченко  
Донецкий национальный технический университет

Важное место в металлургическом комплексе промышленности Украины занимает вторичная цветная металлургия. Сегодня она является одним из основных источников удовлетворения нужд Украины в цветных металлах. За счет вторичного сырья покрывается более 50 % нужд Украины в медных сплавах.

Цветная металлургия Украины характеризуется разнообразием производств, технологических схем и процессов. На ПО «Донецквторцветмет» латунь выпускается в индукционных канальных печах. При этом наибольшие потери металла связаны с угаром и механическим увлечением крупных капель сплава со шлаками. Общее содержание металла в шлаке может достигать 70-85%, в том числе 30-45% в виде корольков. Анализы шлаков от производства и литья латуни показали, что в них содержится: 35,3-37,0 % Cu и 41,62-39,70 % Zn. Латунные шлаки сыпучие. Сухое измельчение латунных шлаков Донецкого филиала «Вторцветмет» ОАО «АОЗЦМ» г. Артемовска в шаровой мельнице и последующий рассев показали, что содержание металлических корольков во фракции +2,5 мм достигает 19,2%.

Исследования проб шлаков показали, что медь в них находится в основном в металлической форме (24-30%) и в виде сульфидных ( $\text{Cu}_2\text{S}$  – 12-15%) и фтористых соединений. Содержание свободной закиси и труднорастворимых соединений незначительно и составляет 6,9 % от общего содержания металла. Исследования минеральной фазы латунных шлаков показали, что в их состав входят:

- солевая (флюсовая) часть, неоднородная по составу и структуре, характерного темно-серого цвета;
- металлическая часть разнородной структуры и состава;
- оксидная многофазная часть с характерной слоистой структурой;
- стекловидная составляющая, однородная по структуре или состоящая из нескольких частиц.

Значительные потери цветных металлов со шлаками обуславливают необходимость их комплексной переработки. На рисунке показана технологическая схема переработки шлаков латунного производства.

Данной технологической схемой предусматривается загрузка шлака с помощью грейферного погрузчика на приемную площадку полигонального грохота. Грохот оборудован ситом с размером ячейки 300 мм и вентиляционным ставом для отвода пыли к фильтру. После грохочения шлак фракции +300 мм поступает на пластинчатый конвейер для визуальной сортировки. Процесс визуальной сортировки осуществляется оператором. При этом для распознавания цветного металла и черного, что при покрытии оксидной составляющей шлака, весьма затруднено, необходимо использовать датчик «металл-неметалл-магнитный металл». Сбрасывание «опознанного» металла осуществляется с применением исполнительного механизма шибера типа. В процессе визуальной сортировки промпродукт разделяют на готовый концентрат цветных металлов, готовый концентрат черных металлов и оксидную часть.

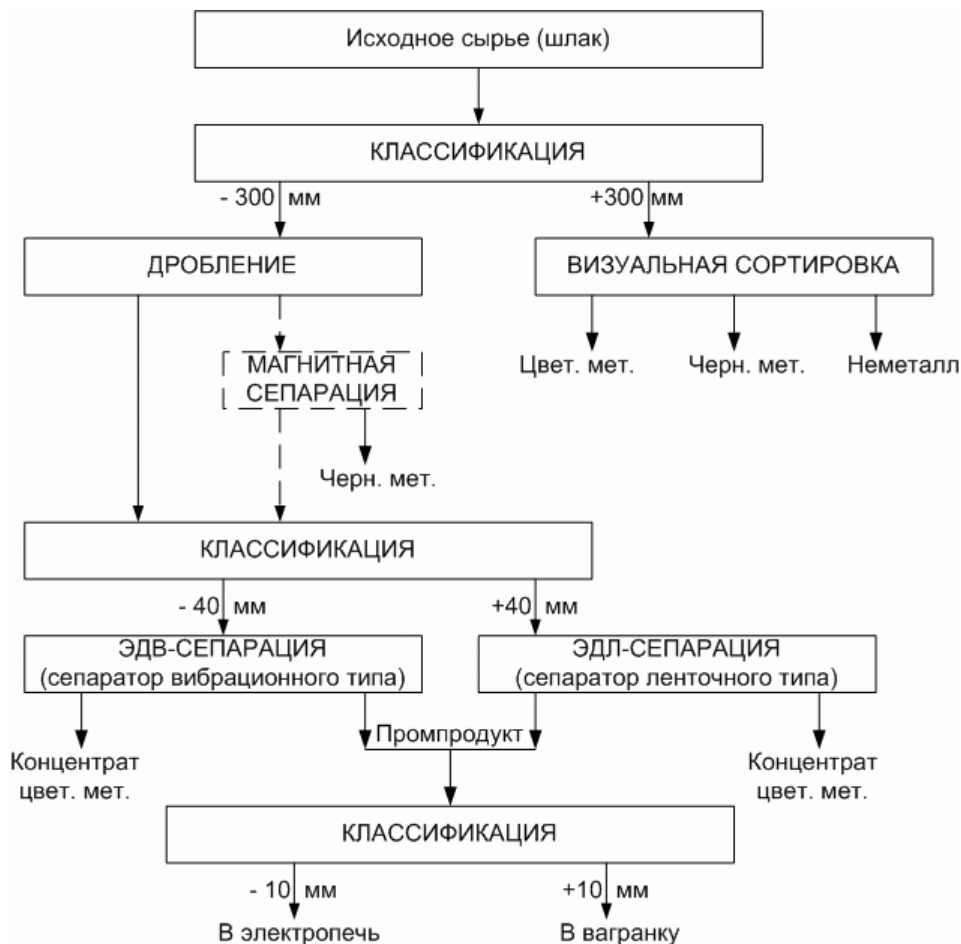


Рисунок – Технологическая схема переработки шлака латунного производства.

Шлак фракции -300 мм попадает в дробилку, где происходит его дробление до более мелких фракций и попадает на барабанный грохот с размером ячейки сита 40 мм. Пыль, образующаяся в процессе дробления, отводится к фильтру. При необходимости после дробления продукт проходит операцию магнитной сепарации с полным извлечением железа.

После процесса грохочения фракция - 40 мм подается на электродинамический сепаратор вибрационного типа. Фракция +40 мм подается на электродинамический сепаратор ленточного типа. Пыль отводится к фильтру.

В процессе электродинамической сепарации вибрационного типа (ЭДВ-сепарации) и электродинамической сепарации ленточного типа (ЭДЛ-сепарации) происходит разделение на готовый концентрат цветных металлов, промпродукт кл. - 40 мм или +40 мм, который отправляется на барабанный грохот с размером ячейки сита 10 мм и пылевой остаток, который отводится к фильтру. После прохождения грохота с размером ячейки 10 мм промпродукт классифицируют на фракцию +10 мм, которая загружается в тару для отправки в вагранку и фракцию - 10 мм, которая загружается в тару для отправки в электропечи. Пылевой остаток отводится к фильтру.

Таким образом, реализация предложенной технологии позволит решить одну из важнейших проблем завода – утилизацию шлаков латунного производства с извлечением меди. При этом с экологической точки зрения данная технология полностью безопасна, так как предусматривает отсос и улавливание в рукавном фильтре всех пылевых выбросов на всех стадиях обработки шлаков.

## УТИЛИЗАЦИЯ ЦИНКСОДЕРЖАЩИХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЫЛЕЙ И ШЛАМОВ

А.О.Каширина, В.И. Ростовский  
Донецкий национальный технический университет

Металлургическая промышленность потребляет широкую гамму минерально-сырьевых и материальных ресурсов, эффективность использования которых определяет уровень себестоимости металлургической продукции и степень воздействия ее производства на окружающую среду.

Производство черных металлов сопряжено с образованием крупнотоннажных дисперсных отходов с высоким содержанием железа, уловленных в системах газоочистки в виде пылей и шламов. Железосодержащие шламы систем газоочисток сталеплавильных агрегатов относятся к наименее утилизируемой группе твердых отходов и большей частью складываются в шламонакопителях, неизбежно загрязняя природные системы.

Проблема утилизации железосодержащих сталеплавильных пылей и шламов черной металлургии связана с повышением в них содержания цветных металлов, в частности цинка, вследствие снижения доли чугуна в производстве стали и увеличения доли оцинкованного лома. При полном освоении мощностей сталеплавильных агрегатов ежегодно в пыли и шламы переходит до 7 тыс. т цинка. Только на Мариупольском металлургическом комбинате им. Ильича со сталеплавильными шламами, содержащими 1,5 – 2% цинка, заскладировано более 50 тыс. т цинка. На Енакиевском металлургическом заводе конвертерные шламы, содержащие 0,68 % Zn, складывают с доменными и частично после соответствующей подготовки утилизируют в аглопроизводстве. На Макеевском и Алчевском комбинатах мартеновские шламы с 3,5 и 1,1 % Zn соответственно складывают с доменными и не утилизируют. Таким образом, на металлургических предприятиях Украины цинксодержащие сталеплавильные шламы либо сбрасываются в шламонакопители, либо, при наличии агломерационной фабрики, частично утилизируются после соответствующей подготовки в агломерационной шихте.

При переработке шламов с повышенным содержанием цинка при агломерации по обычной технологии спекания, удаление цинка практически не происходит. При подаче такого агломерата в доменную печь происходит накопление в ней цинка, а циркуляция его в печи ведет к серьезным нарушениям технологии плавки, настывлеобразованию и может привести даже к разрыву кожуха. При утилизации шламов комплексного состава в строительной индустрии при производстве цемента по ценам значительно меньше себестоимости их подготовки приведет к безвозвратным потерям ценных компонентов. Перспективным направлением является изготовление из обезвоженных по традиционной схеме шламов металлизированных окатышей, окатышей безобжигового упрочнения или брикетов.

Полученные окатыши или брикеты можно использовать в сталеплавильном агрегате в качестве заменителя металлолома. При многократном возвращении пылевыноса в печь будет происходить накопление цинка в пылевыносе. Нами был проведен расчет накопления цинка и свинца в пылевыносе при его рециклинге при различном исходном содержании цинка в шламе. Результаты этого расчета представлены на рисунке.

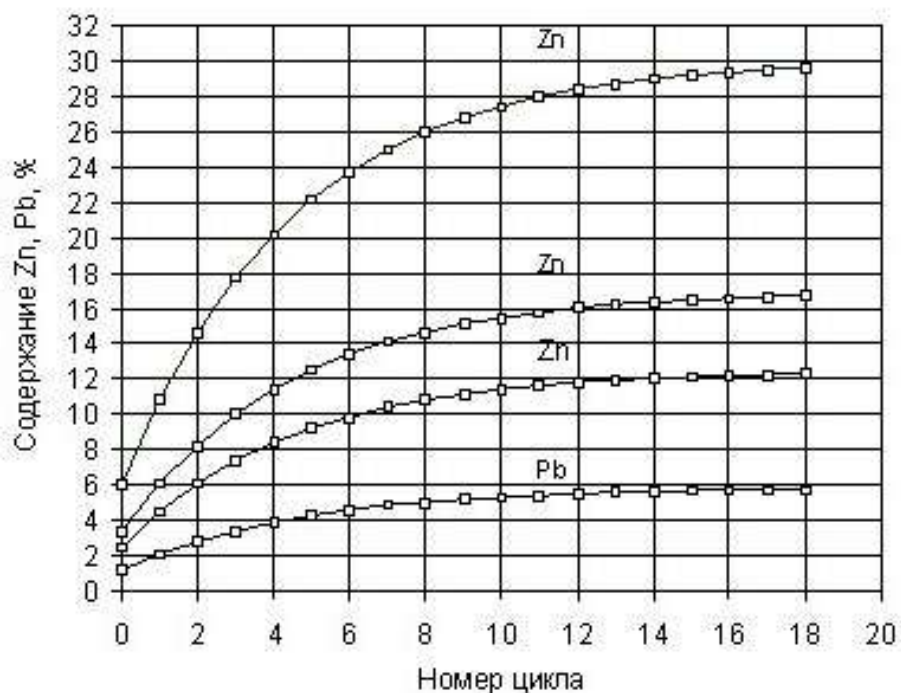


Рисунок - Поведение цинка и свинца при рециклинге пылевыноса

Результаты теоретических расчетов подтверждаются данными экспериментальных исследований. При рециклинге шлама, содержащего 3,39% Zn и 1,17% Pb в мартеновских печах наблюдалось хорошее совпадение теоретических и практических данных по цинку. В то же время практические данные по рециклингу свинца не совпадают. Это можно объяснить вероятным скоплением свинца на подине печи и выпуском его с продуктами плавки, где он испаряется и переходит в газовый фон. В скоротечных конвертерном и электросталеплавильном процессах свинец, по-видимому, будет возгоняться и переходить в пылевынос аналогично цинку.

Для переработки обогащенного пылевыноса на заводах цветной металлургии достаточно иметь содержание 12 – 15% цинка. Однако при этом не решается проблема использования железосодержащей части. Поэтому предлагается осуществлять рециклинг пылевыноса до накопления содержания цинка в районе 12-15% , далее производить обработку шламов с влажностью 6-8% жидкими мартеновскими шлаками. При этом будем получать возгоны цинка – сырье для цветной металлургии и обогащенные железом шлаки, которые можно направлять в доменную печь. При использовании такого кускового продукта в доменной печи будут экономиться агломерат, известняк, марганцевая руда, кокс (не нужно затрачивать энергию для разложения известняка на CaO и CO<sub>2</sub>) . Согласно проведенного расчета общая экономия вышеприведенных шихтовых материалов при использовании 1 т такого продукта составит более 300 грн.

Таким образом, для решения проблемы утилизации цинксодержащих сталеплавильных пылей и шламов существует потенциал в самом сталеплавильном производстве. При их утилизации по предложенной технологии достигается полное использование всех ценных компонентов, содержащихся в пылевыносе сталеплавильных агрегатов, а также существенно улучшается состояние окружающей среды.

## ОКРАШИВАНИЕ ЛЕГКОПЛАВКИХ СТЕКОЛ ТЕХНОГЕННЫМИ ПОБОЧНЫМИ ПРОДУКТАМИ

Ю.М.Ничипорчук, Н.И.Беломеря  
Донецкий национальный технический университет

Стекло является одним из важнейших искусственных материалов, прочно вошедших в культуру, быт и технику людей всего мира.

В связи с быстрым развитием современного строительства предъявляются всё более жесткие требования к традиционным силикатным материалам, как по качеству, так и по эстетическим показателям, что вызывает необходимость создания новых материалов. Повышается интерес к переходу от массовой застройки к индивидуальному архитектурному строительству, а, следовательно, растет художественный подход к дизайну зданий, увеличению производства изделий хозяйственно-бытового и декоративно-художественного назначения.

Одним из путей повышения эстетико-декоративных свойств является использование окрашенных материалов и изделий с декоративными покрытиями, в том числе и стекловидных. Декоративные покрытия наносятся на стеклоизделия с целью повышения его художественно-эстетических показателей. В соответствии с ГОСТ 30407-96 декоративное покрытие- это декор, нанесенный на изделие в виде деколи, а также в виде рисунка или покрытия силикатными красками, препаратами драгоценных и других металлов, диффузным окрашиванием, насыпью из легкоплавкого стекла.

Для окрашивания стекол обычно используют чистые оксиды металлов переменной валентности и их соединения. При этом окраска обусловлена поглощением света за счет d-d перехода электронов или за счет переноса заряда. Это присуще только для соединений переходных элементов. Однако в большинстве случаев они являются дорогими и дефицитными. Поэтому замена дорогих материалов на более дешевые является весьма актуальной задачей.

Нами на основе легкоплавкого боросвинцовосиликатного стекла было предпринята попытка получить окрашенные стекла на основе техногенных продуктов, содержащих красящие компоненты. В качестве красящих материалов были выбраны отходы кожевенного производства, содержащие соединения хрома, а также отработанные катализаторы, химические составы которых приведены в таблице 1.

Таблица 1-Химический состав красящих материалов

Материал	CoO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	MoO <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	NiO	CaO	SiO <sub>2</sub>	ппп
Отработанные катализаторы: ГО-70	5,02	0,24	68,9	0,4	12,3	-	-	-	-	-	13,14
ГИАП-3-6Н	-	-	86,64	-	-	-	-	5,22	-	-	8,14



Хромовый отход кожевенного производства	-	-	-	22	-	29,8	4,48	-	3	1,28	39,441
-----------------------------------------	---	---	---	----	---	------	------	---	---	------	--------

Готовили шихту на основе свинцового сурика, борной кислоты, песка и в каждую из которых вводились выше названные красящие техногенные материалы в количестве 2,5; 5,0; 7,5 (масс. %) соответственно. Таким образом, было получено 9 шихт.

Варку стекол осуществляли в электрической муфельной печи при температуре 1200°C. Проверку готовности стекломассы для выработки определяли путем пробы "на нить" и "лепешку".

В настоящей работе опробован способ декорирования стекла путем нанесения на поверхность бесцветного листового стекла ровного слоя стекловидного покрытия толщиной 0,05-0,1мм, так называемого накладного.

Для последующего облегчения процесса измельчения и помола стекла, расплав стекломассы подвергали фриттованию "на воду". Полученные гранулы размалывали до полного прохождения через сито 0063.

Порошок, что образовался в результате помола, на листовое стекло наносился двумя способами: путем напыления через сито и путем нанесения пасты, приготовленной из стелопорошка и связующего. В качестве связующего использовали канифольно-скипидарную мастику. Для закрепления окрашенного слоя легкоплавкого окрашенного стекла, образцы подвергались нагреву при температурах 600 и 650°C.

В результате термообработки при 650°C на обычном листовом стекле были получены блестящие, хорошо оплавленные пленки окрашенных стекол, характеристика которых приведена в таблице 2. При 600°C оплавление и закрепление стеклопокрытий недостаточное.

Таблица2-Характеристика окрашенных стеклопокрытий

На основе	2,5%	5,0%	7,5%
Отработанных катализаторов: ГО-70	Бледно-серо-голубой	Серо-голубой	Серо-синий
ГИАП-3-6Н	Светло-салатовый	Салатовый	Светло-зеленый
Хромовых отходов кожевенного производства	Светло-желтый	Светло-желто-зеленый	Желто-зеленый

Таким образом, можно констатировать, что, используя отходы производства, содержащие красящие компоненты, получены вполне красивые цветовые характеристики, обеспечивающие декоративность стеклоизделия. При этом следует отметить, что использование этих техногенных материалов в качестве красителей решает проблему их рациональной утилизации и позволяет уменьшить отрицательное воздействие на экологическое состояние окружающей среды.

## ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

В.В. Головка

Харківський банківський інститут Української академії банківської справи НБУ

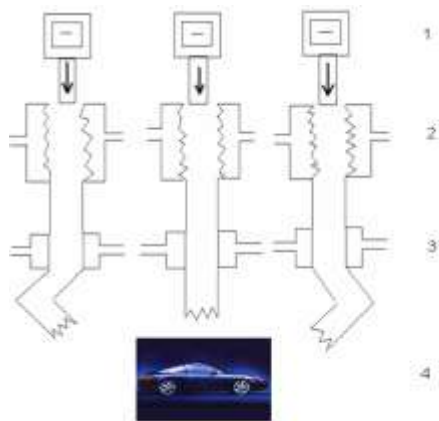
В процесі свого функціонування різні сфери економіки, в тому числі промисловість і сфера послуг, неодмінно створюють продукти чи відходи, які забруднюють навколишнє середовище. Стан природного середовища, в свою чергу, визначає обмеження для розвитку економіки і існування всього живого.

В даній роботі пропонується декілька проектів, в яких застосовані ідеї оригінального способу збору, сортування, з подальшою утилізацією, побутових відходів.

### Сортування сміття.

Сортування сміття стало справжньою проблемою в діяльності переробних заводів. Для її вирішення я пропоную свій проект - проект "сортування на місцях".

Мій проект полягає у оснащенні житлових будинків, підприємств, офісів системами сортування, подрібнення і пресування відходів. На мій погляд, по-перше, слід встановлювати роздільні сміттезбірники, тобто декілька збираючих урн, призначених для різних видів відходів. Далі виконується подрібнення та пресування з подальшим вивозом брикетів сміття.

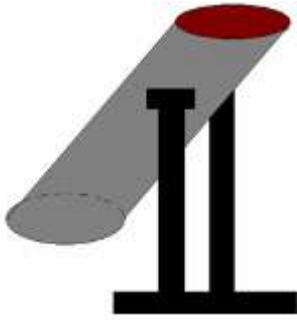


Даний проект реалізується наступними етапами.

1. Збір відходів в окремі сміттезбірники призначені для різних видів матеріалу один від одного.
2. Етап подрібнення призначений для подрібнення відходів, що дозволить збільшити для них місце в сміттезбірних машинах, тобто дозволить вивозити не непридатні відходи, а відходи вже готові для подальшої переробки.
3. Етап пресування та брикетування забезпечує перевезення компактно зібраних відходів.
4. Етап вивозу припускає наявність сміттеперевізних машин з секціями для різних відходів.

### Магнітна урна

Посилаючись на наші життєві спостереження, пропонуємо проект простої вуличної урни з магнітним дном. Як свідчить досвід, люди на вулиці викидають до урн найчастіше папір, фольгу, скляну тару, а також пробки від неї і металеву тару. Звертаючись до досвіду сміттепереробних установ можна зробити висновок, що відокремлення металевих сміття від органічного тягне за собою великі витрати електроенергії та палива на його обробку. Щоб зарадити цій проблемі я пропоную проект, який дістав назву „Магнітна урна”. Принцип роботи урни полягає у тому, що завдяки магнітному дну металеві предмети, при збиранні сміття, залишаються в ній і не змішуються з іншими предметами. Також конструкцію такої урни можна доповнити

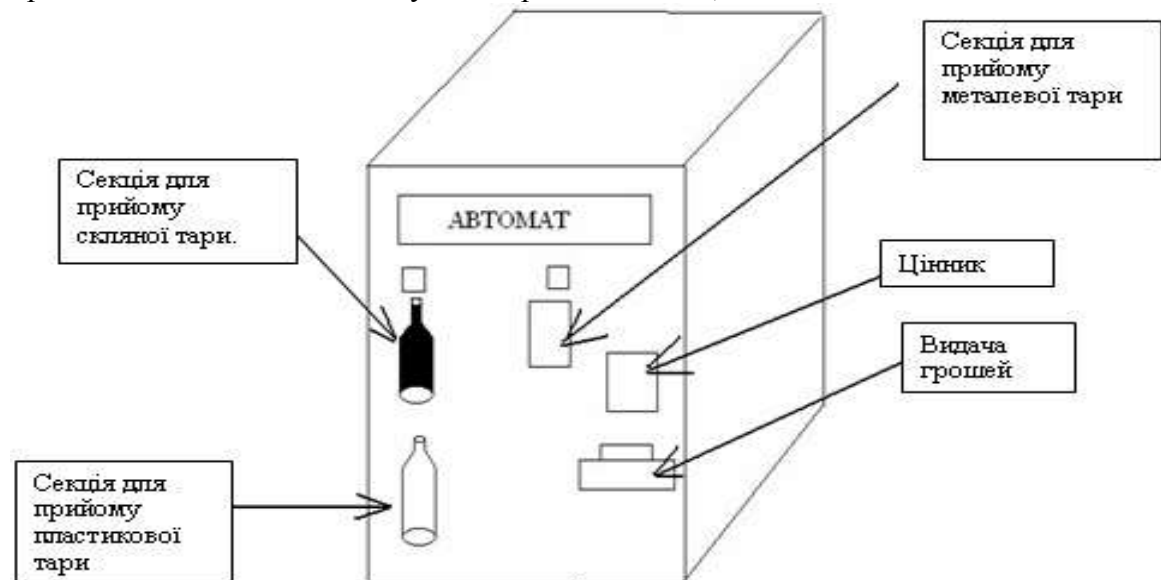


магнітними стінками. Крім того, завдяки новітнім технологіям можливе розміщення в цій урні електронного механізму, який би промовляв слова подяки при попаданні в урну сміття, наприклад: „Дякуємо за те , що Ви не забруднюєте наше місто!”

Урна з намагніченим дном дозволить провести первинне сортування сміття, відділивши частину металевих предметів.

### Тароавтомат

Проходячи по вулицях міста досить часто можна зустріти викинуту скляну або металеву тару від алкогольних та безалкогольних напоїв. Для вирішення цієї проблеми можна оснастити вулиці тароавтоматами, які б мали такий вигляд:



Автомат призначений для прийому скляної, металеві і пластикової тари, незалежно від розміру. При здачі певної кількості тари можливе отримання грошової винагороди за вказаним тарифом.

У автоматі призначена наявність 4-х секцій:

Перша для скляної тари (розподіляє тару до спеціальних ящиків, які знаходяться всередині автомату, щоб уникнути пошкоджень тари).

Друга і третя - для пластикової і металеві тари з наявністю пресувального механізму і складуючих відділів.

Четверта - в якій знаходяться гроші, для розрахунку після здання тари.

За відсутності грошей - автомат автоматично закриває приймальні секції.

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИРОБНИЦТВА ГЛИНОЗЕМУ З ГЛИНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ

О.О. Удодов, А.Ю. Шевченко  
Донецький національний технічний університет

Оксид алюмінію або глинозем, є основним вихідним матеріалом для виробництва алюмінію. Крім цього він використовується й в інших сферах народного господарства: для виробництва багатьох видів кераміки, різних сортів скла, нанесення покриттів для захисту металів від окислювання, дії агресивних середовищ і ерозійного зносу, і т.д.

Алюміній має високу хімічну активність і тому в природі зустрічається тільки в зв'язаному стані у формі різних мінералів і гірських порід. Близько 250 різних мінералів містять алюміній. Проте основною сировиною для виробництва глинозему служить боксит (приблизно 95% світового виробництва глинозему). Пояснюється це, головним чином тим, що вміст оксиду алюмінію в промислових сортах бокситу вище, а кремнезему нижче, ніж в інших алюмінієвих рудах, а також нефелінів та алунітів. Запаси сировинних матеріалів у світі в цілому обмежені, а в Україні взагалі немає промислових запасів цих мінералів.

Багато видів небокситової сировини вигідно відрізняються від бокситу тим, що містять у своєму складі, крім оксиду алюмінію, і інші корисні елементи, як наприклад, натрій і калій у нефеліні, лужні метали і сірка в алуніті й ін. Тому промислова переробка цих руд на глинозем, незважаючи навіть на знижений вміст у них оксиду алюмінію, цілком доцільна і вигідна, якщо переробку вести комплексно, тобто з використанням не тільки оксиду алюмінію, але й інших складових цих руд. Таким наприклад, є виробництво глинозему з глинистої сировини, при якому поряд із глиноземом можна одержувати соду, поташ і цемент. Особливо це актуально для Донецької області, де багато родовище глин, у тому числі з високим вмістом  $Al_2O_3$ . Наприклад часів-ярьська особлива глина містить до 35%  $Al_2O_3$ .

Відкритий у 1899 р. Байєром так називаний гідрохімічний спосіб одержання оксиду алюмінію з бокситів і донині є основним у світовій алюмінієвій промисловості. Цей спосіб досить ефективний і простий, але він може застосовуватися тільки при використанні високоякісних, низькокремністих бокситів з невеликим змістом домішок. Світові запаси таких матеріалів обмежені.

Широке поширення одержав спосіб спікання – більш дорогий, але більш універсальний, сировиною для якого використовуються боксити більш низької якості, нефеліни, алуніти, глиниста сировина, каолініти, кам'яновугільні золи, серицити й інші алюмосилікатні породи, запаси яких практично невичерпні. Тому переробка цієї сировини способом спікання на глинозем, незважаючи навіть на знижений вміст оксиду алюмінію, цілком доцільна і вигідна, тому що крім глинозему при способі спікання утворюються побічні корисні продукти.

Крім класичних способів отримання глинозему – гідрохімічного та спікання, у виробництво впроваджені й інші апаратурно-технологічні схеми виробництва глинозему: паралельно і послідовно комбіновані способи Байєр-спікання для переробки низькокремністих і висококремністих бокситів, спосіб спікання для переробки

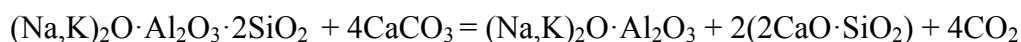
висококремнистих бокситів і нефелінів, відновно-лужний спосіб для переробки алунітів, гідролужні способи для переробки низькоякісних бокситів і нефелінів.

В даній роботі досліджена можливість отримання способом спікання глинозему з глинистої сировини, запаси якої у Донецькій області достатньо великі.

В якості об'єкта дослідження взята глина часів-ярська особлива, яка має наступний хімічний склад: 35%  $Al_2O_3$ , 4%  $Na_2O, K_2O$ , 50%  $SiO_2$ , 0,5%  $Fe_2O_3$  і 1%  $CaO$  (мас. %).

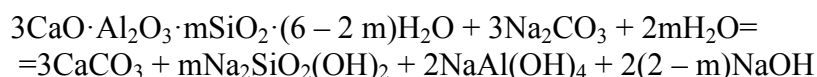
В лабораторних умовах на основі глини складалися суміші для спікання з карбонатною породою (крейда). Крейда вводиться в шихту згідно з молярним співвідношенням  $CaO:SiO_2$ , яке дорівнює  $2,0 \pm 0,03$ . Для отримання малорозчинного ортосилікату кальцію ( $2CaO \cdot SiO_2$ ).

Вихідні матеріали попередньо здрібнювались, дозувалися та ретельно змішувались. Підготовлену шихту спікали при  $1200^\circ C$  з витримкою продовж 30 хвилин у муфельній електричній печі. Ця стадія направлена на зв'язування оксиду кремнію й переводу оксиду алюмінію до розчинної у воді сполуки. Цей процес характеризуються наступною узагальненою хімічною реакцією:

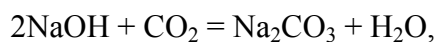


Отриманий спік уявляє собою рихлу масу, яка легко роздрібнюється.

Подроблений спік для відділення алюмінатів лужних металів від решти спіку піддавали вилуговуванню. Вилуговування проводилося гарячим насиченим лужним розчином. Після вилуджування необхідно знекремнити розчин, тобто удалити кремнезем, який знаходиться у розчині, для підвищення якості глинозема. Знекремнення проводили у дві стадії. На першій стадії створюються умови для найбільш повної кристалізації гідроалюмосилікату натрію. Друга стадія – це стадія глибокого знекремнення. Знекремнення проводилось довгим кип'яченням розчину на електричній плитці.



Вилучення гідрату алюмінію здійснювалось шляхом карбонізації: протягом 5 годин при температурі  $80^\circ C$  крізь розчин повільно пропускався вуглекислий газ. При цьому сполуки натрію й калію, що містяться в розчині, переводяться у гідрокарбонати, що викликає випадіння гідрату алюмінію в осад. Процес відбувається за трьома наступними реакціями:



На заключному етапі гідрат відфільтровувався.

Попередні лабораторні дослідження показали, що можна вилучити приблизно 80% оксиду алюмінію, який міститься у глині. Необхідні подальші дослідження, які повинні бути спрямовані на оптимізацію технології, на підвищення ефективності вилучення глинозему.

## **ПРОИЗВОДСТВО КЕРАМИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ**

В.В.Омельченко, А.Ю.Шевченко  
Донецкий национальный технический университет

В настоящее время особую озабоченность экологов, как и представителей других наук, вызывает проблема сохранения планеты Земля в качестве среды обитания человечества.

Активное развитие человеческого общества, рост численности населения и объемов потребления, а также отсутствие эффективных технологий переработки отходов производства и бытовых отходов привело к тому, что на нашей планете образовалось такое количество отходов, которое стало угрожать здоровью людей и окружающей природной среде. Поэтому одной из острых экологических проблем на данный момент является утилизация отходов.

На территории Донецкой области количество отходов с каждым годом все возрастает. Площадь земель, занятых отходами, приближается к 2% территории области.

Большая часть отходов, которые образуются, являются вторичными ресурсами, которые используются неэффективно. Лучше всего используются железосодержащие отходы и шлаки металлургического производства, отходы угледобычи и углеобогащения для производства строительных материалов и в качестве энергетического сырья. Но за последние годы не введено ни одного комплекса для закладки отработанных пространств шахт, а с реализацией гранулированных доменных и превращенных в щебень сталеплавильных шлаков появились проблемы сбыта. Это касается Мариупольских металлургических комбинатов “Азовсталь”, им. Ильича, Макеевского металлургического комбината. Т.е. шлаки перерабатываются, но большинство их опять складывается из-за отсутствия спроса.

Наличие в области предприятий химической, коксохимической, машиностроительной промышленности, цветной металлургии и других привело к значительным объемам образования и накопления токсических отходов и загрязнению территорий целого ряда городов. В Донецкой области образуется 20-30% токсических отходов от общего количества отходов Украины.

В области существуют возможности для утилизации только отдельных видов опасных отходов. Для сбора и переработки ртутьсодержащих отходов в области работает предприятие ООО “Никитртуть”, которое было организовано на базе Никитовского ртутного комбината. Несколько предприятий в области занимаются переработкой свинецсодержащих отходов. Из-за отсутствия полигонов для захоронения и заводов по обезвреживанию и переработке токсических отходов, хранение высокоопасных отходов осуществляется на территории предприятий, что часто не отвечает экологическим требованиям и приводит к угрозе удаления этих отходов на свалки и другие, не приспособленные для этого места.

В связи с вышеизложенным очень важным представляется поиск различных способов утилизации промышленных отходов разных видов.

Данная работа посвящена изучению возможности получения керамических пигментов с использованием некоторых видов отходов.

Керамические пигменты представляют собой жаропрочные неорганические соединения, окрашенные в различные цвета.

В настоящее время керамические пигменты получают, как правило, высокотемпературным синтезом из чистых химических веществ, что обуславливает их высокую стоимость. Исходя из всего этого, представляется целесообразным обратиться к отходам промышленного производства, содержащего цветонесущие компоненты. При этом решаются вопросы, связанные с созданием ресурсо- и энергосберегающей, а также экологически безопасной технологии.

В качестве объекта исследования для получения керамического пигмента рассмотрен хромсодержащий шлам цеха по переработке кожевенного сырья ООО “Меролла-Пэллэ”.

Высушенный отход представляет собой порошок серого цвета со слабым фиолетовым оттенком следующего состава (% масс.): Cr(III) – 20,4 (в пересчете на Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 29,80), Na – 8,7, Cl – 12,7, Mg – 2,7, Ca – 2,1, Si – 0,6, SO<sub>4</sub> – 6,5.

Синтез керамического пигмента осуществлялся на основе минерала кордиерита. Состав кордиерита характеризуется формулой 2MgO·2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·5SiO<sub>2</sub>. Оксид алюминия в кордиерите при определенных условиях может быть замещен оксидом хрома. Исходными компонентами для получения пигмента служили оксиды: MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> и отход – хром содержащий шлам. В шихту вводили борную кислоту в количестве 2,5% (сверх 100%) в качестве минерализатора.

Синтез пигментов происходит при высокой температуре на основе твердо фазных реакций. Процессы, протекающие в твердых смесях при нагревании, весьма сложны и включают следующие элементарные стадии: возникновение дефектов разрыхления кристаллических решеток; образование и расход твердых растворов; перестройку вследствие полиморфных превращений; диффузию (внешнюю, внутреннюю, поверхностную); диссоциацию; собственно химическое взаимодействие исходных компонентов.

Тонко измельченные компоненты (сито 02) тщательно дозировали и перемешивали. Обжиг проводили при температуре 1100<sup>0</sup>С в муфельной печи. После обжига получен спеченный продукт серого цвета с зеленоватым оттенком, что позволяет предположить образование твердого раствора замещения на основе кордиерита.

Полученный пигмент использовали для окрашивания фриттованной глазури (прозрачной и белой), а также для введения в керамическую надглазурную краску.

Для приготовления надглазурной керамической краски использовался борно-свинцовый флюс (SiO<sub>2</sub> – 16,83%, В<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 15,83%, PbO – 67,34%, t=590...695<sup>0</sup>С), который вводился в количестве 90%; пигмент в количестве 10% и 5% (сверх 100%) белой гонимой глины (Часов-Ярской).

После обжига на керамических образцах образуется глазурное покрытие оливкового цвета.

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что отход кожевенного производства можно использовать для получения керамического пигмента, но исследования необходимо продолжить для уточнения составов и оптимальных условий образования пигмента, а также возможностей его применения.

## ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ ЗАМАСЛЕННОЙ ОКАЛИНЫ ПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.В. Малашенкова, Г.С. Клягин  
Донецкий национальный технический университет

Статья посвящена проблеме утилизации замасленной окалины прокатного производства. Окалина также является ценным металлургическим вторичным сырьем. Содержание железа в ней составляет около 70%.

Шламонакопители крупнейших заводов содержат сотни тысяч тонн замасленной окалины. Шламы неоднородны по составу и могут содержать от 10 до 95 % окалины, от 10 до 50 % масел и от 3 до 80 % воды.

Существует два пути утилизации окалины: возврат ее в металлургическое производство или использование ее в других производствах (например, в лакокрасочном).

Замасленную окалину трудно подготовить к утилизации из-за повышенного содержания в ней масел. А в прокатных цехах металлургических предприятий образуются большие количества замасленной окалины, которая находит ограниченное применение и сбрасывается в шламонакопители.



Рисунок – Шламонакопитель

Проблема утилизации замасленной окалины в настоящее время решается в основном в одном направлении — обезмасливание ее с получением чистой, обезжиренной, легко утилизируемой окалины. Однако и химическое и термическое обезмасливание - дорогостоящие процессы, создающие дополнительные экологические осложнения. В настоящее время практически все образующиеся мелкодисперсные железосодержащие отходы утилизируют в составе аглошихты.

Кафедрой РТП ДонНТУ были предложены следующие два способа использования замасленной окалины в аглопроизводстве:

а) Окалина слоем в 10 мм укладывается поверх слоя аглошихты перед зажигательным горном. Температура горения аглошихты 1250-1300°C. При зажигании масло сгорает (масла сгорают при температуре 900°C), а продукты горения удаляются вместе с отходящими газами. Главный недостаток этого способа: возникает запирающий слой на верхнем слое аглошихты в результате стекания окалины. Поэтому процесс зажигания аглошихты замедляется и часть масла не успевает сгореть и втягивается слой шихты.



б) Более эффективным является способ утилизации, когда окалина вторичных отстойников предварительно смешивается с колошниковой пылью и ошлаковывается. Окомкованная смесь укладывается аналогично предыдущему способу. При этом не происходит понижения газопроницаемости аглошихты и практически все нефтепродукты выгорают в зажигательном горне.

Использование окалины первичных и вторичных отстойников при агломерации приводит к повышению насыпной массы аглошихты, повышает содержание железа в агломерате.

Наиболее успешно используется утилизация окалины путем брикетирования в металлургическом производстве США, Великобритании, Германии, Польши, Южной Кореи, Японии, Франции. Проявляют интерес к этой проблеме Китай, Индия, Турция. В последние годы и в Украине брикетирование обрело особую актуальность.

Фирмой "Искатель" (г. Алчевск Донецкой обл.) разработана технология изготовления брикетов для металлургического передела. Шихта для изготовления брикетов состояла из чугунной стружки, прокатной окалины, пыли газоочисток сталеплавильного производства с добавкой 1,5-2% связующих материалов, обеспечивающих сохранение прочностных свойств брикетов при нагреве до температуры 1200-1280 °С. Широкие возможности для брикетирования металлургических отходов дает использование мощностей брикетной фабрики "Донецкая" - крупнейшей в Украине.

Разработан рациональный способ утилизации маслосодержащей окалины путем ее вдувания в доменную печь вместе с шреддинг-пылью. Пыль шреддинг-установок по гранулометрическому составу представляет собой фракцию от долей до 3 миллиметров, т.е. соответствует параметрам опытно-промышленных исследований по вдуванию мелкодисперсных материалов в шахтные печи. Промышленные опыты проводились в 1996 году, в них принимали участие Институт технологии чугуна и стали Технического университета Горной академии Фрайберга, фирма «Eko Stahl GmbH» в Айзенхюттенштадте, фирма «Stein Injection Technology» в Гевельсберге и фирма «Carbofer Verfahrenstechnik» в Меербуше.

Московским государственным институтом стали и сплавов была предложена малоотходная технология вдувания комбинированного жидкого топлива из маслоотходов и замасленной окалины в доменную печь. Они установили, что экологически безопасна утилизация замасленной окалины в доменной печи в составе комбинированного жидкого топлива. Исследования показали, что процесс получения данного топлива, имеющего достаточно высокие устойчивость и текучесть, чтобы транспортировать его по трубопроводам, эффективен и прост в реализации. Установлено, что вдувание комбинированного жидкого топлива в доменную печь позволяет уменьшить расход железорудной окускованной шихты и кокса.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что значимость замасленной окалины как ценного вторичного сырья уже замечена, как за рубежом, так и в Украине. Утилизировать окалину экономически и экологически выгодно для предприятий, т.к. разрабатываемые мероприятия позволяют использовать как образующуюся окалину, так и заскладированную. Следовательно, предприятие не должно платить штрафы, оно получает собственный железосодержащий ресурс и значительно снижается уровень отрицательного воздействия на окружающую среду.

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Л.В. Яковлева, М.М. Перистый  
Донецкий национальный технический университет

Переработка большого количества сыпучих материалов в современных литейных цехах сопровождается значительным выделением пыли. Наиболее неблагоприятны в отношении запыления воздуха такие процессы, как подготовка, переработка и транспортировка формовочных материалов; выбивка, обрубка и очистка литья; обдувка полуформ сжатым воздухом и передача горелых земель с помощью транспортерных лент.

Основными источниками пыли в литейном цехе являются: вагранка, дуговая электросталеплавильная печь, смесеприготовительные и формовочные отделения, отделения обрубки и очистки литья и другие.

При выпуске чугуна из вагранки в заливочные ковши выделяется 20г/т графитовой пыли.

В смесеприготовительном отделении литейного цеха источниками пыли являются смесители. Выделяющаяся пыль насыщена парами сульфитного шелока, различных углеводородов и других органических примесей. Количество отсасываемого воздуха от бегунов достигает 3 тыс. м<sup>3</sup>/ч (при содержании пыли 7,5 г/м<sup>3</sup>), от центробежных маятниковых бегунов - 15 тыс. м<sup>3</sup>/ч (содержание пыли 40 г/м<sup>3</sup>).

Операция выбивки отливок из опок - одна из наиболее вредных в литейном производстве. Она сопровождается значительным выделением пыли, газов, различных паров и высоким уровнем шума. Запыленность воздуха над выбивной решеткой при подвесных вытяжных зонтах составляет 2-7 г/м<sup>3</sup>, а при боковых зонтах 1,2-2,5 г/м<sup>3</sup>. Объем воздуха, отсасывается с 1 м<sup>2</sup> площади решетки, колеблется в пределах 6-10 тыс. м<sup>3</sup>/ч. Большое количество пыли образуется в отделении обрубки и очистки литья. При обрубке концентрация ее в воздухе достигает 6—8 г/м<sup>3</sup>, а в непосредственной близости от обрабатываемых отливок - 20 г/м<sup>3</sup>.

Из вагранки выделяется пыль, которая имеет такой химический состав:  $SiO_2$  - 30%,  $CaO$  - 4%,  $Al_2O_3$  - 3%,  $MgO$  - 2%,  $Fe_2O_3$  - 14%,  $MnO$  - 2%,  $C$  - 30%,  $P_2O_3$  - 0,4%,  $Na_2O$  - 1,5%,  $K_2O$  - 1,0%.

В литейном производстве для очистки воздуха используют приточную и приточно-вытяжную вентиляцию, для улавливания пыли - циклоны.

В пробах, отобранных от циклонов, было установлено, что основная масса пыли имеет диаметр частиц 5 - 20 мкм и коэффициент эффективности очистки воздуха в циклоне от пыли с таким диаметром частиц составляет в среднем 70 - 80 %. Производительность одного такого циклона диаметром 500 - 600 мм 2,5-3,5 тыс. м<sup>3</sup>/ч воздуха. Основной недостаток циклонов - это низкая степень очистки воздуха, насыщенного мелкодисперсной пылью. Поэтому их используют в качестве первой ступени очистки. В качестве второй ступени очистки в этом случае используют матерчатые рукавные фильтры. Коэффициент очистки матерчатыми фильтрами при улавливании даже пыли мелкой фракции доходит до 99,0%. Рассмотрим технологическую схему подготовки и утилизации пыли. Необходимо, прежде всего, обеспечить беспыльную выгрузку, транспортировку, и подготовку пыли к утилизации.

При выгрузке пыли из бункера предварительно необходимо увлажнить её в вибрационном увлажнителе для предотвращения пыления при транспортировке.

Пыль от рукавного фильтра пневмотранспортом подаётся в накопительный бункер, откуда подается в вибрационный смеситель-увлажнитель, позволяющий получить непылящий гомогенный сыпучий продукт с заданной влажностью, и озерненный или окомкованный до крупности 3–15 мм. Данный аппарат был разработан на кафедре РТП ДонНТУ. Параметры установки изменяются в зависимости от свойств пылей и требований к конечному продукту. Производительность виброувлажнителей может колебаться от 10 до 50 т/ч, мощность двигателя – до 1,5 кВт.

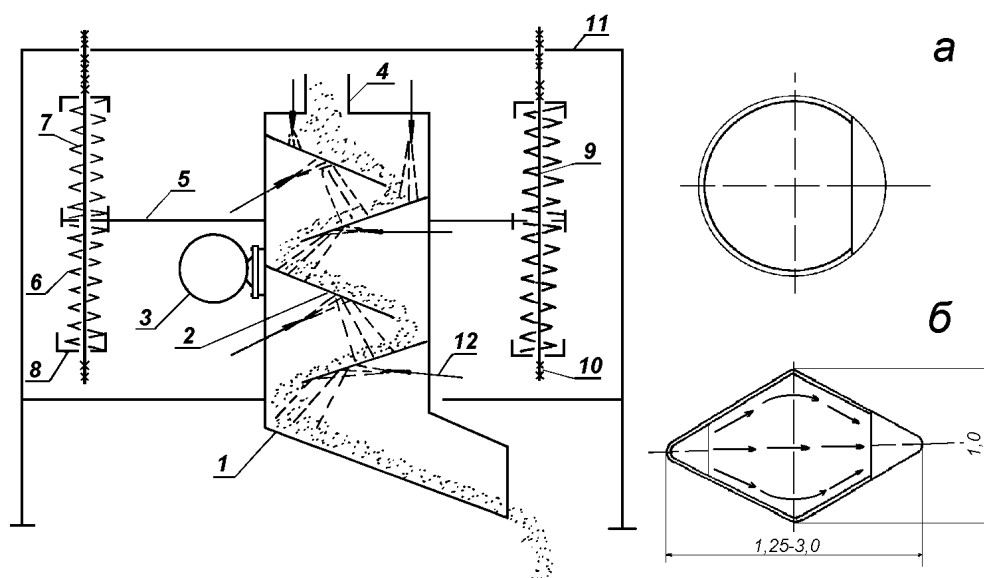


Рисунок - Принципиальная схема смесителя-увлажнителя

Устройство состоит из корпуса 1 с наклонными полками 2. К корпусу жестко прикреплен электромеханический вибратор 3. В верхней части корпуса имеется приемный патрубок 4. Балка 5 жестко соединена с корпусом и удерживает всю конструкцию на пружинах 6. С целью упругой фиксации в вертикальном направлении балка 5 прижимается пружиной 7. Поджатие пружин 6 и 7 производится через стаканы 8 навинчиванием на шпильку 9 гаек 10. Шпилька 9 вставлена в отверстие верхней горизонтальной связи рамы 11 и фиксируется гайками. На выходе из смесителя-увлажнителя получают непылящий сыпучий продукт с влажностью 6–12%. В качестве увлажняющего и связующего агента могут применяться технические и шламовые воды, а также специальные растворы и суспензии. Основными преимуществами данной технологии являются высокая производительность и надёжность: малая капитало- и энергоёмкость; небольшие эксплуатационные затраты, а также то, что она может быть включена составной частью в линии уборки пылей при сохранении традиционных способов улавливания и накопления пылей. После увлажнения пыль автотранспортом доставляется на установку смешивания со шлифовальной стружкой, а затем опять же при помощи автотранспорта - к бункеру для гидратации, перегружается на конвейер и загружается в бункер. Следующей операцией при подготовке брикетов является добавление к смеси связующего. После чего можно направлять материал на брикетный пресс. При прессовании образуются отходы, которые удаляются от брикетов при помощи грохота и затем вновь возвращаются в технологическую схему в качестве добавки к материалу, загружаемого в брикетный пресс. Полученные брикеты, имеющие ценные компоненты, после нахождения в штабеле для их отверждения направляются в

качестве добавки в шихту вагранки, обеспечивая тем самым не только утилизацию пыли, но и частичную замену

## РАСТВОРЕНИЕ МЕДИ В СМЕСИ СЕРНОЙ И АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

Е.В. Фесенко, В.С. Масляев

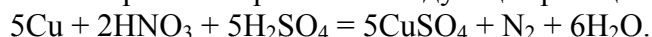
Донецкий национальный технический университет

В промышленности традиционным является способ производства медного купороса из меди и медного лома с окислением меди кислородом воздуха. На наш взгляд такой процесс не является оптимальным, поскольку имеет низкую эффективность, так как общая скорость процесса мала и лимитируется наиболее медленной его стадией – окислением меди до закиси меди. Это объясняется малой растворимостью кислорода и медленной его диффузией к поверхности гранул меди. Скорость растворения меди в системе  $\text{CuSO}_4 - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  также невелика, что наглядно показывают данные таблицы 1.

Таблица 1 – Скорость растворения меди в растворе серной кислоты

Состав исходного раствора, г/л			Количество растворенной меди, г	Скорость растворения, г/м <sup>2</sup> ·ч
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	FeSO <sub>4</sub>		
111.30	100.0	20.8	1.9265	129.80
111.30	500.0	20.8	1.7251	116.20

Таким образом, на основе выше изложенного следует, что необходимо искать другой более эффективный окислитель. Нами предлагается технологический процесс получения медного купороса из меди и медного лома, где в качестве окислителя используется азотная кислота. При этом протекает следующая реакция:



В НТЦ «Реактивэлектрон» НАН Украины отдел процессов и аппаратов химических технологий предоставил лабораторию, где под руководством старшего научного сотрудника Погибка В.М., нами были проведены лабораторные исследования по растворению меди в смеси азотной и серной кислоты. Методика лабораторных экспериментов заключалась в следующем. В трех колбах готовили растворы, состав которых приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Состав исходных растворов

Номер раствора	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O, г	H <sub>2</sub> O, мл	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 96%-ная, мл
Раствор-1	26.75	200.0	68.0
Раствор-2	51.75	180.0	47.0
Раствор-3	76.75	162.0	27.0

Образец металла, в виде пластины с площадью 19.18 см<sup>2</sup>, протравливали азотной кислотой, промывали дистиллированной водой, высушивали фильтровальной бумагой и взвешивали на аналитических весах. Брали один из растворов и выливали его в химический стакан. После чего в него добавляли определенное количество азотной кислоты. Стакан с раствором термостатировали при заданной температуре. В раствор помещали образец меди на подвеске на время от 5 до 1 минуты. При этом

осуществляли интенсивное перемешивание раствора, исключая влияние диффузии продуктов реакции на кинетику растворения. По окончании растворения образцы извлекали из раствора, промывали дистиллированной водой, сушили фильтровальной бумагой и взвешивали на аналитических весах.

Тот же эксперимент проводили с остальными растворами. Нами были сделаны три серии лабораторных опытов. В первой серии к каждому из трех растворов добавляли по 4 мл азотной кислоты. Во второй серии – вели процесс с 8 мл азотной кислоты. В третьей серии – с 12 мл.

После того, как были проведены некоторые расчеты по процессу растворения меди в данных условия, полученные результаты показали, что процесс протекает с достаточной скоростью и удовлетворяет ожидаемым показателям. Данные по растворению меди в первом, втором и третьем растворах с содержанием в них 4 мл 51%-ной азотной кислоты приведены в таблице 3, 4, 5.

Таблица 3 – Экспериментальные данные по растворению меди в растворе-1

№ опыта	1	2	3	4
Количество растворенной меди, г	0.0029	0.0074	0.0437	0.2646
Время, мин	5	5	5	5
Температура, °С	54	64	72.5	81
Скорость растворения, г/м <sup>2</sup> ·ч	18.14	46.30	273.41	1655.47

Таблица 4 – Экспериментальные данные по растворению меди в растворе-2

№ опыта	1	2	3	4
Количество растворенной меди, г	0.0021	0.0071	0.0107	0.0201
Время, мин	5	5	5	5
Температура, °С	50	64	72.5	80
Скорость растворения, г/м <sup>2</sup> ·ч	13.14	44.42	66.94	125.76

Таблица 5 – Экспериментальные данные по растворению меди в растворе-3

№ опыта	1	2	3	4	5
Количество растворенной меди, г	0.0004	0.0037	0.0077	0.0127	0.0185
Время, мин	1	5	5	5	5
Температура, °С	50	54	64	70	78.5
Скорость растворения, г/м <sup>2</sup> ·ч	12.51	23.15	48.18	79.46	115.75

Таким образом, подводя итоги по проведенной работе, следует отметить следующее. Несмотря на то, что экспериментальные данные еще не до конца изучены и обработаны, уже на данном этапе, по полученным расчетным данным, можно говорить о том, что предложенный окислитель, т.е. азотная кислота, является более выгодным и перспективным для производства медного купороса.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ВОЗОБНОВИМОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ

Н.А.Осьмачко, Е.С.Матлак, О.В.Лунева  
Донецкий национальный технический университет

Основным топливом для обеспечения работы энергогенерирующих мощностей в Украине является уголь: ТЭС, работающие на угле, вырабатывают около 36 млн. кВт энергии.

В настоящее время работа украинских ТЭС характеризуется невысоким КПД оборудования (около 30%), низкой рентабельностью производства (чуть более 2%), высоким выбросом в атмосферу пыли и газообразных загрязняющих веществ. Основными причинами такого состояния являются физическое старение оборудования как основного, так и пыле-, газоочистного, низкое качество топлива, возросшая цена на топливо, низкие темпы повышения оптовых цен на рынке энергии.

Поэтому актуален поиск новых приоритетных путей развития энергетики. Достижение поставленной цели в условиях рыночной экономики возможно только на экономически выгодной коммерческой основе:

- Использование доступного и дешевого топлива при условии наличия его стабильных запасов из расчета обеспечения ТЭЦ на 40-45 лет;

- Применение новых и высокоэффективных и экономически выгодных технологий и оборудования как для получения энергии, так и обезвреживания выбросов в атмосферу и шлаков;

- Применение новой организации процесса производства энергии.

Дешевое топливо, как правило, означает низкокачественное топливо. В его качестве могут быть использованы:

- Низкосортные угли украинских месторождений;

- Отходы углеобогащения;

- Твердые бытовые отходы (ТБО).

ТБО по своим теплотехническим показателям сопоставимы с бурами углями, которые широко применяются в тепловой энергетике, а также близки к энергетической ценности горючих сланцев. Следовательно, сжигание ТБО возможно в автономном режиме, т.е. без применения других дополнительных видов топлива. Чрезвычайно важным является при этом то, что это касается не только свежесформованных ТБО, но его можно распространить на так называемые «лежалые» ТБО, складированные в течение десятилетий на полигонах, запасы которых огромны.

Различают три основных метода термической переработки и утилизации ТБО:

- Слоеое сжигание исходных (неподготовленных) отходов в мусоросжигательных котлоагрегатах;

- Слоеое сжигание специально подготовленных отходов (освобожденных от балластных фракций) в энергетических котлах совместно с природным топливом или в цементных печах;

- Пиролиз отходов, прошедших предварительную подготовку или без нее.

Применение технологии пиролиза имеет определенные преимущества по сравнению с мусоросжиганием:

- Существенное снижение загрязнения воздушной и водных сред;

□ Практически полная утилизация потенциальных энергетических и материальных ресурсов ТБО;

□ Произведенный пиролизный газ, кроме теплового потенциала, имеет высокую химическую ценность.

Сегодня в мире существует большое разнообразие вариантов технологического оформления процесса пиролиза: низко-, средне- и высокотемпературного.

Нами на основании выполненных исследований определены основные принципы экологически безопасного процесса высокотемпературного пиролиза. Их соблюдение обеспечивает максимальное предотвращение появления в пиролизном газе опасных (токсичных) вредных веществ при обязательной очистке этих газов от менее вредных (нетоксичных) газообразных и пылевых компонентов с помощью обычных и дешевых газоочистных устройств. К ним относятся:

1. Использование повышенных температур в интервале, обоснованном экологически и технологически. Для стабильного плавления шлаковых составляющих отходов целесообразно поддерживать температуру в диапазоне 1600-1700С. Такой уровень температуры обеспечит не только устойчивое плавление минеральных компонентов ТБО, но гарантированное разложение всех органических токсинов, в том числе и диоксиновой решетки.

2. Создание в реакторе восстановительной атмосферы избытком углерода, содержащегося во многих компонентах неразделенных ТБО. Восстановительная атмосфера реактора исключает возможность нового синтеза диоксинов.

3. Фильтрация пиролизного газа перед выпуском из реактора через слой раскаленного углерода.

4. «Закаливание» пиролизного газа на выпуске из реактора, под которым понимается его резкое охлаждение до температуры ниже 2000С, при которой исчезают условия соединения галогенов (хлора, брома) с кислородом, т.е. образования диоксиноподобных веществ.

Использование на практике изложенных принципов позволит сделать работу пиролизного реактора направленной на переработку неразделенного потока ТБО произвольного химического состава. Это представляется важным, т.к. опыт эксплуатации сортировочных линий показывает, что степень извлечения определенных (конкретных) компонентов из потока ТБО весьма невелика, что сохраняет прежнюю (до сортировки) многокомпонентность отходов.

Разработка технологического регламента работы пиролизных установок на основе полученных результатов исследований резко расширяет возможности использования ТБО в качестве топлива. При этом должен рассматриваться еще один аспект, связанный с выбором типа вырабатываемой энергии: тепловой или электрической.

Окончательный выбор определяется спросом на рынке сбыта энергии и зависит от периода года и конкуренции аналогичной продукции, вырабатываемой ТЭЦ, коммунальными котельными. Очевидно, перспективным направлением использования ТБО в качестве топлива является их сжигание для получения на выходе электрической энергии или комбинированное производство электроэнергии и тепла. При этом должна обеспечиваться ритмичность работы энергогенерирующих мощностей путем создания стабильных запасов отходов и согласования мощности генерирующего оборудования объему запасов. Несмотря на непрерывный рост объемов ТБО в городах, вероятно, не следует ориентироваться на огромные запасы собираемых ТБО. Поэтому энергоблоки электростанций, работающих на ТБО, не должны иметь значительную мощность, а представлять собой мини ТЭЦ. Для обеспечения эффективного менеджмента при

роботе таких мини ТЭЦ их рекомендується жорстко прив'язувати к головним поставщикам ТБО, входить в их інфраструктуру.

## ПРОБЛЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ВУГЛЕВИДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Н.В.Ульянова, А.І. Горова, А.В.Павличенко  
Національний гірничий університет

Гірничо видобувна промисловість є однією з найбільш потужних чинників антропогенного перетворення природного навколишнього середовища. Тисячі підприємств у світі щорічно переробляють більш ніж 35 млрд. м<sup>3</sup> гірничорудної маси. Але сучасні технології дозволяють використовувати лише невелику частку видобувної маси породи, а все інше накопичується в вигляді відходів, які розсіюються природними міграційними процесами й є джерелами забруднення природного середовища не тільки в промислових районах, але й у всій Україні через те, що повсюдно використовуються в господарській діяльності (виготовлення будівельних матеріалів, засипання ярів та ін.). У результаті інтенсивного розвитку вуглевидобувної промисловості на території України сформувалося 1063 породних відвалів (основна частка – в Донецькій області), які займають площу 7188 га, і в яких зберігається біля 1,7 млрд. м<sup>3</sup> породи. Не дивлячись на те, що обсяги утилізації вуглевидобувної промисловості щорічно збільшується, загалом утилізується не більше третини їх загальної кількості. При цьому частка вторинної сировини в загальному споживанні ресурсів в Україні не досягає і 20%. Крім відомих способів використання породи з метою отримання будівельних матеріалів і добрив нові напрями утилізації поки що знаходяться на стадії розроблення. Основною причиною такого положення є не достатній рівень вивченості хімічного складу відвальної породи на предмет наявності в відвалах вугільних шахт запасів кольорових і рідкісноземельних металів, об'єми яких можуть дорівнювати об'ємам природних родовищ корисних копалин, видобуток яких для України буде економічно вигідним, тим паче, що на сучасному етапі більшість з мінеральних ресурсів вже майже вичерпані. Так, наприклад, породні відвали шахт „Селідовська” і ім. Коротченка Донецької області, за аналізом хімічного складу, вміщують у великій кількості Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (19,9-25,2%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (7,3%), рідкісноземельні метали, які перевищують кларкові значення, а саме: Ві (у 190 раз), Sn (у 2 рази), As (у 2-9 раз), Ge (у 1,5-1,7 рази), Ga і Sc (у 1,2 рази) і т.д. Наведені данні свідчать про велике значення техногенних родовищ у мінерально-сировинному розвитку країни. У зв'язку з низьким рівнем утилізації відходів, сьогодні головним напрямом відновлення териконових ландшафтів є горно-технічна та біологічна рекультивация поверхні відвалів. Але ці етапи здебільшого виконуються без економічного та екологічного обґрунтування використовуваних інженерно-технічних методів, що призводить до низької ефективності рекультивацийних заходів з великими капітальними витратами. Про що свідчить низький рівень заселення териконів фітоценозами: 86% - зовсім не заселені рослинністю, 10% - частково та 4% - мають розвинутий рослинний покрив. Це обумовлено відсутністю інформації о токсичній дії складових породних відвалів на біоту.

Вивчення токсичності відходів вуглевидобувної промисловості є актуальною проблемою державного значення, яка визначена Законами України “Про охорону навколишнього середовища”, “Про охорону атмосферного повітря”, “Про екологічну експертизу”, “Про відходи”, а також відповідними Постановами Кабінету Міністрів. На



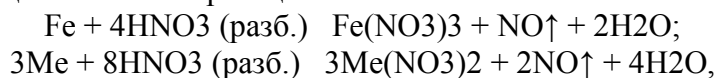
жаль, існуючі аналітичні методи не спроможні адекватно виявити токсико-мутагенні характеристики породних відвалів із-за відсутності систематичних досліджень і нестабільності якісного складу відходів, а також оцінити рівень їх впливу на біоту. Тому останнім часом виникла необхідність пошуку альтернативних методів визначення ступеня шкідливості відходів на навколишнє середовище. У зв'язку з цим сьогодні все більше уваги надається біологічним дослідженням, які дозволяють визначити загальний рівень токсичності та мутагенності відходів з наступним обґрунтуванням раціональних шляхів їх використання, отримати оцінку токсико-мутагенного фону техногенно-навантажених регіонів. При дослідженнях біологічної дії різних полютантів (у тому числі відходів промисловості) на об'єкти навколишнього середовища використовують велике число різноманітних тест-об'єктів — від бактерій до ссавців. Найпоширенішими є методики біотестування з використанням рачка *Daphnia magna* й інфузорії *Paramecium caudatum* для визначення токсичності водорозчинних сумішей відходів промисловості. Використання в якості тест-об'єкту мушки *Drosophila melanogaster* дозволяє виявити токсичність твердої фази промислових відходів. Але останнім часом найбільшої популярності здобувають цитогенетичні методи оцінки не тільки токсичності, а й мутагенності промислових відходів за допомогою класичного *Allium*-тесту, який базується на вивченні мітотичної активності та хромосомних аберацій у клітинах меристематичних первинних корінців *Allium* сера L. Використовуючи цитогенетичні методи „Інтенсивність клітинного поділу” і „Аберантність хромосом” на території м. Селідово Донецької області в 2001 і 2004 рр. була проведена оцінка породних відвалів і ґрунтів прилеглої території. У якості об'єктів досліджень були обрані складні проби зразків породи відвалу ліквідованої шахти „Селідовська” і ґрунтів з прилеглої території до породного відвалу шахти ім. Коротченко. За результатами тесту „Інтенсивність клітинного поділу” матеріали відходів вуглевидобувної промисловості не володіють гострою токсичністю. Найбільша токсичність зразків породи спостерігається у підніжжя відвалу, а найменша – на його вершині. Ґрунти прилеглої території до породного відвалу шахти ім. Коротченко мають високий рівень токсичності, що виражається зниженням мітотичної активності 2,2 рази у порівнянні з контролем. Аберантність хромосом, в дослідних варіантах збільшується в 2,4-6 раз, у порівнянні з контролем, що вказує на високий рівень мутагенної активності породи дослідного шахтного відвалу. Найбільша мутагенність зазначена на буртах не спланованої породи й у підніжжя відвалу, а найменша – на його верхівці та верхніх схилах. У результаті міграційних процесів основна кількість мутагенних агентів акумулюється в прилеглих ґрунтах, що пояснює збільшення зустрічаємості абераційних фігур мітозу в 7,4 рази у порівнянні з контролем, при дослідженні зразків ґрунту шахти ім. Коротченко. Диференційний аналіз свідчить про більш високі мутагенні властивості як і породи, так і ґрунту, у порівнянні з їх токсичністю. Слід зазначити, що на ділянках з низьким рівнем токсичних і мутагенних властивостей породи спостерігається інтенсивне заселення їх рослинністю та представниками місцевої фауни. По мірі збільшення токсико-мутагенної активності субстрату спостерігається зменшення видового різноманіття рослин і тварин. Таким чином, цитогенетичні методи визначення токсико-мутагенної активності відходів вуглевидобувної промисловості дають необхідну, доповнюючу інформацію до аналітичних методів для розробки та впровадження комплексу заходів з фітомеліоративної рекультивациі териконів, і дозволяють вибрати найбільш раціональні напрями та методи утилізації техногенних родовищ корисних копалин.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ, СОДЕРЖАЩИХ КОБАЛЬТ, НИКЕЛЬ, МЕДЬ, ЖЕЛЕЗО**

В.А Павлова, Т.Д. Москаленко, В.И.Марченко  
Донецкий национальный университет

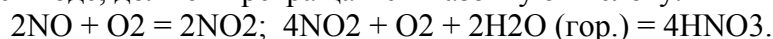
Проблема утилизации промышленных отходов становится всё более актуальной, во-первых, потому что их объёмы увеличиваются, и они всё больше загрязняют окружающую среду. Во-вторых, они содержат в себе в сравнительно больших количествах многие ценные элементы, получение которых из отходов в некоторых случаях становится более рентабельным, чем их добыча классическими методами из природных минералов и руд. В третьих, многие элементы, необходимые в народном хозяйстве нашего государства, можно получать только за счёт переработки отходов, так как собственных сырьевых месторождений этих элементов на Украине не существует. Особенно актуальной является необходимость утилизации промышленных отходов для Донбасса, так как эта территория Украины самая экологически небезопасная. По независимым различным расчётам показано, что на территории Донбасса образовано и находится около 20 млрд. тонн твёрдых промышленных отходов, из которых самые большие массы сосредоточены в 1200 терриконах угольных шахт, 63 – в хвостохранилищах обогатительных фабрик, 11 – в золошлаковых отвалах металлургических предприятий и тепловых электростанций. Из имеющихся в литературе данных известно, что во многих технологически развитых странах (прежде всего США, Германии, Франции и др.) успешно разрабатываются методы утилизации подобных отходов, за счёт чего удовлетворяется часть потребностей в некоторых видах минерального сырья, получение которого в отдельных случаях в 10-15 раз дешевле, чем из природных месторождений. В нашем государстве также начинает уделяться внимание этой проблеме. Верховным Советом Украины утверждён закон «Об отходах», подписан Указ президента «О геологическом изучении и порядке использования техногенных месторождений полезных ископаемых Украины», приняты целевые постановления Кабинета министров. Во исполнение этих документов проведены дополнительные исследования по изучению состава многих промышленных отходов Донбасса. Было установлено, что большинство терриконов состоят из горных пород, не содержащих полезные ископаемые в количествах, представляющих практический интерес. Экономически выгодные концентрации ценных элементов выявлены в золе (отвалах тепловых электростанций), т.е. в продуктах сжигания угля. Однако вопросы создания технологии переработки золоотвалов только начинают разрабатываться, поскольку в Донбассе имеется значительное количество других отходов, содержащих ценные элементы в более концентрированном виде. В настоящей работе проведены исследования, направленные на разработку методики утилизации отработанных катализаторов реакции органического синтеза, а также тоководов неликвидных диодов. Наиболее перспективным подходом к переработке названных выше отходов, является их растворение в азотной кислоте с последующим разделением содержащихся в них элементов (кобальт, никель, медь, железо). При разработке такой методики важное место уделялось цикличности процесса, исключающего возможность загрязнения окружающей среды промывными водами или выделяющимися газами. Известно, что скорость растворения переходных металлов в азотной кислоте зависит от природы металлов, а также от концентрации  $\text{HNO}_3$  и от температуры проведения

процесса. Этими параметрами определяется и состав продуктов растворения. При разработке технологии утилизации отработанных катализаторов, состоящих из ~ 16% Co, 20-22% Cu, 50-55% Fe и ~ 10% примесей и тоководов, и диодов, представляющих собой тонкие проволоки, состоящие из сплава ~ 34,8% Cu, ~ 21,0% Ni и ~ 40% Fe, было определено, что наиболее эффективным является использование раствора с содержанием 18-20 масс. % азотной кислоты. Такое содержание в HNO<sub>3</sub> растворе является достаточным для растворения отходов и, в то же время, не приводит к её избыточному расходованию. Для более быстрого и полного растворения отходов предложено проводить процесс при температуре 60-90°C. Взаимодействие содержащихся в отходах металлов с азотной кислотой в приведенных условиях можно представить следующими схемами реакций:



где Me – Cu, Co, Ni.

Как видно, продуктами всех реакций являются нитраты соответствующих металлов, вода и оксид азота, выброс которого в атмосферу весьма нежелателен. Поэтому для окисления NO предложено использовать кислород воздуха, так как образующийся при этом диоксид азота, взаимодействуя с дополнительной порцией кислорода в горячей воде, должен превращаться в азотную кислоту:



В результате таких взаимодействий не должен наблюдаться выход оксидов азота в атмосферу.

Процесс растворения отработанного катализатора и тоководов неликвидных диодов осуществляли на опытном производстве НТЦ «Реактивэлектрон» в реактор-колонне высотой 5 м и диаметром 0,3 м, снабжённой электрообогревом. В нижней части реактора находилась решётка с мелкими отверстиями, на которую загружали сырьё. Роль решётки сводилась к тому, что через неё свободно мог проходить раствор и воздух, но полностью задерживались частички растворяемых отходов. Раствор азотной кислоты подавали в реактор снизу, одновременно продувая реактор воздухом. Скорость подачи раствора и воздуха подбирали экспериментальным путём, определяя наиболее оптимальный режим. В верхней части колонны имелось отверстие, через которое удалялся избыток воздуха и отводился переливающийся через край раствор. Переливающийся раствор собирали и повторно пропускали через колонну. После 5-6 циклов пропускания раствора, процесс останавливали, раствор азотнокислых солей сливали для дальнейшего разделения, а колонну загружали новой порцией сырья. К раствору нитратов Co(Ni), Cu, Fe приливали раствор NaOH до pH ~4. При этом образовывался осадок Fe(OH)<sub>3</sub>, который отделяли фильтрованием. А к оставшемуся раствору добавляли еще NaOH до pH ~10 для перевода в осадок ионов Co(Ni), Cu в виде гидроксидов. Затем к полученному осадку добавляли азотную кислоту до pH ~5. В таких условиях происходит растворение гидроксида Co(Ni), а в осадке остается гидроксид меди. Предварительно разделенные элементы дополнительно очищались с целью получения препаратов высокой чистоты.

По разработанной методике процессы фильтрования проводили с применением нутч-фильтров и вакуумной системы. Промывные воды собирали в сборниках, из которых кипячением под вакуумом удаляли воду для дальнейшего использования в предложенной циклической технологии.

## РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Н.С. Цапко

Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»

На современном этапе развития цементной промышленности важной проблемой является разработка энерго- и ресурсосберегающих технологий, позволяющих получать цемент высокого качества с наименьшими энергетическими и материальными затратами на его производство. Применение таких технологий позволяет использовать отходы одних производств в качестве исходных сырьевых компонентов в других отраслях промышленности. Актуальной проблемой газо- и нефтепереработки является необходимость утилизации отходов производства – органо-минеральных шламов, которые образуются в процессе подготовки нефти к переработке и представляют собой донные осадки всех сооружений механического очищения сточных вод, продукты зачистки резервуаров, пену, собранную на установках адгезионной сепарации и флотацийного очищения стоков. В состав нефтешламов входят нефть, вода и механические примеси в процентных соотношениях, разных для отдельных предприятий. В производстве портландцемента органическая и минеральная составляющие нефтешламов могут оказаться рациональными компонентами с позиций энерго- и ресурсосбережения. В работе представлены результаты комплексных исследований по возможности утилизации твердых шламов переработки газового конденсата в производстве портландцемента. Представлены результаты анализов нефтешлама современными методами физико-химических исследований. Обсуждается интенсифицирующая роль органической составляющей нефтешлама на процессы фазообразования основных клинкерных минералов портландцемента. Для экспериментальных исследований применяли исходные сырьевые смеси с использованием известняка, бурой глины, пиритных огарков и различным количеством добавок твердого шлама переработки газового конденсата. Представленные отходы газопереработки исследовались методами рентгенофазового и дифференциально-термического анализа. Для удаления физической и химической воды из минеральной части отходы газопереработки были высушены при температуре 100 °С и термообработаны при температуре 1000 °С. В результате проведенных исследований с привлечением рентгенофазового метода анализа установлено, что минеральная часть отходов газопереработки представлена, в основном, галитом NaCl, гематитом Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, кварцем SiO<sub>2</sub>, диопсидом CaMg(SiO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и CaSO<sub>4</sub>. Макроскопическая проба отходов газопереработки представляет собой пластичную массу темного, почти черного цвета, жирную на ощупь. В результате определения потерь при прокаливании установлено, что при температуре 1000 °С образец теряет 94,5-92,8 % от первоначального веса образца в зависимости от примененного способа их фильтрации.

Химическим анализом твердого газового шлама переработки газового конденсата (данные НИИ "Газа") было установлено, что начало кипения наступает при 59 °С, в интервале температур от 59 до 150 °С выпаривается 45% иптанов; от 150 до 200 °С – 13% иптанов; от 200 до 300 °С – 27%; от 300 до 360 °С – 15% иптанов. Конечная

температура кипения равняется 327°C. После этой температуры остаются лишь тяжелые фракции - нефтяные углеводы.

Для исследования использовались следующие сырьевые смеси:

- 1) портландцементная смесь без добавки;
- 2) портландцементная смесь с 5% добавки;
- 3) портландцементная смесь с 10% добавки.

Для определения оптимальной температуры обжига нами были исследованы преобразования, которые протекают в сырьевых смесях при температурах до 1000°C. Определено, что сырьевая смесь портландцемента без добавки при нагревании до 1000°C ведет себя аналогично сырьевой смеси с 10% добавки. Эффекты на обеих термограммах практически не отличаются. На термограмме сырьевой смеси с 5% добавки отмечается увеличение термических эффектов в интервале температур 400 - 700°C, что связано с интенсивным выделением органической фазы шлама и интенсификацией процессов преобразования сырьевых материалов. Отмечается углубление эффекта при 960 – 980°C, который отвечает разложению CaCO<sub>3</sub>. Нами были определены энергии активации разложения CaCO<sub>3</sub>. В результате проведенных расчетов установлено, что введение в портландцементную сырьевую смесь 5% добавки твердого шлама переработки газового конденсата снижает энергию активации разложения CaCO<sub>3</sub> на 19,046 кДж/моль. Введение увеличенного количества добавки (10%) не является эффективным, так как повышается энергия активации. Полученные сырьевые смеси обжигались в криптоловой печи при температурах 1200 – 1450°C в зависимости от количества добавки. Результаты рентгенофазовых исследований термообработанных проб различных составов показали, что преобладающей фазой является Ca<sub>3</sub>SiO<sub>5</sub>, также присутствуют фазы Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>, Ca<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>6</sub> и Ca<sub>4</sub>Al<sub>2</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>10</sub>. Следует отметить, что фазовый состав клинкера портландцемента без добавки аналогичен составу клинкера портландцемента с 10% добавки твердого шлама переработки газового конденсата. Для клинкера с 5% добавки твердого шлама переработки газового конденсата отмечается значительное увеличение пиков, характерных для основных клинкерных минералов, которое свидетельствует об интенсификации процессов газообразования.

Были проведены физико-механических исследований и определены эксплуатационные характеристики портландцемента с добавками нефтешлама. Установлено, что наилучшие физико-механические свойства имеет портландцемент с 5мас.% добавки, который по своим свойствам превышает портландцемент без добавления нефтешлама и по всем показателям соответствует марке «400». Кроме того, температура обжига такого цемента составляла 1200°C, в отличие от клинкера цемента без добавки (1400°C). Проанализированы результаты исследований продуктов гидратации цемента оптимального состава, полученных с помощью современных методов физико-механического анализа. Установлено, что основными продуктами гидратации данного цемента являются гидросиликаты кальция и Ca(OH)<sub>2</sub>.

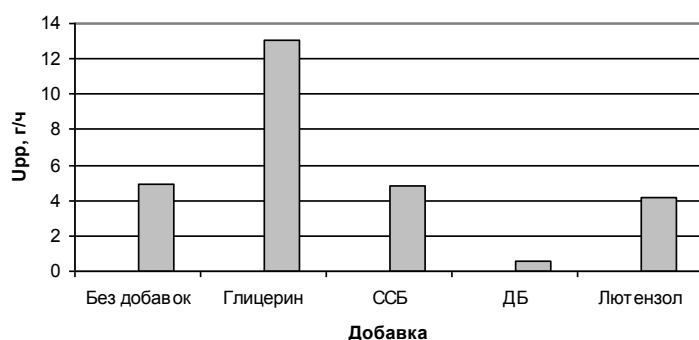
Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что отходы газо- и нефтедобычи могут быть использованы в производстве портландцемента в качестве добавки, интенсифицирующей процессы фазообразования основных клинкерных минералов. Разработанная технология является энергосберегающей и ее внедрение разрешит значительно сэкономить затраты на обжиг портландцементного клинкера.

## ПОИСК ПУТЕЙ УСКОРЕНИЯ ПРОЦЕССА РАСТВОРЕНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ ПЛАСТИН ПРИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ СПОСОБЕ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАННЫХ СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

В.В. Белоусова, Н.Е. Максимов, Н.В. Исаева-Парцвания

Донбасская национальная  
академия строительства и  
архитектуры

**Гистограмма 2 - Влияние добавок на скорость  
растворения**

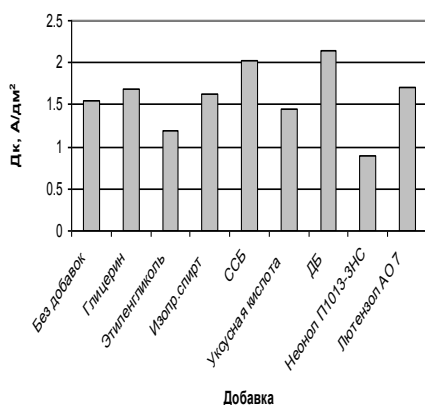


Во всем мире переработка аккумуляторного лома представляет относительно обособленный процесс в заготовке и переработке вторичного металло сырья. Это определяется, с одной стороны, экологической опасностью свинца и его соединений для здоровья человека и окружающей среды, который

отнесен к классу высокотоксичных веществ. С другой стороны, масштабами применения свинцово-кислотных аккумуляторов (СКА).

В настоящее время особое внимание уделяется электрохимическому способу переработки свинцово-кислотных аккумуляторов ввиду его экологичности и экономичности по сравнению с пирометаллургическим и гидрометаллургическим методами переработки. Ведутся поиски оптимальных параметров электролиза и составов электролитов, позволяющих сделать процесс переработки аккумуляторов максимально быстрым и минимально загрязняющим окружающую среду.

**Гистограмма 1 - Влияние добавок на допустимую  
катодную плотность тока**



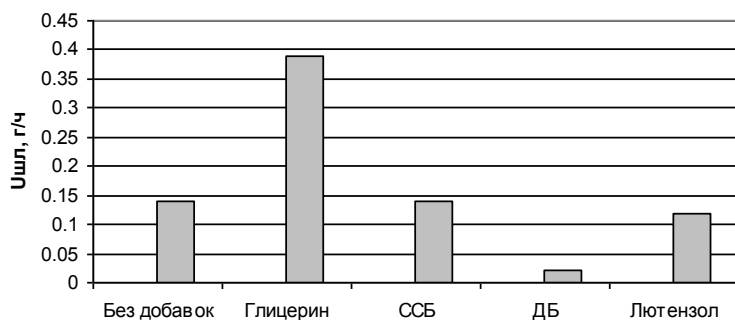
Известно, что наиболее распространенным кислотным электролитом, применяемым для электрохимического осаждения свинца, является борфтористоводородная кислота. Она же применяется в качестве электролита для переработки СКА во многих странах мира. Предметом изысканий в этой области является решение проблемы ускорения процесса электрохимического растворения свинца в электролите и последующего осаждения его на катодах. Решение этой проблемы может быть найдено в поиске добавок к электролиту. В работах других авторов было исследовано влияние добавок

пищевого желатина, мездрового клея и столярного клея на процессы электрохимического осаждения свинца из борфтористоводородного электролита. В данной статье рассмотрено влияние добавок спиртов (глицерина, этиленгликоля,

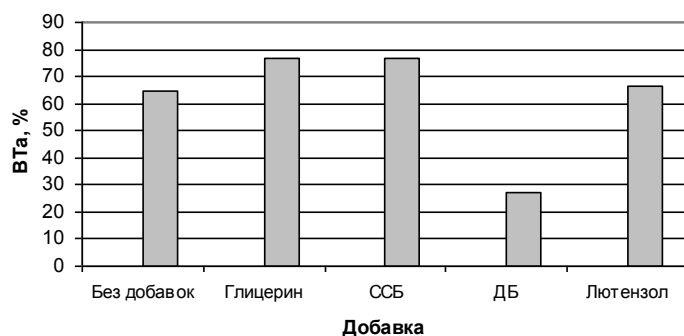
изопропилового спирта) в концентрации 10 г/л, поверхностно-активных веществ (ПАВ) в концентрациях 1 г/л к борфтористоводородному электролиту на скорость электрохимического растворения свинца в электролите и последующего его осаждения на катодах с целью определения возможности использования электролита нового состава для переработки отработанных СКА.

Использовался электролит следующего состава, г/л: карбонат свинца - 28, борная кислота - 30, борфтористоводородная кислота - 180. Максимально возможная сила

**Гистограмма 3- Влияние добавок на скорость  
опадения шлама**



**Гистограмма 4 - Влияние добавок на анодный выход  
свинца по току**



тока, при которой получают качественные осадки свинца на катоде, определялась на основании результатов опытов по определению допустимой катодной плотности тока. Скорость проведения процесса определялась на основании скорости осаждения свинца на катодах, скорости растворения аккумуляторных пластин и скорости опадения шлама. Анализ гистограммы 1 показывает, что глицерин, ССБ, ДБ и лютензол АО-7 позволяют повысить допустимую катодную плотность тока, т.е. скорость растворения свинца в электролите, что вероятно связано с уменьшением поверхностного натяжения на границе раздела фаз

жидкость-твердое тело.

Определение значащих параметров проводилось при рабочей катодной плотности тока  $0,95 \text{ А/дм}^2$ . Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что наилучшими ускорителями процесса растворения являются глицерин и ССБ, так как они дают наилучший результат по плотности тока и скорости растворения, причем использование глицерина более предпочтительно, поскольку он дает лучший результат по скорости опадения шлама аккумуляторных пластин при практически равных величинах анодного выхода по току. Введение ДБ, однако, при относительном повышении допустимой катодной плотности тока не приводит ни к увеличению скорости опадения шлама, ни к увеличению скорости растворения пластин и анодного выхода свинца по току. Данные результаты могут быть использованы в дальнейших исследованиях оптимизации скорости растворения и скорости осаждения свинца для усовершенствования электрохимической технологии переработки свинцово-кислотных аккумуляторов с целью снижения количества отходов ценного сырья и уменьшения нагрузки на окружающую среду.

## УТИЛІЗАЦІЯ СІРЧАНОКИСЛИХ ВІДХОДІВ СВИНЦЕВО-КИСЛОТНИХ АКУМУЛЯТОРІВ

Є.М. Мельник, Т.С. Башева О.І. Сердюк

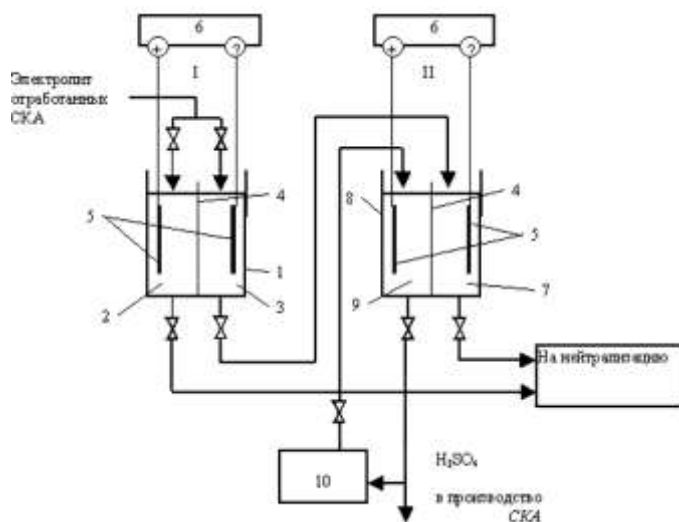
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

При великому різноманітті технологічних рішень, запропонованих як вітчизняними, так і закордонними фахівцями, на даному етапі економічного становища в Україні пріоритетними способами утилізації відходів повинні стати технології, що забезпечують: високу екологічну безпеку запропонованого технологічного процесу; максимально низьку енергоємність самого процесу утилізації; безвідхідний технологічний процес; одержання вихідних продуктів, що мають комерційну цінність.

У результаті проведених теоретичних і практичних досліджень запропонована схема регенерації відпрацьованого акумуляторного електроліту. Оптимальними параметрами процесу витягу сірчаної кислоти є катодна щільність струмові –  $800 \text{ А/м}^2$  і тривалість – 15 часів. Для підвищення ефективності процесу вводиться друга ступінь концентрування. Застосування двоступінчастої схеми концентрування дозволяє зменшити час протікання процесу (8годин) і, як наслідок, знизити загальні енерговитрати в 1,75 рази при високому значенні кількості перенесеної кислоти.

Технологічна схема регенерації відпрацьованого акумуляторного електроліту представлена на мал. 1. У двокамерний електродіалізатор (1), що складається з анодної(2) і катодної (3) області, які розділені іонообмінною мембраною (4), поміщається попередньо очищений від завислого свинцю розчин відпрацьованого акумуляторного електроліту. Згідно до отриманих експериментальних даних 99,9% завислого свинцю випадає в осад під дією гравітаційних сил за 24 години.

У процесі очищення використовуються свинцеві електроди (5). Електроди щільно прилягають до стінок електродіалізатору. Відстань між електродом та іонообмінною мембраною-10мм. Електродіалізатори підключені до блоку постійного живлення (6).



Перша стадія очищення – видалення із сірчанокиислого розчину іонів міді – реалізується при катодній щільності струму  $300 \text{ А/м}^2$ . По закінченні 1,7 години (100 хвилин) отримують наступні результати: у розчині катодної області (3) зміст іонів міді зменшується до 0,0001% за масою. Розчин анодної (2) області після 8 циклів очищення подають на нейтралізацію.



Друга стадія очищення реалізується при щільності струму 800 А/м<sup>2</sup>. Очищений від іонів міді розчин подається в катодну область (7) двокамерного електродіалізатора (8), анодна область(9) якого заповнена 0,5% розчином сірчаної кислоти. Через 15 часів в анодній області отримано прозорий розчин сірчаної кислоти, що містить: мас. частку сірчаної кислоти, % - 31; мас. частку заліза, % - 0,0016; мас. частку міді, % - 0,0001; мас. частку свинцю, % - 0,0004; мас. частку марганцю, % - 0,000003; мас. частку хлоридів, % - не виявлено.

8-11 % сірчаноокислотний розчин катодної області, що містить домішки металів, подається на утилізацію.

При застосуванні двоступінчастої схеми на другій стадії відбувається концентрування сірчаної кислоти в ході 5 годин до змісту її 24% в анодній камері (9). При цьому концентрація розчину в камері вичерпування (7) знижується до 11 – 12%. Очищений розчин з камери концентрування (9) зливають і заповнюють її 0,5% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Друга ступінь процесу концентрування реалізується в пліні 3 годин при щільності струму 800 А/м<sup>2</sup>.

Очищений у такий спосіб розчин сірчаної кислоти надходить у виробництво свинцево-кислотних акумуляторів, тому що зміст домішок у розчині нижче приведених у ДСТ 667-73 «Кислота сірчана акумуляторна» у 3 рази по залізу, у 2,5 рази по свинцю, у 10 разів по марганцю, у 5 разів по міді.

Застосування розробленої технологічної схеми по регенерації відпрацьованого акумуляторного електроліту дозволяє значно знизити навантаження на навколишнє природне середовище. Ефективність впроваджуваного заходу залежить від ряду факторів: застосовуваної схеми регенерації, території, що піддається екодеструктивному впливові відпрацьованого сірчаноокислого розчину. Приведені дані (таблиця 1) дозволяють оцінити величину відверненого екологічного збитку й економічної ефективності природоохоронного заходу при утилізації 1 тонни відпрацьованого електроліту (Р), а також оцінити значення даних величин у рамках Донецької області (ΔУ', Р') за умови використання важелів державного екологічного регулювання діяльності суб'єктів, у результаті застосування яких відпрацьована акумуляторна кислота в повному обсязі буде надходити на переробку. При визначенні величини Р' ми спиралися на статистичні дані обласного управління ДАІ в Донецькій області про кількість використовуваного автотранспорту. За умови, що термін експлуатації автомобільного акумулятора 2-3 року. Кількість відпрацьованого електроліту, що утворюється, залежить від марки використовуваного акумулятора. Для різного виду автотранспорту коливається в межах від 5 літрів - для легкових автомобілів, до 12 літрів - для вантажного автотранспорту. Розрахункова річна кількість відпрацьованого акумуляторного електроліту по Донецькій області складає 3514,10т/рік.

Таблиця 1

Територія, що піддається впливові	ΔУ, грн/т	Д,грн/т	Р,грн/т	ΔУ', грн/рік	Р',грн/рік
землі промисловості	1399,9	123,84	1523,74	4919388,59	5354785,58
землі лісового фонду	2099,9	123,84	2223,74	7379258,42	7814304,17
землі с/г призначення	6999,9	123,84	7123,74	24598348,51	25033534,73

У результаті впровадження технологічної схеми по регенерації відпрацьованого акумуляторного електроліту величина збитку, що наноситься навколишньому природному середовищу, знизиться, у залежності від типу території, яка піддається екодеструктивному впливові, на 1399,9 – 6999,9грн. при утилізації 1т. електроліту.

Річний еколого-економічний ефект від розробленого природоохоронного заходу для Донецької області складає 5,3-25млн.грн.

## КОМПЛЕКСНЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

С.Н. Юсковец, М.Ю. Кулик, В.В. Макаров  
Севастопольский национальный технический университет

Многогранность и сложность структуры предприятий автомобильного транспорта и выполняемых ими работ, разнообразие используемого технологического оборудования предопределяет многообразие форм и направлений загрязнения окружающей среды.

Выбросы вредных веществ от предприятий автомобильного транспорта оказывают воздействие на все подсистемы окружающей среды, включая атмосферу, гидросферу, почву, литосферу, флору и фауну. Загрязнение водной среды транспортом происходит в основном в процессе мойки автомобилей.

Основные загрязнители сточных вод, образующиеся при мойке автомобилей – механические примеси и нефтепродукты. Сточные воды содержат моторные масла, асфальт, песок, ПАВ, соли тяжелых металлов, различные виды топлива, а также моющие вещества, используемые при мойке. Концентрация углеводов в сточных водах достигает 1000 мг/л.

В настоящее время очистка сточных вод автотранспортных предприятий происходит в основном за счет метода отстаивания. Метод довольно простой и не требует значительных материальных затрат. Однако он позволяет достигнуть не более 60% очистки воды от взвешенных веществ. Нефтепродукты, находящиеся в сточной воде, сбрасывается в ливневые стоки либо в городскую канализацию.

Наиболее эффективным для обеспечения глубокой очистки является адсорбционный метод. Однако адсорбционный метод требует предварительной малой концентрации нефтепродуктов и взвешенных частиц. В настоящей работе анализировались методы очистки сточных вод, позволяющие снизить нагрузку на адсорбцию. Выполненный анализ и расчеты позволили разработать структурную схему очистки с минимальным количеством ступеней: отстаивание, флотация и адсорбция. Структурная схема представлена на рисунке 1.

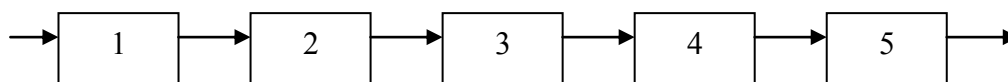


Рисунок 1. Предлагаемая структурная схема очистки сточных вод на АТП.

- 1 – усреднитель;
- 2 – первичный отстойник;
- 3 – вторичный отстойник;
- 4 – напорный флотатор;
- 5 – адсорбер.

Загрязненная после мойки автомобилей вода с механическими примесями, взвесями и нефтепродуктами подается на отстойник с нисходяще-восходящим потоком. Отстаивание с нагревом сточной воды до 30-35 °C позволяет достичь максимальной эффективности очистки, возможной при использовании данного метода.

Для обеспечения необходимой степени очистки используется не менее двух отстойников. Очищенная от грубодисперсных примесей вода поступает в напорный флотатор. Напорная флотация характеризуется малыми энергетическими затратами на подачу воздуха, а за счет диспергаторов происходит максимальное насыщение воздухом очищаемой водой. Во флотаторе происходит очистка воды от тонкодисперсных взвесей и нефтепродуктов.

Далее очищенная таким образом вода поступает в адсорбер. При разработке адсорбера детально изучались физико-химические характеристики адсорбентов, их адсорбционные свойства в различных условиях разрабатываемого процесса.

После выбора нескольких образцов наиболее приемлемых адсорбентов были проведены аналитические расчеты и определены изотерма и кинетика адсорбции, на основе которых окончательно был выбран адсорбент. Область, в которой количество адсорбированного вещества пропорционально концентрации адсорбата в растворе, называется областью Генри описывается уравнением Генри для изотермы адсорбции.

$$Г=КС,$$

где  $Г$  – адсорбционная емкость,

$К$  – константа адсорбционного равновесия,

$С$  – концентрация нефтепродуктов.

Так как производится адсорбционная обработка малоконцентрированных сточных вод, то изотерма Генри описывает всю область рабочих концентраций.



Рисунок 1. Изотерма адсорбции углем нефтяных загрязнений.

Из рисунка видно, что вода может быть очищена углем от нефтепродуктов до концентрации 0,05 мг/л при условии, что концентрация перед адсорбером не превышает 5 мг/л. Содержание взвешенных веществ, поступающих в адсорбер также не превышает 5 мг/л.

Таким образом, на основании выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Система для очистки сточных вод АТП от нефтепродуктов, состоящая из 3 ступеней очистки: седиментации, флотации и адсорбции, является достаточно эффективной. При начальной концентрации нефтепродуктов 800 мг/л и концентрации взвешенных веществ до 300 мг/л удастся получить воду с содержанием нефтепродуктов 0,05 мг/л и взвешенных веществ 5 мг/л.
2. Отстаивание с нагревом сточной воды до 30-35 °С позволяет повысить эффективность очистки до 85%.
3. Использование угля антрацита в качестве адсорбента позволяет достигнуть требуемой степени очистки воды и позволяет его утилизировать. При этом повышается его теплотворная способность от 20 МДж/кг до 30 МДж/кг.

4. Очищенную воду можно использовать вторично.

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КЛАССИФИКАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД КОКСОХИМИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ**

**А.О. Коровяковский, С.С. Гребенникова**  
Донецкий национальный технический университет

В Донбассе сконцентрировано коксохимическое производство, которое представляет собой один из серьезных источников сточных вод. Количество и их загрязненность зависят от состава цехов завода, качества коксуемых углей, условий эксплуатации и состояния коксохимической аппаратуры, а так же культуры производства. Удельный объем образующихся стоков составляет 0,45-0,5 м<sup>3</sup>/т кокса. Кроме того, коксохимическое производство связано с потреблением значительного количества воды для своих технологических нужд. Удельный расход составляет 1,1-1,5 м<sup>3</sup>/т валового кокса.

Одним из возможных путей сокращения расхода свежей воды и предотвращения сброса сточных вод за пределы завода является создание на коксохимических предприятиях бессточных систем, которое предусматривает очистку стоков и их повторное использование. Решение этой задачи тесно связано с паспортизацией сточных вод. Потоки сточных вод коксохимического завода значительно отличаются по составу. Поэтому классификация их является важнейшей технологической операцией при определении способов очистки и рационального использования.

С этой целью проведено обследование потоков сточных вод некоторых заводов с полным циклом улавливания и переработки химических продуктов коксования. На основании полученных результатов сточные воды по минерализации классифицированы на пять групп.

Первая группа – сточные воды, имеющие минерализацию до 0,5 г/л. К этой группе относятся конденсаты глухого пара различных отделений и цехов. Эти воды чистые и мягкие, жесткость не превышает 1 мг-экв/л, окисляемость 3-4 мг О<sub>2</sub>/л. Их можно повторно использовать без предварительной очистки. На заводах конденсат собирают и либо передают в парокотельный цех для получения пара, либо используют на собственные технологические нужды.

Вторая группа – сточные воды, имеющие минерализацию 0,5-1 г/л и не содержащие примесей со специфическими токсичными свойствами. Эта группа объединяет воды после охлаждения маслосистем эксгаустеров цехов улавливания, вакуум-насосов и компрессоров смолперегонного цеха. Основными примесями вод являются соли кальция и магния, общая жесткость их 6-7 мг-экв/л. Воды этой группы можно считать условно-чистыми и повторно использовать без предварительной очистки. По составу они отвечают требованиям, предъявляемым к подпитывающей воде для оборотных циклов. Поэтому их можно использовать для пополнения систем оборотного водоснабжения, сокращая тем самым забор свежей технической воды.

Третья группа - сточные воды с минерализацией 1-4 г/л. К ней относятся воды после охлаждения вакуум-насосов отделения сероочистки и грунтовые воды. Они

характеризуются высокой жесткостью и наличием в небольших количествах веществ со специфическим токсичным действием, что является следствием попадания в воды промышленных стоков и продуктов. Если исключить загрязнение вод этой группы вредными веществами, то перед повторным использованием для пополнения систем оборотного водоснабжения их достаточно будет подвергать только умягчению. Однако на большинстве заводов воды второй и третьей групп, как правило, сбрасываются в фенольную канализацию.

Четвертая группа – сточные воды, имеющие минерализацию 0,5-2,5 г/л и содержащие в значительных количествах примеси со специфическими токсичными свойствами такие как: аммиак, цианиды, роданиды, сульфиды, фенолы, смолы, масла и другие. К этой группе относятся избыточные воды цикла конечных газовых холодильников, газовый конденсат сероводородного газа, сепараторные воды цеха ректификации и отделения дистилляции бензола. Воды этой группы в зависимости от способа их утилизации должны подвергаться очистке либо на локальных установках, либо на общезаводских.

Пятая группа – сточные воды, имеющие минерализацию до 25 г/л и содержащие значительное количество примесей со специфическими токсичными свойствами (состав примесей аналогичен составу вод четвертой группы). Эта группа включает газовый конденсат первичных газовых холодильников, надсмольные воды газосборникового цикла, отжимные воды и сепараторные воды смолоперерабатывающего цеха. Подготовка вод пятой группы к повторному использованию должна включать извлечение примесей и последующую очистку.

Воды четвертой и пятой групп образуют фенольные сточные воды коксохимических заводов. Сточные воды пятой группы перерабатывают на аммиачно-обесфеноливающих установках с получением товарных продуктов аммиака и фенолятов. Однако воды после этой установки содержат значительное количество примесей (фенолов до 400 мг/л, общего аммиака от 30-40 мг/л до 1500 мг/л в зависимости от наличия процесса разложения связанных солей аммония, окисляемость иногда превышает 3000 мг  $O_2$ /л.). Поэтому сточные воды аммиачно-обесфеноливающей установки объединяют со сточными водами четвертой группы и совместно очищают на общезаводской биохимической установке.

После упорядочивания стоков на выходе из биохимической установки сточные воды могут иметь следующий состав, мг/л: аммиак общий - 200; аммиак летучий - 20-30; цианиды - 1-2; роданиды - 2-10; сульфаты – отсутствуют; фенолы – 2-4; солесодержание – до 3000; жесткость 2,5-3,5 мг-экв/л; окисляемость – 300-600 мг  $O_2$ /л.; рН – 6,5-7.

После биохимической установки сточные воды можно использовать для мокрого тушения кокса или для пополнения систем оборотного водоснабжения закрытой теплообменной аппаратуры.

Особую группу представляют отработанные растворы отделения сероочистки коксового газа, имеющие минерализацию до 300 г/л. Эти растворы содержат в значительных количествах такие соли, как  $NaHCO_3$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $NaCNS$ ,  $Na_2S_2O_3$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $NaCOOH$  и другие. Несмотря на небольшое количество этих растворов, в них сосредоточено до 30 % всех солей, поступающих в сточные воды. Сброс растворов в фенольную канализацию приводит к значительному ухудшению состава общего стока завода. Поэтому они должны перерабатываться на специальных утилизационных установках (например, для получения пластификаторов бетонных смесей, либо сжигаться в восстановительной среде с получением плава содусодержащих продуктов).

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА ПРИМЕСЕЙ СМОЛИСТЫХ ВЕЩЕСТВ В АММИАЧНОЙ ВОДЕ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

А.М. Луганский, Е.М. Луганский  
Донецкий национальный технический университет

В аммиачных водах коксохимического производства содержится значительное количество смолистых веществ, которые образуют с аммиачной водой эмульсии. Для очистки аммиачных вод от эмульгированных смол и масел на коксохимическом производстве применяется метод отстаивания. Однако, как показывает практика, времени, в течение которого производится отстаивание смолистых веществ, не достаточно для того, чтобы в нужной степени очистить аммиачные воды от примесей смолистых веществ.

Для решения создавшейся проблемы мы предлагаем перед отстаивателями применять для очистки аммиачных вод от примесей смолистых веществ на коксохимических предприятиях метод коалесценции, который заключается в укрупнении капель смолистых веществ. Это сделает метод отстаивания эффективным, поскольку, укрупнив капли примесей смолистых веществ, мы уменьшим время их отстаивания.

Для того, чтобы определить оптимальные параметры процесса коалесценции, а также для того, чтобы знать дисперсный состав примесей смолистых веществ до и после коалесцирующих фильтров, необходимо провести седиментационный анализ аммиачных вод коксохимического производства.

К сожалению, обзор литературных данных показал, что методов определения дисперсного состава эмульсий существует немного. Наиболее распространенным является пипеточный метод. Однако для аммиачных вод коксохимического производства этот метод является непригодным, поскольку необходимо отбирать большое количество воды для определения примесей смолистых веществ, что требует значительного расхода аммиачной воды и реактивов для определения смолистых веществ, а также сооружения экспериментальной установки больших размеров, что делает неудобным проведение анализа.

Мы предлагаем определять дисперсный состав примесей смолистых веществ в аммиачной воде коксохимического производства седиментационным методом с последующей экстракцией осевших фракций смолистых веществ и определением содержания той или иной фракции на фотоколориметре.

Для проведения анализа в закрепленную на штативе делительную воронку наливают 200 мл аммиачной воды на высоту 7 см. Частицы смолы разных размеров начинают оседать на дно делительной воронки. Определяют содержание следующих фракций смолистых веществ: 0 – 2 мкм; 2 – 5 мкм; 5 – 10 мкм; 10 – 15; 15 – 20 мкм; >20 мкм. При этом заранее, перед проведением анализа, определяют время оседания каждой фракции по известной высоте оседания по формуле Стокса. Время оседания фракции определяют по времени оседания наименьших частиц данной фракции.

По истечении времени, за которое оседает данная фракция, открывают кран и сливают аммиачную воду с осевшей фракцией, после чего закрывают кран. Эту же операцию проводят с каждой фракцией смолистых веществ. Пробу с осевшей фракцией

помещают в химический стакан емкостью 20 мл. Содержимое стакана переносят в делительную воронку, а затем смолистые вещества экстрагируют четыреххлористым углеродом. При этом происходит расслоение эмульсии: аммиачная вода находится в верхнем слое, а четыреххлористый углерод – в нижнем. Сливают нижний слой в химический стакан емкостью 50 мл и обезвоживают его сульфатом натрия. После этого пробу отфильтровывают на воронке при помощи фильтра «белая лента» и переводят в химический стакан емкостью 50 мл.

Для определения содержания смолистых веществ в аммиачной воде из пробы в колбу емкостью 50 мл пипеткой отбирают 5 мл, доводят до метки четыреххлористым углеродом, а затем отбирают на анализ 5 мл в кювету емкостью 5 мл. Кювету с пробой помещают в фотоколориметр. Фотоколориметр настраивают на длину волны 540 нм, в качестве холостой пробы используют четыреххлористый углерод. При помощи фотоколориметра определяют оптическую плотность пробы. После этого при помощи заранее построенного калибровочного графика определяют по известной оптической плотности содержание данной фракции смолистых веществ (в мг) в аммиачной воде.

Аналогичные операции производят с каждой фракцией смолистых веществ в аммиачной воде.

Все результаты анализа заносят в таблицу, пример оформления шапки которой приведен ниже.

Таблица 1 – Дисперсный состав примесей смолистых веществ в аммиачной воде

Фракция	$\tau_{\text{макс}}$ , с	$\tau_{\text{мин}}$ , с	q, %	$\Gamma_{\text{мин}}$ , МКМ	$\Gamma_{\text{макс}}$ , МКМ	$\Delta r$ , МКМ	$r_{\text{ср}}$ , МКМ	$q/\Delta r$ , %/МКМ
---------	--------------------------	-------------------------	------	--------------------------------	---------------------------------	------------------	-----------------------	-------------------------

где  $\tau_{\text{макс}}$  – время оседания наименьших частиц данной фракции,

$\tau_{\text{мин}}$  – время оседания наибольших частиц данной фракции,

q – относительная масса фракции,

$\Gamma_{\text{мин}}$  – размер наименьших частиц данной фракции,

$\Gamma_{\text{макс}}$  – размер наибольших частиц данной фракции,

$\Delta r$  – разница между наибольшим и наименьшим радиусами данной фракции,

$r_{\text{ср}}$  – средний радиус частиц данной фракции,

$q/\Delta r$  – отношение массы данной фракции к разнице между наибольшим и наименьшим радиусами данной фракции.

По результатам анализа строят кривую седиментации в координатах Q (%),  $\tau$  (мин) (Q – масса всего осадка). Для каждой фракции вычисляют  $\Delta r$  и  $q/\Delta r$ . строят дифференциальную кривую распределения, для чего на оси абсцисс откладывают средние значения радиусов частиц всех фракций, а на оси ординат откладывают значения  $q/\Delta r$  для каждой фракции. Строят интегральную кривую распределения, для чего на оси абсцисс откладывают радиусы частиц каждой фракции (минимальный и максимальный), причем максимальный радиус для самой маленькой по размеру фракции будет минимальным для последующей, и так для всех фракций; на оси ординат откладывают значения q, причем значения q суммируются (для первой фракции –  $q_6$ , для второй фракции –  $(q_6+q_5)$ , и так далее до последней фракции (масса всего осадка).

Анализ делают для исходной аммиачной воды и для аммиачной воды, пропущенной через коалесцирующий фильтр. После этого по результатам дисперсного анализа сравнивают содержание различных фракций и делают вывод об эффективности работы колонки. Чем меньше в воде, пропущенной через коалесцирующий фильтр, стало фракций с меньшим размером частиц и чем больше стало фракций с бóльшим

размером частиц по сравнению с исходной водой, тем эффективнее работа коалесцирующего фильтра.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВСПЛЫТИЯ ОДИНОЧНЫХ ПУЗЫРЬКОВ В ПОКОЯЩЕЙСЯ ЖИДКОСТИ В ЧИСТОЙ ВОДЕ И В ПРИСУТСТВИИ ПАВ**

А.И. Барыбин

Донецкий национальный университет

В последнее время уделяется больше внимания качеству очистки сточных вод от твердых примесей и поверхностно-активных веществ, таких как нефтепродукты, жиры и т.д. На многих очистных сооружениях, таких как флотационные установки, аэротенки и другие, используется аэрация загрязненной воды. Существующие методы расчета таких установок базируются в основном на данных полученных по интегральным характеристикам газожидкостных потоков. На сегодняшний день в литературе отсутствуют данные по тонкой структуре газожидкостных потоков, таких как локальное газосодержание, дисперсность газовой фазы, влияние поверхностно-активных веществ на динамику газовой фазы.

Задача повышения эффективности флотационных очистных установок предприятий является одной из основных проблем охраны окружающей среды. Поэтому необходимо иметь надежную научную основу для проектирования новых и модернизации существующих флотационных очистных сооружений.

В связи с тем, что в проводимых ранее экспериментах по исследованию газожидкостных струйных течений возникли трудности с определением вертикальной составляющей скорости пузырька, было решено провести дополнительные эксперименты по всплытию одиночных пузырьков, как в покоящейся чистой воде, так и в присутствии ПАВ.

Следует дополнительно заметить, что ПАВ представляют собой обширную группу соединений, различных по своей структуре, относящихся к разным классам. Эти вещества способны адсорбироваться на поверхности раздела фаз и понижать вследствие этого поверхностную энергию (поверхностное натяжение). В зависимости от свойств, проявляемых ПАВ при растворении в воде, их делят на анионоактивные вещества (активной частью является анион), катионоактивные (активной частью молекул является катион), амфолитные и неионогенные, которые совсем не ионизируются.

Лабораторные эксперименты состояли в том, что проводилась видеосъемка установки во время того, как в ней образовывались воздушные одиночные пузырьки, что было зафиксировано на пленке. Видеосъемка проводилась с использованием стробоскопа (с разной частотой мерцания), что позволило получить хорошо зафиксированные кадры формирования и всплытия пузырька. Так же во время видеосъемки были использованы все три насадки на генератор пузырьков. Во время просмотра видеоинформации выделялись наиболее успешные кадры для начального и конечного положения пузырька (выбирались произвольно), производился замер расстояния на которое всплывал пузырек и соответствующего для данных кадров времени (учитывалось что в длительность одного кадра составляет 1/24 сек). Для насадки с диаметром  $d=0,25$  мм полученная данным способом скорость всплытия получилась равной  $0,22$  м/с. Диаметр пузырька для данной насадки равен  $3$  мм. Следует отметить что для насадок с  $d=0,6$  и  $0,8$  мм как размер пузырька так и скорость существенно не отличались от полученных для насадки с  $d=0,25$  мм. Кроме того



скорость всплытия была посчитана с помощью следа, который оставлял пузырек во время высокочастотного мерцания стробоскопа. В этом случае для насадки  $d=0,25$  было получено значение скорости равное  $0,24$  м\с. Этот тест подтверждает правильность методики.

Полученные двумя способами данные хорошо согласуются между собой, что говорит о правильности полученных результатов. Следует так же сказать, что физическая картина всплытия одиночного пузырька и полученные экспериментальным путем результаты в целом хорошо согласуются с результатами С.С.Кутателадзе и В.Е.Накорнякова.

В эксперименте по определению скорости всплытия в покоящейся воде в присутствии ПАВ использовался характерный неионогенный представитель этого семейства метаупон. Был создан матричный раствор метаупона с концентрацией  $5000$  гр./куб.м.. Необходимые концентрации получались путем разбавления матричного раствора.

В результате обработке видеосъемки и расчета скорости по следу оставляемому пузырьком(учитывая что длительность кадра составляла  $1/15$  сек) был получен график зависимости скорости всплытия от концентрации ПАВ.

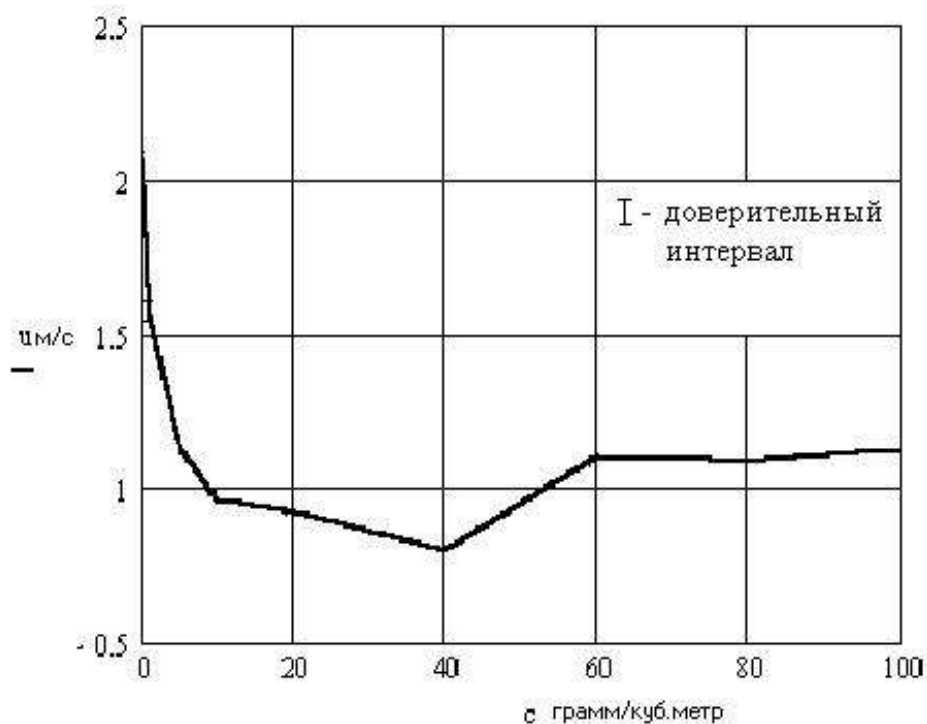


Рис. График зависимости скорости всплытия от концентрации ПАВ

По полученному графику видно что уже при концентрациях  $1$  грамм/куб.метр скорость пузырька начинает резко падать. Объясняется это тем, что присутствующие ПАВ изменяют поверхностное натяжение на границе раздела фаз, что приводит к уменьшению размеров пузырька, и соответственно к уменьшению архимедовой силы действующей на пузырек. Однако после концентрации  $40$  гр/куб.метр происходит увеличение скорости. Этот факт можно объяснить тем, что после данной концентрации практически исчезает эффект витания. Последующее же увеличение концентрации ПАВ не приводит к значительному изменению скорости и размеров пузырька. Таким образом можно сделать вывод, что влияние концентрации ПАВ осуществляется только при достаточно малых колнцентрациях.

## ГИДРОКСИАПАТИТ КАЛЬЦИЯ КАК СОРБЕНТ ТОКСИЧНЫХ ИОНОВ В ВОДНЫХ СРЕДАХ

Ю.С. Иванова, Е.Е. Белоусова  
Донецкий национальный университет

Внимание исследователей к гидроксиапатиту в последние годы обусловлено в основном его биологической активностью, так как его химический состав –  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$  – соответствует составу костной ткани.

Вместе с тем, он обладает и другими практически важными свойствами: люминесцентными, каталитическими (в реакциях дегидрирования и окисления спиртов, гидролиза хлорбензола, альдольной конденсации метилвинилового кетона, конверсии метана), сорбционными как из жидкой фазы (извлечение ионов элементов Cl, F, Pb, Cu, Cd, U, Pu, As, Se и др.), так и из газовой (поглощение алифатических и ароматических углеводородов, аммиака, окиси углерода, болезнетворных микробов и вирусов).

В связи с этим представляет научный и практический интерес изучение поведения гидроксиапатита кальция в водных средах, содержащих токсичные ионы некоторых двухвалентных металлов (стронция, свинца, кадмия, никеля и кобальта), и исследование его сорбционных свойств в отношении этих ионов.

Известно, что сорбционные свойства сорбентов зависят от их удельной поверхности. Поэтому были разработаны способы получения гидроксиапатита кальция с различной поверхностью частиц. Удельная поверхность порошков, полученных осаждением в водно-аммиачной среде, в зависимости от их температурной обработки колеблется в интервале от 64 до 90 м<sup>2</sup>/г. (ГА-1). Увеличение этой характеристики почти вдвое (от 80 до 130 м<sup>2</sup>/г) было достигнуто добавлением пероксида водорода в синтезированный «мокрым» способом гидроксиапатит кальция при интенсивном перемешивании образовавшейся суспензии (ГА-2).

Сорбционную способность образцов ГА-1 и ГА-2 по отношению к ионам стронция, свинца, кадмия, никеля и кобальта изучали в статических условиях при комнатной температуре. С этой целью вводили 5 г сорбента в постоянный объем (100 см<sup>3</sup>) раствора нитрата двухзарядного катиона различной молярной концентрации от 1,0 до  $0,2 \cdot 10^{-3}$  моль/л. Суспензию периодически встряхивали в течение семи суток, затем сорбент отделяли фильтрованием и исследовали его методом рентгенофазового анализа и ИК-спектроскопии, а жидкую фазу анализировали на содержание в ней катионов кальция и  $\text{Me}^{2+}$  с использованием методов химического, фотокolorиметрического анализов и атомной абсорбции.

Результаты сорбции показали, что гидроксиапатит кальция взаимодействует с двухзарядным катионом по типу замещения, о чем свидетельствует присутствие в жидкой фазе вытесненных из сорбента ионов кальция. По экспериментальным данным установлены концентрации ионов  $\text{Me}^{2+}$ , при которых происходит полная их сорбция. Эти участки на изотермах сорбции ограничены прямолинейной зависимостью и составляют в моль/л: 0,050 (для свинца); 0,025 (для стронция); 0,005 (для кобальта и никеля) и 0,01 для кадмия. Предел сорбции наступает при концентрации адсорбтива около 1,0 моль/л (для свинца и стронция); 0,5 моль/л (для кадмия) и 0,1 моль/л (для кобальта и никеля).

По построенным изотермам сорбции двухзарядных ионов на гидроксиапатите кальция (ГА-1) наблюдается следующая зависимость величины сорбции от природы катиона:  $Pb^{2+} > Sr^{2+} > Cd^{2+} > Ni^{2+} \geq Co^{2+}$ . Такая же зависимость сохраняется для сорбента с большей удельной поверхностью (ГА-2), однако, величина сорбции на нем возрастает в 1,5 раза в сравнении с сорбентом ГА-1.

Для выяснения механизма сорбции и доказательства предполагаемого ионообменного ее характера были исследованы методом рентгенофазового анализа и ИК-спектроскопии твердые фазы сорбента после адсорбции. Из полученных данных следует, что сорбция на двух видах гидроксиапатита кальция зависит от природы катиона. Обнаружено, что в результате сорбции на ГА-1 с меньшей удельной поверхностью сорбент представляет собой твердый раствор гидроксиапатита свинца в системе со свинцом и твердый раствор гидроксиапатита стронция в системе со стронцием, а на ГА-2 с большей удельной поверхностью образуется смесь твердых растворов на основе гидроксиапатитов кальция и  $Me^{2+}$  (для свинца и стронция). Продукты сорбции кадмия, никеля и кобальта на ГА-1 и ГА-2 при низких концентрациях ионов  $Me^{2+}$  ( $C_M < 0,01$  моль/л) представляют собой твердые растворы только на основе гидроксиапатита кальция.

Десорбция ионов кальция из сорбентов двух типов при взаимодействии с  $Me^{2+}$ , где  $Me - Sr, Pb, Cd, Ni, Co$ , показала, что эквивалентный обмен ионов происходит в растворах со свинцом, стронцием и кадмием. В сериях с никелем и кобальтом наблюдается эквивалентная ионам  $Me^{2+}$  десорбция кальция только в интервале низких концентраций ионов  $Me^{2+}$  ( $C_M < 0,005$  моль/л), а при больших указанного значения концентраций определяется неэквивалентное (меньше стехиометрического) количество ионов  $Ca^{2+}$ , т.е. суммарная величина сорбции катионов никеля и кобальта превышает их сорбцию по ионообменному механизму. Последнее, по-видимому, связано с повышенной способностью этих катионов к комплексообразованию. Можно предположить, что эти катионы образуют координационные соединения с поверхностными функциональными группами гидроксиапатита кальция - фосфат- или гидроксогруппами. Причем определено, что чем больше удельная поверхность сорбента, тем большая адсорбция ионов никеля и кобальта проходит по типу «необменной сорбции», которая зависит от pH раствора электролита. В условиях эксперимента pH растворов солей никеля и кобальта составляло 4,5 – 5,5, при котором на поверхности сорбента находится достаточное количество фосфатных групп, с которыми возможно образование комплексных ионов никеля и кобальта. Следует учитывать, что при  $pH \cong 2$  в результате растворимости гидроксиапатита образуются кислые и средние фосфаты двухвалентных металлов  $Me(HPO_4)$  и  $Me_3(PO_4)_2$ , которые осаждаются на поверхности сорбента. В щелочной среде  $pH > 7$  в системах с кадмием, никелем, кобальтом и свинцом образуются гидроксиды тяжелых металлов, которые также осаждаются на поверхности, и тем самым понижают сорбционную активность гидроксиапатита по ионообменному механизму, хотя в общем наблюдается значительное увеличение сорбции в системах.

Таким образом, проведенные исследования сорбционных свойств ГА-1 и ГА-2 показали, что в условиях эксперимента максимальная его сорбция проявляется в отношении больших по размеру ионов  $Sr^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$  и в меньшей степени  $Cd^{2+}$ , для которых известны гидроксиапатиты, образующие с гидроксиапатитом кальция твердые растворы. Малую адсорбционную способность проявляют ионы никеля и кобальта, не образующие фосфаты со структурой апатита.

Полученные результаты позволяют рекомендовать использовать гидроксипатит кальция в качестве эффективного сорбента при очистке сточных вод от ионов стронция, свинца и кадмия.

## **БИОИНДИКАЦИЯ И БИОТЕСТИРОВАНИЕ КАК МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Е.С. Фомина, Е.А. Трошина

Донецкий национальный технический университет

Наиболее острой проблемой для современного Донецкого региона является водообеспечение. Расположение города на водоразделе бассейнов р. Северский Донец и Азовского моря географически предопределяет маловодность этих территорий. А если учесть, что на данной территории уже около двухсот лет ведется активная добыча угля, то существующее положение относительно водных ресурсов ещё более усугубляется. Поэтому с учетом сложившейся ситуации следует особое внимание уделять качеству сточных вод, сбрасываемых в водотоки Донбасса.

В последнее время при исследовании качества сточных вод всё чаще прибегают к биологическим методам: биоиндикация и биотестирование. Биоиндикация – способ оценки антропогенной нагрузки по реакции на нее живых организмов и их сообществ. Биотестирование – использование в контролируемых условиях биологических объектов (тест-объектов) для выявления и оценки действия факторов окружающей среды на организм, его отдельную функцию или систему организмов.

Данные методы входят в систему биомониторинга, который включает в себя совокупность наблюдения, оценки и прогноза изменений в биологических объектах под воздействием антропогенных факторов. В основе биомониторинга лежит разработка систем раннего оповещения, диагностики и прогнозирования антропогенной нагрузки на природные объекты.

Методы биоиндикации и биотестирования основаны на фиксации реакции сообществ живых организмов к различного вида загрязняющим факторам. При правильном подборе индикаторных организмов для определенных условий методом биоиндикации может осуществляться качественная и количественная оценка эффекта антропогенного и естественного влияния на окружающую среду.

Среди особых преимуществ биологических методов следует отметить то, что они позволяют фиксировать негативные изменения в природной среде при низких концентрациях загрязняющих веществ. Использование биоиндикаторов позволяет:

- обнаруживать места скоплений в экологических системах различного рода загрязнений;
- проследить динамику изменений в окружающей среде;
- определить степень вредности тех или иных веществ для живой природы, в частности для человека;
- составить прогноз дальнейшего развития экосистемы.

К чувствительным биоиндикаторам можно отнести лишайники, мхи, почвенные и водные микроорганизмы (водоросли, бактерии, микрогрибы). В роли биоиндикаторов могут быть использованы пыльца растений, хвоя сосны обыкновенной и др. Среди животных также выделяются группы организмов, положительно или отрицательно

реагирующие на различные формы антропогенной нагрузки на среду (ракообразные, хирономиды, моллюски, личинки ручейников, поденок, веснянок и др.).

Среди организмов-биоиндикаторов нельзя не отметить вклад высшей водной растительности в процесс индикации тяжёлых металлов. Способность к аккумуляции тяжёлых металлов среди водной растительности проявляют сальвиния плавающая, рдест пронизаннолистный, рдест блестящий, рдест узловатый, многокоренник обыкновенный и др. Водные растения также являются индикаторами органического загрязнения и эвтрофирования водных объектов.

Целью проведенных исследований явилось изучение показателей загрязненности сточных вод завода по переработке семян подсолнечника в г. Донецке на разных стадиях их очистки. Кроме определения органолептических и химических показателей, было также проведено биотестирование воды. В качестве тест-объектов при биотестировании использовали *Daphnia Magna* (рис. 1). Результаты исследований приведены в табл. 1.



Рисунок 1 – *Daphnia Magna*

Таблица 1 – Усредненные результаты исследования качества сточных вод завода по переработке семян подсолнечника в г. Донецке (2003 – 2005 гг.)

Показатели качества воды	Вход на очистные сооружения	Вход на биоплато	Выход с биоплато (сброс в р. Осыкова)	Эффективность очистки, %
рН	5,2	7,4	7,6	
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	143,5	60,5	15,5	67,0
БПК, мг О/дм <sup>3</sup>	538,0	16,0	6,2	71,5
ХПК, мг О/дм <sup>3</sup>	914,9	96,0	30,0	70,0
Ион аммония мг/дм <sup>3</sup>	46,39	5,5	0,4	93,5
Нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	1,3	7,8	4,5	43,5
Нитриты, мг/дм <sup>3</sup>	0,28	0,36	0,10	72,0
Растворённые ортофосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	7,4	5,5	2,5	48,5
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>	1,7	0,5	0,3	45,0
Нефтепродукты и масла, мг/дм <sup>3</sup>	34,0	1,5	0,3	75,0
Токсичность для <i>Daphnia magna</i>	Острая	Хроническая	Отсутствует	

Результаты исследования по определению качества сточных вод показали, что сточные воды, прошедшие весь технологический процесс очистки, не выявляют отрицательного влияния на жизнеспособность тест-организмов даже в хроническом эксперименте (на протяжении месяца наблюдений).

Таким образом, методы биотестирования можно использовать для определения качества очистки сточных вод после каждой стадии и достаточность очистки в целом.

## **ПОЛУЧЕНИЕ СОПОЛИМЕРОВ МАЛЕИНОВОГО АНГИДРИДА И СТИРОЛА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В КАЧЕСТВЕ ФЛОКУЛЯНТА**

М.Р. Гайнулина, А.В. Булавин, Т.Г. Тюрина

Донецкий национальный технический университет, ИнФОУ НАН Украины

Снижение качества и возрастающие объемы потребления воды со все большей остротой ставят проблему её очистки от загрязнений, и в частности, от взвешенных и коллоидно-дисперсных частиц. Эффективность осаждения дисперсий может быть значительно увеличена с помощью флокулянтов, при этом одновременно снижаются: цветность, запахи, привкусы и микробная загрязненность воды. Кроме того флокулянты позволяют: улучшить качество воды при минимизации времени отстаивания; достигать запланированной производительности при меньших расходах; увеличивать производительность без капитальных затрат; повысить эффективность системы фильтрации и увеличить срок службы фильтров.

Флокулянтами являются растворимые полимеры, в том, числе [полиэлектролиты](#). В зависимости от состава полярных групп их можно разделить на:

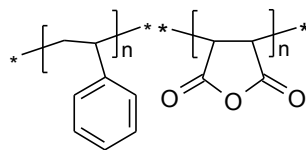
- неионогенные — полимеры, содержащие неионогенные группы: —ОН, >СО (крахмал, оксиэтилцеллюлоза, поливиниловый спирт, полиакрилонитрил и др.);
- анионные — полимеры, содержащие анионные группы: —СООН, —S<sub>0</sub><sub>3</sub>H, —OS<sub>0</sub><sub>3</sub>H (активная кремниевая кислота, полиакрилат натрия, альгинат натрия, и др.);
- катионные — полимеры, содержащие катионные группы: —NH<sub>2</sub>, =NH (полиэтиленимин, сополимеры винилпиридина, ВА-2, ВА-102, ВА-212 и др.);
- амфотерные — полимеры, содержащие одновременно анионные и катионные группы: полиакриламид, белки и др.

Наиболее эффективны синтетические полиэлектролиты с высокой степенью полимеризации и большой молекулярной массой, имеющие линейную структуру макромолекулы. К недостаткам метода можно отнести отсутствие универсального флокулянта для выделения широкого спектра загрязняющих веществ, а также выбор определенных условий для оптимальной работы – температуры, рН, концентрации и др. Поэтому в настоящее время активно ведутся работы по поиску и синтезу новых высокоэффективных флокулянтов.

К мономерам, на основе которых возможно получение водорастворимых полимеров, можно отнести малеиновый ангидрид, который является достаточно доступным продуктом, образующимся при протекании побочных реакций на установках окисления нафталина или о-ксилола, например, в условиях ВАТ «Авдеевский коксохимический завод». Известно, что малеиновый ангидрид не образует гомополимеров при обычных условиях, однако сополимеры на его основе находят широкое применение в народном хозяйстве.

Ранее показано, что протекание реакции сополимеризации малеинового ангидрида со стиролом носит комплексно-радикальный характер и при определенных условиях

возможно получение чередующегося сополимера, при этом элементарное звено для такого соединения будет иметь следующий вид:



Целью данной работы было определение условий получения сополимеров на основе малеинового ангидрида и попытка использования их в качестве флокулянта. Поскольку одной из наиболее важных характеристик флокулянтов является молекулярная масса, то нами, прежде всего, были изучены условия получения сополимеров с различной существенно отличающейся степенью полимеризации. В качестве исходных веществ были использованы: стирол - свежеперегнаный в вакууме (20-30 мм рт. ст.); малеиновый ангидрид - перекристаллизованный из бензола для отделения примеси малеиновой кислоты. В качестве инициатора радикалой полимеризации использовался АИБН, дважды перекристаллизованный из этилового спирта.

Общая процедура сополимеризации состоит в следующем: к раствору малеинового ангидрида в диоксане (80 % от общего количества) добавляют стирол и продувают инертным газом. К раствору мономеров при 80°C и перемешивании в течение часа добавляют раствор инициатора. Оставшийся растворитель используют на промывку мерных емкостей и дозатора и также вводят в реакционную смесь. Продолжают перемешивание при 80°C в течение еще 2 часов. Процесс проводили в инертном растворителе (бензоле).

Предварительно нами был проведен подбор концентрации мономеров в реакционной смеси. При содержании 2 моль/л каждого из мономеров вязкость полимеризационной массы быстро нарастала, что затрудняло перемешивание и отвод тепла. Продукт, выделенный через 1 час, имел конверсию 64 %(мас) и молекулярную массу 130 тыс. Разбавление реакционной смеси растворителем по ходу полимеризации привело к выбору в качестве базовой концентрации 1 моль/л по каждому из мономеров и концентрации инициатора 2 %(мас) относительно массы мономеров. Были получены продукты с достаточно высокой молекулярной массой (не менее 60 тыс.) при конверсии 97-99 %(мас).

Серия опытов была проведена также с применением регуляторов роста цепи - хлористого аммония. Введение добавки NH<sub>4</sub>Cl проводили в количестве от 0,02 до 0,5 %(мас) относительно массы мономеров. Определение средневязкостной молекулярной массы образцов сополимеров, полученных с различным количеством соли, показало, что вначале с увеличением ее концентрации молекулярная масса сополимера снижается до 17-20 тыс., а затем возрастает до 40-45 тыс. Оптимальное количество NH<sub>4</sub>Cl составляет 0,1 %(мас).

Синтезированный сополимер не растворим в воде, поэтому он был переведен в солевую форму добавлением эквивалентного количества NaOH. Наличие активных групп — COO<sup>-</sup> позволяет отнести этот сополимер к числу анионных. Тогда, при введении в очищаемую воду флокулянта необходимо предварительное использование коагулянта. В нашем случае это широко используемый сульфат алюминия.

Для создания мутности и цветности модельной загрязненной системы в водопроводную воду добавляли белую глину и хромат калия. При этом исходная мутность в различных опытах составляла 850-1100 мг/дм<sup>3</sup>, а цветность 60-150 град. Подбор дозы коагулянта проводился на основании СНиП 02.04.01-84 исходя из цветности и содержания взвешенных частиц в исходной воде. Дозу флокулянта варьировали в пределах от 0,0625 до 12,5 мг/дм<sup>3</sup>. После введения в воду реагентов

наблюдали за протеканием процесса флокуляции, при этом в осадок выпадали белые хлопья. После чего фотоколориметрически определяли показатели качества воды. В предварительных опытах показано, что при минимальных значениях дозы флокулянта наблюдается незначительное улучшение качества воды, что позволяет предположить о перспективности использования полученных сополимеров малеинового ангидрида и стирола в качестве флокулянтов.

## **ПОРІВНЯННЯ ДЕКІЛЬКОХ СХЕМ ОЧИСТКИ-ПРОМИВКИ ГАЛЬВАНІЧНИХ ЛІНІЙ**

З.О.Майзеліс, Ю.В.Илляшенко, Л.В.Трубнікова

Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”

Витрати води на промивку деталей гальванічних ліній на підприємствах розраховують за допомогою формул, в яких враховують винос забруднювачів із гальванічної ванни і схему промивки. Однак ці формули не враховують зміни концентрацій при накопиченні компонентів, випаровування води з дзеркала ванн, перетоків розчинів при поповненні рівня розчинів ванн. З урахуванням того, що витрати води складають значну частину собівартості гальванічних покриттів, кількісно обґрунтований порівняльний аналіз витрат води в схемах промивки з очисткою є досить актуальним.

Складені матеріальні баланси у ваннах декілька схем промивки-очистки гальванічної лінії нікелювання з додатковим урахуванням випаровування води, перетоків розчинів і впливу стадій вилучення металів, на підставі яких зроблений аналітичний розрахунок мінімальних витрат води й оптимальних концентрації забруднень в ваннах промивки.

Схема 1 – схема промивки без очистки. Вона включає ванну уловлювання і двохкаскадну протиточну промивку.

Схема 2 – схема промивки з адсорбційної очисткою. Ця схема являє собою схему 1 із треступінчастої очисткою стоку.

Схема 3 – схема промивки з електролітичним вилученням нікелю з розчину ванни уловлювання схеми 1.

Схема 4 – схема промивки з комбінованої очисткою, надалі – “електролітично-іонообмінна”. Вона включає ванну уловлювання і проточну промивку, а також стадію концентрування іонів нікелю в іонообмінній колонці з розчину ванни уловлювання, регенерацію іонообмінної смоли електролітом електролізера і електролітичне вилучення нікелю з регенераційного розчину.

Схема 5 – схема промивки з комбінованої очисткою, надалі – «електролітично-адсорбційна». Схема включає ванну уловлювання, ванну уловлювач-електролізер-регенератор, у якій відбувається електролітичне вилучення іонів нікелю і регенерація адсорбційного фільтра, ванну уловлювання з концентруванням її циркулюючого розчину на адсорбційному фільтрі і ванну промивки з доочисткою стоку на адсорбційному фільтрі.



У ванні уловлювання електроліту баланс по іонам нікелю позитивний лише для схеми 4 – це той нікель, що повинний бути сконцентрований на іонітовому фільтрі, а потім вилучений електролізом. Схема відрізняється не тільки низькими концентраціями іонів нікелю і фону, але і позитивним балансом по фону, що вимагає опріснення цієї ванни, або скидання розчину.

Електролітичне вилучення іонів нікелю виробляється в схемах 3 - 5. У схемах 3 і 5 електроліз роблять безпосередньо у ванні уловлювання, у схемі 4 – в окремо розташованому електролізері. Якщо в схемі 4 електролітичній екстракції піддається практично весь винесений деталями нікель, то в схемах 3 і 5 – тільки частина, що залишилася від повернення у вигляді солі в робочу ванну. Кількість нікелю, що вилучається в годину, найбільша за схемою 4. У схемі 5 нікелю вилучається більше ніж у схемі 3 за рахунок регенерованого з адсорбційних фільтрів.

Стічна вода з ванни промивки по схемах 1 - 3 за умови розрахунку витрати тільки для забезпечення якісної промивки в ванні фінішної промивки, містить значну кількість іонів нікелю. Якщо за схемою 2 цей нікель передбачається знешкодити на адсорбційних колонках, то в схемі 1 і 3 стічні води повинні надходити на загальнозаводську очистку, де нікель буде загублений у вторинних відходах. Критичної в стоці схем 1 і 3 є концентрація іонів нікелю, у схемі 2 – фону.

У ванні фінішної промивки здійснюється приток води за усіма схемами, а стік - за 4-й і 5-й схемами. Приток води найменший за схемами 4 і 5, значний – за схемами 1 і 2. Великий приток у цій ванні гарячого промивки – це не тільки витрати води, це і додаткові витрати на зігрів більшого об'єму води. Стік з цієї ванни за 4-й схемою направляється на загальнозаводські очисні спорудження, де нікель губиться у вторинних відходах, а за 5-й схемою – очищається на адсорбційному фільтрі з наступною його регенерацією.

Водопровідної води для якісної промивки потрібно більше під час відсутності очистки. Схема 4 різко виділяється кількістю використовуваної деіонізованої води (добудовані частини діаграми на рис.1) через декілька факторів одночасно: попередження отруєння іонообмінної смоли, необхідність підживлення ванни уловлювання деіонізованою водою, а також її частого скидання. Сумарні витрати води (див. рис.) для забезпечення якості промивки найбільші в схемі 4. Кратність перевищення ГПК у стоці істотна не тільки для промивки без очистки, але й у випадку розумного використання тільки електролітичного способу вилучення нікелю.

Таким чином, порівняння різних схем очистки показало, що можна при наявності ванні уловлювання з невеликими витратами води якісно промивати без локальної очистки промивних вод (схема 1), при цьому направити стік на загальнозаводську очистку. Електроліз (схема 3) ефективний як спосіб вилучення нікелю, але не як спосіб очистки. Достатньо чисту стічну воду можна отримати за

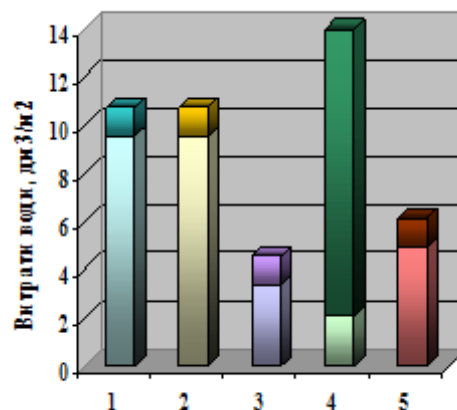


Рис.1. Питомі витрати води на промивку за схемами 1-5

схемами 2, 4 і 5. Однак з використанням тільки сорбційної очистки (схема 2) витрати навіть на дешеву глину, якої без електролітичного захисту витрачається багато, стають порівнянні з вартістю іонообмінних смол, що регенеруються, а відпрацьовану глину треба кудись утилізувати. Іонообмінно-електролітичний спосіб (схема 4) дозволяє очистити промивні води до ГПК, однак зі значними витратами коштовної деіонізованої води. З невелики

## СТОЧНЫЕ ВОДЫ И ИХ ОЧИСТКА

Л.В. Ключкина, М.М. Перистый, А.С. Бондарь  
Донецкий национальный технический университет

В настоящее время вместе с ростом населения растут и его потребности в продукции, которая отвечала бы не только стандарту качества, но также и экологическим стандартам (ISO 14000), целью которых является уменьшение или полное исключение загрязнения окружающей среды во время производства того или иного продукта.

Металлургические предприятия являются крупными источниками образования больших количеств загрязненных сточных вод.

В качестве примера рассмотрим ОАО "Силур". Основная продукция Харцызского сталепроволочно-канатного завода – стальная проволока, стальные канаты, металлокорда, товары народного потребления.

Технологический процесс производства проволоки включает термообработку, подготовку поверхности металла к дальнейшей обработке методом кислотного травления, нанесения горячих и гальванических покрытий. В травильных отделениях для травления применяется серная кислота. Для уменьшения выделений серной кислоты применяются присадки.

Основными технологическими процессами, связанными с потреблением воды на предприятии является:

1. Подготовка поверхности металла к волочению в садочных отделениях;
2. Термическая обработка с подготовкой поверхности металла к волочению в протяжных агрегатах;
3. Нанесение горячих и гальванических покрытий;
4. Обработка металла методом холодной деформации (волочение проволоки).

Подготовка поверхности металла к волочению в садочных травильных агрегатах заключается в полном удалении окалины и окислов с поверхности катанки, проволоки и нанесение на нее буры, извести, создающих смазочный слой в процессе ее волочения. В цехах для травления используется серная кислота и незначительно соляная кислота.

Вода используется для промывки металла после травления. Сточные воды, образующиеся в травильных отделениях, являются химически загрязненными. Эти сточные воды делятся на промывные и отработанные травильные растворы.

Промывные сточные воды содержат 0,5-1,0 г/л серной кислоты и 0,8-5,0 г/л сульфата железа.

Стоки ванн травления с содержанием серной кислоты до 5 г/л сливаются в кислотную канализацию. Из некоторых ванн, в которых содержание железного купороса достаточно для производства и варки товарного железного купороса поступают на имеющуюся на территории предприятия купоросную установку. Кроме

этого, вода используется на мокрую очистку воздуха, отсасываемого из ванн с серной кислотой и омеднения перед выбросом в атмосферу.

Вода используется на охлаждение оборудования, промывки металла, приготовление растворов. Сточные воды после охлаждения оборудования являются условно чистыми, а после промывки металла в травильных отделениях – химически загрязненными (поступают на станцию нейтрализации проектной производительности 6658 тыс. м<sup>3</sup>/год). Очистка производится путем нейтрализации серной кислоты и сернокислого железа известковым молоком.

Согласно исследованиям, в зависимости от вида обрабатываемых изделий удельный расход сточных вод может колебаться в значительных пределах: от 0,4 м<sup>3</sup> на 1 т изделий (травление прутьев) до 50 м<sup>3</sup> на 1 т (травление оцинкованных труб). В среднем расход сточных вод травильных цехов составляет 3-3,5 м<sup>3</sup> на 1 т изделий, из которых около 85% - промывные стоки. Многократно использованные травильные растворы обогащаются солями железа и выводятся из производства. Отработавшие растворы содержат 30-70 г/л серной кислоты и 150-300 г/л сернокислого железа. Промывные воды содержат 0,5-5,0 г/л кислоты; 0,5-8,0 г/л солей железа и до 300 мг/л взвешенных частиц (окалина, песок и другие механические примеси). Таким образом, существуют разнообразные концентрации загрязнений в травильных сточных водах, подверженные колебаниям не только в течение суток, но и одного часа.

Таблица – Состав сточных вод от травления черных металлов серной кислотой

<b>Показатели загрязнения</b>	<b>Стоки травильных ванн</b>	<b>Промывные воды</b>
Взвешенные вещества, г/л	0,25-0,50	0,13-0,40
Железный купорос, г/л	100-300	0,50
Серная кислота, г/л	30-100	0,50
Железо, г/л	40-76	0,10
Сульфаты, г/л	90-150	0,33
Хлориды, г/л	14-86	0,01
Окисляемость, г/л О <sub>2</sub>	-	14,0
pH	1-2	4-4,5
Температура, °С	30-80	-

Выбор метода очистки травильных сточных вод предприятий зависит от многих факторов: количество сточных вод различных видов, их расходы, возможность и экономическая целесообразность извлечения примесей из сточных вод, требования к качеству очищенной воды при ее использовании для повторного и оборотного водоснабжения и сброса в водоем, мощность водоема, наличие районных или городских очистных сооружений.

Существующие методы очистки можно разделить на четыре группы:

1. Механические - усреднение, процеживание, отстаивание (гравитационное и центробежное), фильтрация.
2. Химические - нейтрализация и окисление.
3. Биологические - аэробное окисление и анаэробное сбраживание.
4. Физико-химические - флотация, сорбция, электрохимические (электрокоагуляция, электролиз, электродиализ), экстракция, ионный обмен, мембранные методы, эвапорация, аэрация, термические методы (выпаривание и испарение, сжигание, сушка осадка и др.), кристаллизация и др.

На основании проведенных эколого-экономических исследований можно отметить, что при выборе системы сбора и очистки сточных вод необходимо руководствоваться следующими основными положениями:

1. Необходимостью максимального уменьшения количества сточных вод и снижения содержания в них примесей;
2. Возможностью извлечения из сточных вод ценных примесей и их последующей утилизации;
3. Повторным использованием сточных вод (исходных и очищенных) в технологических процессах и системах оборотного водоснабжения.

ми витратами води можливо якісне промивати деталі і очищати воду до ГПК за схемою 5, що розроблена на кафедрі технічної електротехніки НТУ «ХП».

## **ВИКОРИСТАННЯ АЛЮМІНІЄВИХ КОАГУЛЯНТІВ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ОСВІТЛЕННЯ ПРИРОДНОЇ ВОДИ**

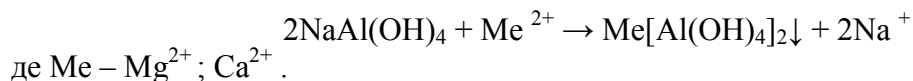
Т.М. Красільнікова, М.Д.Гомеля  
Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут”

В сучасних технологіях водопідготовки та очищення стічних вод, переробки вологих осадів, використовують алюмінієві та залізні коагулянти. Більш поширеними є алюмінієві коагулянти, які не призводять до підвищення кольоровості води та осадів. Серед них найбільш вживані сульфат алюмінію та основні солі алюмінію. При використанні основних солей алюмінію засолення води значно нижче та ефективність очищення значно вища. Основні солі алюмінію, в порівнянні із сірчаноокислим алюмінієм мають ряд інших суттєвих переваг: ефективніше освітлюють воду при однакових дозах коагулянту, забезпечують пластівцеутворення в широкому діапазоні рН очищуваної води, практично не знижують рН та лужний резерв води, завдяки чому різко знижується кислотна корозія трубопроводів та залізобетонних споруд; утворюють більш крупні пластівці, які осідають краще ніж при використанні сульфату алюмінію, ефективно коагулюють при низьких температурах.

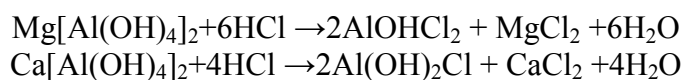
Але до теперішнього часу одержання гідроксохлоридів алюмінію базувалось на використанні металевго алюмінію, або на використанні складного обладнання, яке дозволяло проводити процеси при підвищеному тиску і температурі при взаємодії соляної кислоти з гідроксидом алюмінію. Усе це значно підвищувало собівартість коагулянтів. Тому створення нового простого і зручного методу синтезу високоосновних алюмінієвих коагулянтів, заснованого на використанні доступної сировини, є надзвичайно важливим.

Алюмінат та гідроксоалюмінат натрію на сьогодні є досить доступними реагентами. Вони виробляються у великих кількостях як проміжні продукти у виробництві глинозему та алюмінію, крім того значні об'єми цих продуктів утворюються при лужному травленні металевго алюмінію, при його обробці та переробці.

Нами був розроблений метод одержання гідроксохлоридів з доступного гідроксоалюмінату натрію. Метод базується на переведенні гідроксоалюмінату натрію в нерозчинні у воді гідроксоалюмінати лужноземельних металів. При цьому можна використовувати розчини гідроксоалюмінату натрію різної концентрації, тому що при використанні солей лужноземельних металів можна вилучати гідроксоалюмінат натрію з розведених розчинів. Це важливо при використанні відходів лужного травлення алюмінію.



При взаємодії з розчином соляної кислоти гідроксоалюмінати лужноземельних металів утворюють гідроксохлориди алюмінію. При цьому при використанні гідроксоалюмінату магнію утворюється 1/3 гідроксохлорид алюмінію, а у випадку гідроксоалюмінату кальцію – 2/3 гідроксохлорид алюмінію:



Оцінку ефективності розроблених коагулянтів досліджували при освітленні природної води. Ефективність освітлення визначали після відстоювання через дві години і після фільтрування води через колонку заповнену піском. Каламутність і кольоровість визначали фотоколориметричним методом.

В дослідженні разом з отриманими 1/3 та 2/3 гідроксохлоридами алюмінію для порівняння були використані 5/6 гідроксохлорид алюмінію, одержаний з металевого алюмінію, сульфат алюмінію та гідроксоалюмінат натрію.

На сьогодні вода в Дніпрі є головним джерелом прісної води для населення, промисловості та сільського господарства в Україні, вона характеризується дуже низькою каламутністю (від 3 до 30 мг/дм<sup>3</sup>) та порівняно високою кольоровістю (від 60 до 200 градусів хроматно-кобальтової шкали). Досліджувана партія дніпровської води характеризувалася низькими значеннями як вихідної каламутності (5 мг/дм<sup>3</sup>) так і кольоровості (66 градусів хроматно-кобальтової шкали), і тому вона дуже легко освітлюється навіть без використання реагентів. Її каламутність після відстоювання знижується до нуля. Однак найкращі результати спостерігаємо при додаванні в воду коагулянту з дозою 2 мг/дм<sup>3</sup> (по Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). В цьому випадку завислі речовини вилучаються майже повністю вже при відстоюванні. Слід відмітити, що зі збільшенням дози коагулянту, збільшується каламутність води. Головним чином, це обумовлено утворенням золь гідроксидів алюмінію при гідролізі основних або середніх солей алюмінію. Так як в розчині присутні від'ємнозаряджені завислі та колоїдні домішки в малих концентраціях, то позитивнозаряджені золі гідроксиду алюмінію, концентрації яких переважають концентрації домішок, є досить стабільними, що уповільнює їх коагуляцію та відстоювання.

Синтезовані коагулянти були використані і при освітленні дніпровської води, яка мала каламутність 28 мг/дм<sup>3</sup>, кольоровість 200 градусів, рН 7,66. В даному випадку слід відмітити, що каламутність води мало знижується при відстоюванні. Лише у випадку з алюмінатом натрію було досягнуто зниження каламутності до 3,5 мг/дм<sup>3</sup> та при застосуванні 2/3 гідроксохлориду алюмінію в дозі 30 мг/дм<sup>3</sup> було досягнуто зниження каламутності до 7 мг/дм<sup>3</sup>, що склало 75% ефективності очищення.

Ефективність процесу значно зростає, коли воду після відстоювання пропускати через піщаний фільтр. В цьому випадку було досягнуто повного вилучення завислих речовин, незалежно від типу та дози коагулянту (за виключенням алюмінату натрію, для якого при дозі 2 мг/дм<sup>3</sup>, ступінь очищення досягав 98,2%).

Відносно вищу ефективність розроблених гідроксохлоридів алюмінію відмічено при очищенні природної деснянської води. Так високу ефективність освітлення деснянської води забезпечує розроблений нами 2/3 гідроксохлорид алюмінію. При дозах 10 – 30 мг/дм<sup>3</sup>, він забезпечує зниження каламутності води при відстоюванні від 10 до 16

мг/дм<sup>3</sup>, що значно краще в порівнянні з іншими коагулянтами. Лише у випадку 5/6 гідроксохлориду алюмінію при дозі 30 мг/дм<sup>3</sup> було досягнуто зниження каламутності води до 13 мг/дм<sup>3</sup>. Розроблений нами 1/3 гідроксохлорид алюмінію при тій же дозі забезпечує зниження каламутності води до 9,5 мг/дм<sup>3</sup>.

За результатами дослідження можна відмітити, що синтезовані нами 1/3 та 2/3 гідроксохлориди алюмінію характеризуються високою ефективністю при освітленні природної води в обраному діапазоні доз коагулянтів як при відстоюванні так і при фільтруванні. По основним показникам розроблені коагулянти переважають сульфат алюмінію, 5/6 гідроксохлорид алюмінію та алюмінат натрію, отримані відомими методами.

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАЛИЧИЯ РТУТИ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ г. ДОНЕЦКА

Е.В. Михальская, Г.В. Чудаева

Донецкий национальный технический университет

Степень техногенной нагрузки на окружающую среду г. Донецка в решающей мере обусловлена общим загрязнением не только за счет функционирования его промышленных предприятий, но и в целом предприятий всей Донецкой области. Основными источниками загрязнения г. Донецка являются металлургический и три коксохимических завода, расположенные в районах близких к центру. Кроме того, большой вклад в выбросы города вносят предприятия угольной промышленности, котельные и горящие породные отвалы.

Тяжелые металлы, к которым относится ртуть, присутствуют во многих компонентах окружающей среды города Донецка. Атомарная металлическая ртуть поступает в атмосферу техногенным путем за счет выбросов при сжигании твердого, жидкого топлива, коксования угля, при сжигании бытового мусора и др.

Пары ртути, имея высокий удельный вес, накапливаются в пониженных частях рельефа, а затем легко переносятся ветром. В связи, с чем карта рассеяния этого элемента в атмосфере не может быть постоянной во времени.

Низкоконтрастные ореолы ртути в атмосфере и в почвенном воздухе распространены повсеместно. Эти ореолы, как правило, невелики по площади, имеют вытянутую форму со сравнительно невысоким содержанием ртути. При ПДК ртути в воздухе  $3 \cdot 10^{-7}$  мг/дм<sup>3</sup> ее содержание часто достигает 1,5 ПДК.

Большая часть отходов промышленной и коммунально-бытовой деятельности концентрируют этот элемент наряду со многими другими

Для городской агломерации с высокой концентрацией производства, высокой плотностью населения и развитой транспортной сетью, которой является г. Донецк техногенные геохимические аномалии ртути выделяются на общем поле повышенных содержания химических элементов.

В пределах промышленных ландшафтов предприятий воздействие на геологическую среду выражается в интенсивном загрязнении вмещающих пород, почв, поверхностных и подземных вод биообъектов.

Анализ полученных данных и фактического материала свидетельствует о том, что преобладающий уровень загрязнения почв ртутью присущ верхнему почвенному горизонту (0-5 см), для нижнего чаще всего они менее контрастны, однако в зоне

сопряжения с КХЗ и на участках погребенных промтоходов уровни концентраций ртути возрастают в 3-4 раза. Являясь одним из главных загрязнителей почвенного покрова, ртуть отмечается в значениях от 0,01 до 85 мг/кг.

Накопление или рассеивание ртути в почвах, в целом, связано с уровнем содержания органического углерода и поэтому ее концентрации в верхних гумусовых горизонтах значительно выше, чем в подпочвенных слоях.

Концентрация ртути в транспортных ландшафтах возрастает за счет специфики воздействия транспорта.

В субкавальных (донные отложения) ландшафтах, как правило, преобладают процессы аккумуляции ртути, что связано со способностью этого элемента образовывать устойчивые корреляционные связи с другими элементами. Для донных отложений наиболее характерна корреляционная связь ртуть – литий. Зачастую концентрации данного элемента в донных отложениях превышают значения, полученные при анализе поверхностных вод того же водного объекта, в десятки, а то и сотни раз.

Наличие ртути в поверхностных водных объектах г. Донецка обусловлено в большей степени техногенным поступлением этого элемента. Химический состав речных вод находится в прямой зависимости не только от химического состава поверхностного стока и подземных вод, но и от химического состава и количества сбрасываемых вод. Значительный вклад вносят сточные воды угольных предприятий (шахтные воды).

Содержание ртути в шахтных водах обусловлено их количеством в подземных водах угленосных отложений и процессами, связанными с миграцией этого элемента из горных пород в шахтные воды. При определенных условиях ртуть может накапливаться в поверхностных и грунтовых водах в количествах, не позволяющих использовать их в народном хозяйстве, зачастую отрицательно влияя на водоемы хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного назначения.

Для исследования на наличие ртути в шахтных водах г. Донецка были выбраны три шахты, расположенные в различных районах города и имеющие различные гидрогеологические условия. Кроме того, шахта Мушкетовская на момент анализа не эксплуатировалась, однако шахтные воды продолжают откачивать.

В таблице 1 приведены значения, полученные по результатам анализа шахтных вод на выбранных объектах. Пробы отбирались из отстойников каждой шахты в различное время года, в первой половине дня.

Таблица 1 – Содержание ртути в пробах шахтной воды по результатам анализа, мг/л

Наименование шахты	Март 2005	Июнь 2005	Сентябрь 2005	Ноябрь 2005
Мушкетовская	0,0007	0,0006	0,0006	0,0005
Им. Калинина	0,0010	0,0007	0,0008	0,0008
Кировская	0,0009	0,0008	0,0008	0,0006

Как видно из полученных результатов значения концентраций ртути превышают предельно допустимые для данного элемента и зависят от сезонного времени отбора проб. Этот факт требует особого внимания, так как отсутствие единого подхода к проблеме изучения загрязнения окружающей среды ртутью за счет ее поступления с шахтными водами, отсутствие комплексных методических руководств сдерживает

возможность нормализации экологической обстановки в г. Донецке и в целом во всем угледобывающем регионе.

Сброс недоочищенных шахтных вод приведет к тому, что исчерпаются возможности одновременного использования природных водных объектов как источника снабжения пресной водой и коллекторной сети для сброса загрязненных стоков. Что в конечном итоге приведет к дефициту пресной воды.



## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ВОДНО-ШЛАМОВОЙ СИСТЕМЫ ЦОФ «ЛУГАНСКАЯ» В НЕУСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ

А.С. Голиков, Е.И. Назимко

Донецкий национальный технический университет

Современные тенденции развития водно-шламовых систем определяют переход на одностадиальные схемы с сокращением объемов сгустительно-осветлительных устройств для накапливания и сгущения шламовых вод. Поэтому назревает острая необходимость исследовать водно-шламовые системы обогатительных фабрик на предмет накопления шлама и сокращения величины и времени достижения его равновесной концентрации. Актуальность данной проблемы очевидна: понижая количество циркулирующего в системе шлама, улучшаются технико-экономические показатели работы фабрики в целом.

Действующая водно-шламовая система ЦОФ «Луганская» отличается довольно сложной топологией, имеет много стадий улавливания шлама и характеризуется большим количеством циркулирующих нагрузок. Особый интерес представляет содержание тонкого и зернистого шламов в узлах и аппаратах с большим количеством циркулирующих нагрузок (отделение гравитационного обогащения, гидроклассификатор, отделение обезвоживания).

В данной работе применен метод имитационного численного моделирования. При имитационном моделировании поведение исследуемой системы воспроизводится с помощью ЭВМ, и на основе полученных данных делаются выводы о свойствах системы и ее поведении. Графические результаты работы компьютерной программы представлены на рисунках 1, 2. Вертикальные участки зависимостей соответствуют количеству тонкого или зернистого шламов, на которое увеличивается общее содержание шлама в данный момент. Горизонтальные участки соответствуют неизменному содержанию шлама в узле или аппарате за время равное инерционности узла и самого короткого возвратного потока.

Для отделения гравитационного обогащения накопление шлама начинается резким скачком содержания шлама на 601 секунде работы системы. Это время соответствует продолжительности пребывания порции шлама в отделении и инерционности входящего в него потока. Количество входящего шлама принимается за единицу, дальнейшее распределение порции шлама происходит в соответствии с коэффициентами разделения шлама для исходящих потоков. Далее входящее количество шлама остается неизменным в течении промежутка времени равному суммарной инерционности (инерционности аппаратов и соединяющих их трубопроводов) самой короткой возвратной цепи. В данном случае этот промежуток времени составляет 560 секунд для тонкого и зернистого шламов. По истечении этого времени количество шлама снова резко повышается на 0.09 и 0.05 дол.ед. для зернистого и тонкого шламов соответственно. Это объясняется тем, что этот возвратный поток принес в отделение гравитационного обогащения такую долю зернистого и тонкого шлама от величины исходящего из отделения потока. Это легко проверить арифметически, перемножив коэффициенты распределения для зернистого и тонкого шлама по всем аппаратам, входящим в цепочку. Далее содержание шлама на какой то момент (103 секунды) опять становится неизменным. После чего незначительно возрастает (0.01 дол. ед.). Такое явление вызывают циркулирующие

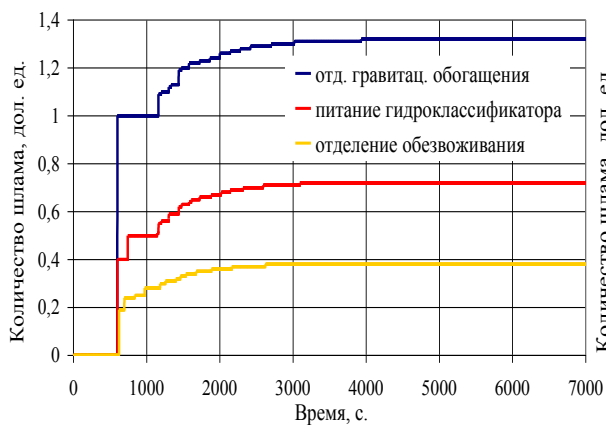


Рис. 1 Накопление зернистого шлама в узлах системы

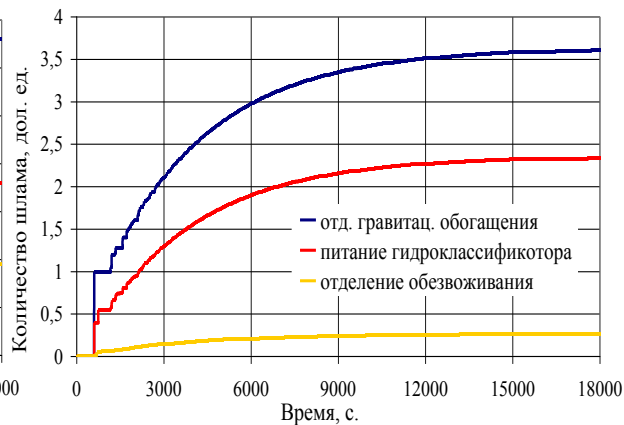


Рис. 2 Накопление тонкого шлама в узлах системы

потоки, примыкающие к возвратной цепочке. Возможен и второй вариант, когда в отделение гравитационного обогащения возвращается порция шлама, транспортируемая другой возвратной цепочкой. В гравитационное отделение ЦОФ «Луганская» возвращаются 2 циркулирующих потока, а путей возврата можно насчитать десятки. Поэтому после того, как в отделение вернется минимум 2 циркулирующих потока, возникают большие трудности по известному времени определить цепочку аппаратов и трубопроводов соответственной инерционности. Процесс накопления зернистого шлама прекращается на 3960 ой секунде.

Величина равновесной концентрации для зернистого шлама составила 1.32 дол. ед. Проанализировать накопление тонкого шлама в отделении гравитационного обогащения с учетом инерционности очень сложно. Можно отметить, что тонкий шлам практически не задерживается в аппаратах и узлах системы, так графическая зависимость почти не имеет горизонтальных участков. Тонкий шлам очень долго циркулирует в системе: момент стабилизации содержания шлама соответствует 17800 с, что почти в 4 раза больше чем для зернистого, а величина равновесной концентрации составляет 3.61 дол. ед. Это связано с тем, что в системе происходит дополнительное шламообразование, и тонкий шлам значительно труднее вывести из системы.

Кратко анализируя процесс накопления зернистого и тонкого шламов в питании гидроклассификатора, отметим, что первоначальное количество шлама в питании составило 0.4 дол. ед. Для зернистого шлама время достижения равновесной концентрации составляет 3153 с, а ее величина – 0.72 дол. ед. Процесс накопления происходит ступенчато с четко выраженными участками неизменной концентрации шлама, равными по продолжительности инерционности аппаратов и трубопроводов, входящих в возвратные цепочки гидроклассификатора. Содержание тонкого шлама в питании гидроклассификатора довольно высоко 2.34 дол. ед., а время достижения равновесной концентрации составляет 17642 с. Это очень большой промежуток времени. Для отделения обезвоживания процесс накопления зернистого и тонкого шламов происходит равномерно, без значительных колебаний и характеризуется быстрой стабилизацией содержания твердого в питании 0.38 дол. ед. для зернистого и 0.26 для тонкого шлама.

Проделанный анализ показал, что продолжительность стабилизации тонкого шлама и его количество в оборотной воде и в питании гидроклассификатора крайне высокие.. Наличие такого количества циркулирующего тонкого шлама свидетельствует о дополнительном шламообразовании и неэффективном его выводе из системы. Рациональным решением этой проблемы может стать извлечение из системы тонкого шлама допустимой зольности в виде готовой продукции и сокращение циркуляции зернистого шлама как первоисточник образования тонкого.

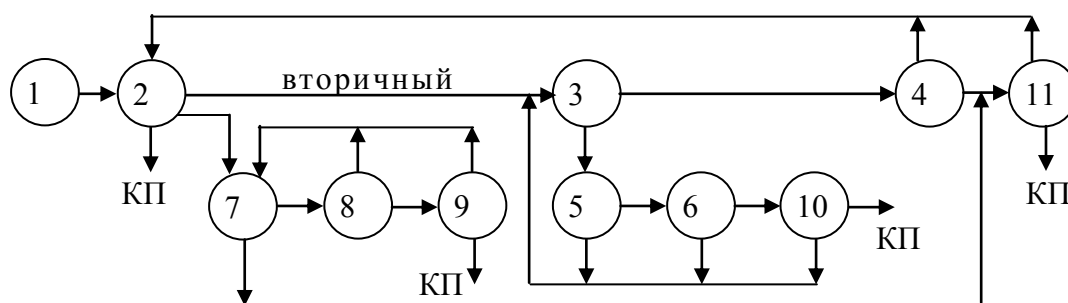
## ВЛИЯНИЕ ДЕМПФИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ШЛАМОВ В АППАРАТАХ СИСТЕМ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРОЦЕССЫ НАКОПЛЕНИЯ ШЛАМОВ

Е.Н. Киселева, Е.И. Назимко

Донецкий национальный технический университет

Значительное количество исследований посвящено описанию циркуляционных процессов, возникающих в технологических схемах обогащения. При циркуляции шламов в системе осветления шламовых вод в ее аппаратах возникают дополнительные нагрузки, изменяющие их сепарационные характеристики. Поэтому исследование и описание этих процессов представляет определенный интерес.

В данной работе для исследования принята водно-шламовая система одной из действующих фабрик, итерационная расчетная схема которой представлена на рис. 1.



1 – поступление рядового угля, 2 – гравитационное обогащение, 3 – конусный сгуститель, 4 – радиальный сгуститель, 5, 7 – гидроциклоны, 6, 8 – конические грохоты, 9, 10 – центрифуги, 11 – блок флотации и фильтрования, КП – конечные продукты

Рисунок 1 – Итерационная схема для численного моделирования накопления шламов в системе очистки сточных вод от твердой фазы (шламов)

На основании известной длины соединяющих трубопроводов  $L$ , их диаметра  $d$  и объема потоков  $Q$  определены транспортные запаздывания по зависимости:

$$t = 3600 \pi d^2 L / 4Q, \text{ с.}$$

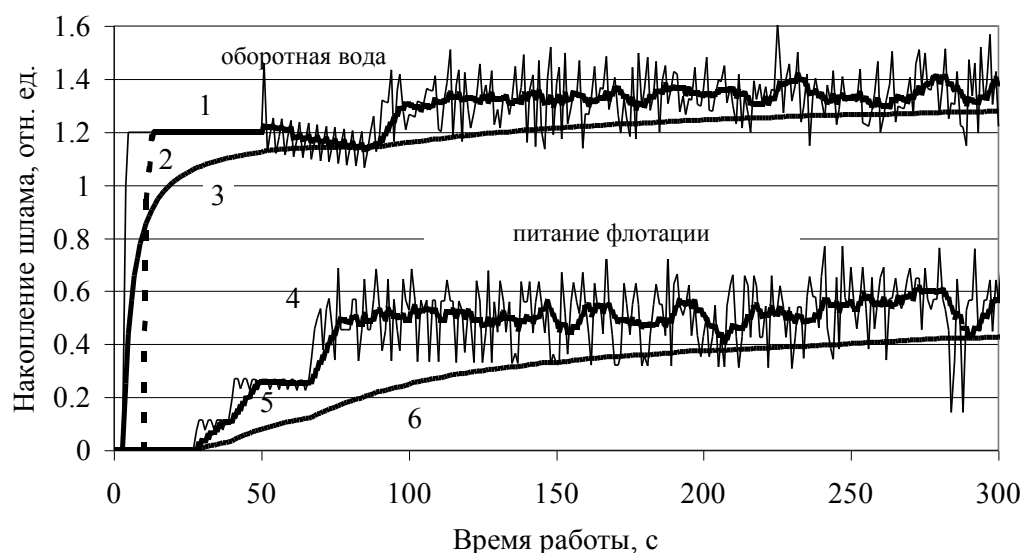
Эти данные, а также коэффициенты распределения тонкого и зернистого шлама аппаратами системы, полученные на основании результатов опробования их работы (табл. 1) являются исходной информацией для работы компьютерной программы, позволяющей вычислять количество шламов в потоках в относительных единицах.

Результаты численного моделирования накопления шлама в некоторых потоках с учетом их транспортного запаздывания представлены на рис. 2. Полученные кривые свидетельствуют о том, что в потоках возникают колебания содержания твердого в довольно широких пределах  $\pm 20\text{-}40\%$  (кривые 1 и 4). Однако, необходимо учесть, что шламовые воды проходят зумпфы, которые имеют значительные емкости, что способствует сглаживанию (демпфированию) колебаний содержания твердого в различных потоках. При учете частичного демпфирования (например, через каждые 100с работы системы) кривые накопления шлама 1 и 4 приходят к виду 2 и 5, при полном демпфировании – к виду 3 и 6. Установлено, что по истечении 1000с работы

системы кривые 3 и 2, а также 5 и 6 практически совпадают. Этот момент времени не показан на оси абсцисс, чтобы не уменьшать масштаб рисунка.

Таблица 1. Исходные данные для численного моделирования

Номер узла		Коэффициенты распределения шлама		Транспортное запаздывание, с
Выхода	входа	Тонкого	зернистого	
1	2	1	1	1
2	3	0.46	0.40	12
3	4	0.225	0.135	1
4	9	0.373	1	8
9	10	1	1	1
4	2	0.627	0	31
3	5	0.775	0.865	25
5	6	0.563	0.97	1
6	3	0.57	0	10
5	3	0.33	0.67	33
2	7	0.34	0.30	23
7	8	0.66	0.89	4
8	7	0.57	0	9
7	9	0.34	0.11	11
2	11	0.2	0.3	1



1,4 – изменение концентрации твердого в потоках с учетом транспортного запаздывания; 2,5 - при демпфировании через 100с; 3, 6 - при полном демпфировании  
Рисунок 2 - Накопление тонкого шлама в оборотной воде и в питании флотации при различной степени демпфирования

Проведенное численное моделирование показало, что демпфирование снижает колебания количества шлама в системе осветления в отдельные периоды работы и способствует стабильности показателей аппаратов и состава оборотной воды. Это положительно сказывается на протекании процессов обогащения. Однако, демпфирование замедляет выведение тонких шламов из системы осветления. Следовательно, необходимо подбирать оптимальное время демпфирования, которое

может быть обеспечено сочетанием аппаратов различных конструкций в системе освещения и скоростью поступления потоков питания в них.

## **ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШАХТЫ «УГЛЕГОРСКАЯ» НА СОСТОЯНИЕ ВОДНОГО БАСЕЙНА**

И.А. Сусова, О.В. Лулева  
Донецкий национальный технический университет

Угледобывающие предприятия оказывают неблагоприятное воздействие на окружающую природную среду (ОПС). В Донбассе, который является старейшим угледобывающим бассейном Украины, во-первых, сложилась критическая ситуация с питьевой водой. Например, в Донецкой области в маловодные годы дефицит воды, даже в условиях спада производства, составлял примерно 500 млн./год; при этом около 60-70% проб воды, отбирающихся из поверхностных источников, показывают их полную непригодность для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Во-вторых, остро стоит проблема загрязнения подземных и поверхностных вод. Одним из таких предприятий, оказывающих негативное воздействие на водный бассейн, является шахта «Углегорская», в результате эксплуатации которой происходит, прежде всего, загрязнение и истощение подземных вод.

Шахтные воды формируются в горных выработках за счет подземных вод, подвергшихся изменению под воздействием рудничной атмосферы, соприкосновению с бетонными и металлическими конструкциями, смешения вод различных водоносных горизонтов.

Территория шахты расчленена множеством оврагов и балок, которые закрывают водоносные горизонты, приуроченные к отложениям карбона, питания этих горизонтов происходит в местах их выхода на поверхность.

В районе происходит загрязнение водоносных горизонтов различными веществами, проникающими непосредственно с поверхности и временных водотоков, искусственных водоемов и областях питания.

Наличие зон повышенной трещиноватости, заброшенных шурфов увеличивают проницаемость верхней части разрезов для проникновения поверхностных вод, а с ними и загрязняющих веществ.

В настоящее время под воздействием сбросов промышленных стоков в речную сеть, утечек из поврежденных сооружений (химзавод и др.), сбросов шахтных вод, фильтрации с прудов-накопителей коксохимических заводов, фенольного завода, машиностроительных заводов, выбросов различных веществ этими предприятиями в атмосферу, а также горящих породных отвалов сложилось крайне сложная экологическая обстановка.

В подземных водах шахтного поля обнаружен целый ряд различных элементов и соединений.

Из органических соединений на поле шахты обнаружены формальдегид – 0,06-0,32 мг/л, ацетон не превышает предельно допустимых концентраций (ПДК), обнаружены незначительные превышения ПДК ксилола – 0,0776 мг/л, концентрация фенола в подземных водах превышает предельно допустимое в 59-125 раз.

Анализ результатов степени загрязнения шахтных вод вредными органическими веществами показывает, что загрязнения их выше, чем подземных вод. В отдельных шахтных водах обнаружены ацетон, бензол, толуол, формальдегид.

Загрязняющие органические соединения, присутствующие в горном массиве транспортируются шахтными водами, которые движутся по горным выработкам к водосборникам и выдаются на поверхность в шахтные водоотстойники, а оттуда – в гидрографическую сеть. Частично вредные органические соединения в результате фильтрационных процессов попадают обратно в водоносные горизонты каменноугольных отложений и, в конечном счете, в горные выработки.

Основными элементами-загрязнителями шахтных вод, поступающими с поверхности и составляющими суммарное превышение ПДК, являются барий 0,6695 мг/л (6,7ПДК) и титан 0,5664 мг/л (5,7 ПДК). По тяжелым металлам шахтные воды характеризуются в соответствии с санитарными нормами.

Наиболее благоприятные условия для нисходящей миграции загрязнений сложились в пределах линейных зон трещиноватых пород, преимущественно песчаников, в кровле или почве горных выработок, с дренированным шахтным водоотливом.

В настоящее время на шахтном поле существует сеть наблюдательных скважин, где ежемесячно производятся отборы проб на содержание вредных органических соединений.

Влияние шахты на поверхностные воды заключается, прежде всего, в сбросе высокоминерализованных шахтных вод, а также загрязненных ливневых и талых вод с территории промплощадки и породных отвалов.

На реке Карапулька расположен пруд-отстойник шахтных вод, емкостью 275 тыс.м<sup>3</sup>. Загрязненность реки Карапулька зависит от сброса в нее высокоминерализованных шахтных вод, в свою очередь река влияет на качественную характеристику Мироновского водохранилища.

Концентрации отдельных металлов в воде превышали рыбохозяйственную предельно допустимую концентрацию: по цинку в 28 раз, по марганцу в 24 раза. В донных отложениях отмечено повышенное содержание меди. Влияние на качество речной воды происходит не только непосредственным сбросом шахтных вод, но и самим прудом.

Загрязнение водного бассейна ливневыми стоками с территории промплощадки и породных отвалов происходит, прежде всего, механическими примесями, нефтепродуктами, и в меньшей степени органическими соединениями. Несмотря на возросшие научные и технические возможности, проблема охраны поверхностных вод и, в частности, санитарной охраны водоемов от загрязнения шахтными водами остается актуальной и до сих пор является не решенной.

Таким образом, основными направлениями работ по снижению отрицательного воздействия шахты «Углегорская» на состояние водного бассейна, являются:

- снижение количества различных загрязняющих веществ, которые сбрасываются в естественные водоемы;
- переход на замкнутые системы водоснабжения технологических процессов;
- увеличение объема использования шахтной воды на собственные нужды предприятий с соответствующим сокращением потребления питьевой воды;
- тушение горящих породных отвалов и профилактика самовозгорания;

- восстановление состояния земель нарушенных в процессе разработки угольных месторождений.

## ЕЛЕКТРОЛІТИЧНЕ ВИЛУЧЕННЯ МІДІ З РОЗВЕДЕНИХ АМІАЧНИХ РОЗЧИНІВ

В.О.Савченко, А.О.Майзеліс, Л.В.Трубнікова  
Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”

Електролітичне вилучення металів з промивних вод ліній гальванохімічної обробки ефективно якщо катодний процес забезпечує утворення якісного осаду в розведеному розчині з високим виходом металу за струмом. Для реалізації цих умов необхідні дослідження електрохімічних закономірностей катодного процесу. В літературі відсутні дані про електролітичне виділення міді з розведених аміачних розчинів, що не містять надлишку іонів амонію.

Дослідження кінетичних закономірностей електроосадження міді проводили в аміачному розчині складу:  $\text{Cu}^{2+}$  - 0,02 М, суміш ( $\text{NH}_4^+$ + $\text{NH}_4\text{OH}$ ) – 0,06М, натрію сульфат – до іонної сили 3 М, що моделює розчин ванни уловлювання лінії обробки друкованих плат.

Циклічні вольтамперометричні залежності в катодній області потенціалів до граничного дифузійного струму по іонах міді відтворюються при зворотному ході розгортання потенціалу тільки при повільному розгортанні порядку 0,5 мВ/с. На поляризаційній кривій присутні три площадки граничного струму: перша – відновлення кисню, потім – відновлення міді, по літературним даним, – двоступінчастого (рис.1). При зворотному ході циклічної вольтамперограми значно знижується висота площадки відновлення кисню, свідчаючи про звільнення поверхні електрода від молекулярного кисню, і зміщується убік більш позитивних потенціалів перша площадка відновлення міді.

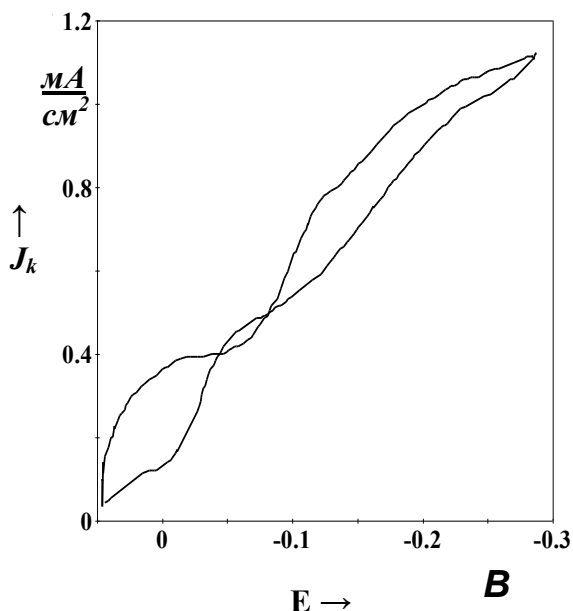


Рис.1. Циклічна вольтамперограма в розчині ванни уловлювання. Швидкість розгортання потенціалу 2 мВ/с.

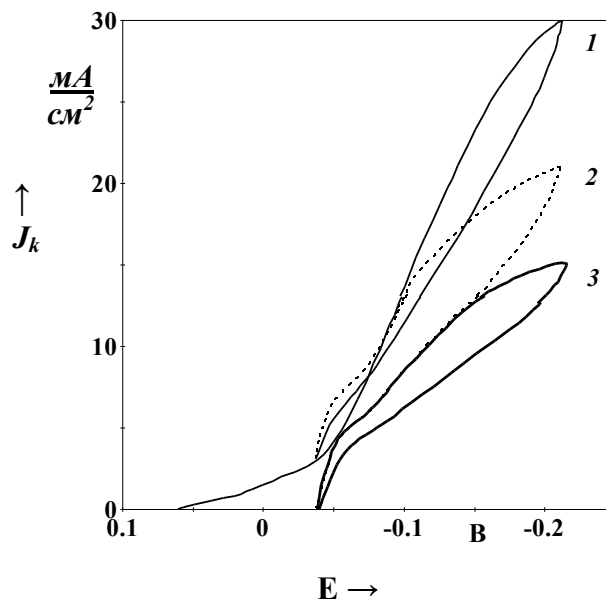


Рис.2. Вплив кількості циклів на хід циклічних вольтамперограм. Цикли: 1 – 1-й; 2 – 2-й; 3 – (8-й – 30-й). Швидкість розгортання потенціалу 100 мВ/с.

При більш швидкому розгортанні потенціалу циклічні «петлі» починають відтворюватися після декількох циклів, у залежності від швидкості розгортання потенціалу (рис.2). При збільшенні швидкості розгортання потенціалу підсилюється гістерезис петель, зливаються хвилі спочатку двоступінчастого розряду міді, потім і відновлення кисню, початок процесу зміщується в область більш негативних потенціалів, а потенціал початку виділення міді не залежить від швидкості розгортання і складає -0,13 В (рис.3).

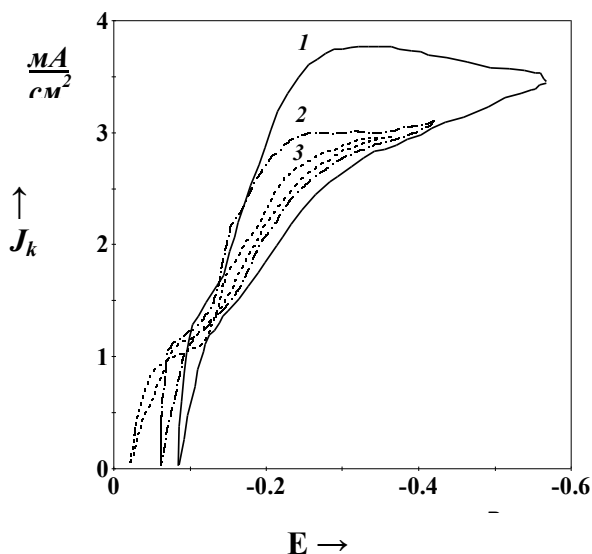


Рис.3. Вплив швидкості розгортання потенціалу на хід циклічних вольтамперограм. Швидкість розгортання потенціалу, мВ/с: 1 – 20; 2 – 5; 3 – 1.

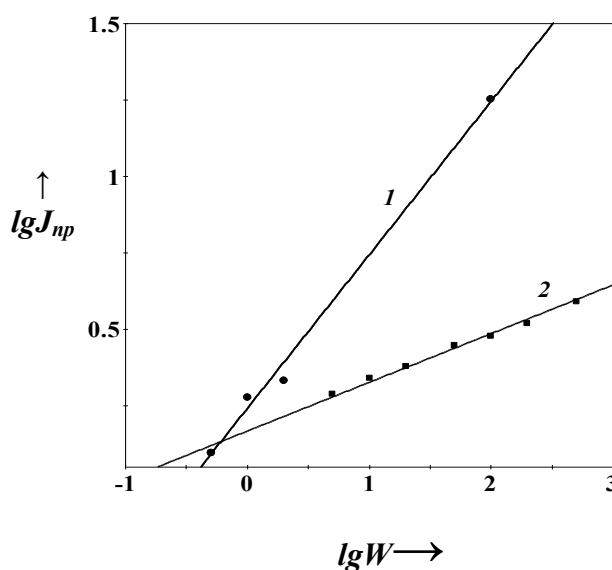


Рис.4. Логарифмічна залежність граничного струму  $J_{np}$  від швидкості розгортання потенціалу  $W$ : 1 – перші цикли; 2 – відтворені цикли.



Для припущення про природу лімітуючої розряд міді стадії визначили граничні струми при різних значеннях швидкості розгортання потенціалу. При цьому, оскільки поляризаційні дослідження проводили в аерованих розчинах, з величин граничних струмів виділення міді віднімали величини граничного струму відновлення кисню. Критерій Семерано  $X_v$  ( $X_v = \lg J_{np} / \lg W$ , де  $J_{np}$  – граничний струм виділення міді,  $W$  – швидкість розгортання потенціалу) для перших, погано відтворених циклів, наприклад, як показано на рис. 4, кр.1, визначений при лінеаризації з коефіцієнтом кореляції 96 %, дорівнює 0,5, що відповідає літературним даним про дифузійні ускладнення при виділенні міді з інших мідьмістких електролітів. Однак дослідження проведені, на відміну від літературних даних, у сірчанокислих розчинах, в умовах відсутності значного надлишку ліганду в розчині, а значить при іншому розподілі комплексів у розчині.

Оскільки для циклів в області їх відтворюваності критерій Семерано, визначений при лінеаризації з коефіцієнтом кореляції 99 %, дорівнює 0,16, у нашому випадку можна припустити наявність утруднень попередньої розряду хімічної стадії дисоціації аміакатних комплексів міді. Передхвиля основного процесу розряду міді, що у більшому ступені виявляється в слаболужних розчинах і при повільній зйомці поляризаційних кривих, очевидно, й ілюструє такий розряд з комплексу міді з малим координаційним числом.

Таким чином, у результаті аналізу циклічних вольтамперограм висловлені припущення про природу уповільненої стадії при електрохімічному виділенні міді з розведеного аміачного розчину, що не містить надлишку аміаку.

## **ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ПРОБЛЕМЫ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ШАХТНЫХ ВОД**

Т.Г. Дорошенко, Е.С. Матлак  
Донецкий национальный технический университет

Экологические факторы в настоящее время стали одними из основных, учитываемых при рассмотрении результатов работ предприятий.

Новой идеологией природопользования, которая предполагает смену приоритетов при решении эколого-экономических задач, является концепция устойчивого развития. Речь идет о переходе от применения прямых природоохранных мероприятий к использованию альтернативных вариантов решения экологических задач, развитию мало- и безотходных, а также ресурсосберегающих технологий. Изложенные теоретические концепции могут реализовываться на различных уровнях, в любых отраслях народного хозяйства, в том числе, горнодобывающей. Последняя является источником большого количества техногенных отходов, среди которых преобладают шахтные воды. При подземной разработке угольных месторождений на поверхность откачиваются в огромном количестве попутно-добываемые шахтные воды, общий приток которых, например, в Донбассе составляет около 900 млн. м<sup>3</sup>/год. Из этого объема лишь 13-15 % используются на собственные нужды горных предприятий. Остальное количества недостаточно очищенных шахтных вод безвозвратно сбрасывается в гидрографическую сеть региона, дестабилизируя ее равновесие.

Современное состояние гидросферы Донбасса следует оценить, как критическое. Оно характеризуется самой низкой (в 5-10 раз меньшей) водообеспеченностью в Украине (всего лишь 190 м<sup>3</sup>/чел год), самой высокой интенсивностью водопотребления пресной воды в стране (например, в Донецкой области оно составляет 2,5 млрд. м<sup>3</sup>/год); превышением уровня сброса сточных вод над водопотреблением на 1,2 млрд.м<sup>3</sup>/год (прежде всего за счет шахтных вод); самым низким естественным (фоновым) качеством природных вод в Украине и одновременно их высоким антропогенным загрязнением (60-70 % анализов проб воды дают отрицательный результат), вследствие чего малые реки Донбасса теряют статус источников как централизованного, так и нецентрализованного водоснабжения. Перечисленные причины обусловили дефицит питьевой воды (только в Донецкой области он составляет в маловодные годы около 500 млн м<sup>3</sup>/год. Это указывает на необходимость рассмотрения шахтных вод в качестве возможного дополнительного источника водоснабжения, а тем самым уменьшения их отрицательного воздействия на поверхностные водные объекты питьевого назначения.

На первый взгляд задача осветления шахтных вод решена. Получены положительные результаты и поэтому на современном этапе требуется лишь совершенствование методов очистки в связи с возросшими требованиями водного законодательства. В то же время проблема деминерализации шахтных вод многие десятилетия не находит своего практического решения и остается важнейшей экологической проблемой угольной промышленности. Анализ научно-технического уровня решения этой проблемы, указывает, что ее чисто технические вопросы могут быть успешно преодолены на основе использования методов ионного обмена, дистилляции, электролиза, обратного осмоса.

Однако высокие затраты на строительство и эксплуатацию очистных сооружений не позволяют осуществить масштабную деминерализацию шахтных вод в регионе. В связи с ограниченностью финансовых ресурсов экологическая политика Минтопэнерго Украины на современном этапе не соответствует в полной мере требованиям природоохранного, в том числе водоохранного, законодательства страны, а потому рассматриваемая проблема, видимо, не будет решена даже в ближайшие десятилетия. Проблема деминерализации шахтных вод является в большей мере экономической, нежели технической. В то же время она обострилась в связи с закрытием шахт, поскольку проекты их ликвидации в соответствии со статьей 72 Водного Кодекса Украины должны предусматривать мероприятия по опреснению откачиваемых подземных вод (что практически отсутствует).

На основе выше изложенного видно, что необходимо не просто совершенствование уже применяемых на поверхности земли прямых водоохраных мероприятий, но и поиск нетрадиционных подходов к снижению загрязненности шахтных вод взвешенными веществами.

Рекомендуется реализовывать такой подход непосредственно в подземных горных выработках, сочетая при этом два направления решения задачи, а именно профилактического и очистного.

Профилактическое направление заключается в том, чтоб не допускать загрязнения больших объемов (от 70 до 90%) условно-чистых вод, стекающих из отработанных выработанных пространств.

Сущность очистного направления в осветлении малых объемов (от 10 до 30%) загрязненных шахтных вод, которые стекают из окрестности действующих забоев и призабойного пространства.

Для реализации предложенного подхода имеются определенные специфические предпосылки, характерные для условий большинства действующих шахт в Донбассе: стабильное соотношение между водопритоками в разные системы горных выработок; существенное снижение объемов очищаемых шахтных вод; наличие на каждой шахте обширного водоотливного хозяйства; уменьшение гидроабразивного износа оборудования; возможность использования условно-чистых и осветленных вод на технологические нужды.

Важным преимуществом изложенного подхода является то, что снижение загрязненности шахтных вод в подземных условиях можно рассматривать как комплексное решение вопросов нормальной работы водоотлива, охраны окружающей природной среды от отходов предприятий угольной промышленности и возможности использования очищенных вод на технологические нужды шахты или близлежащих предприятий.

## **СОКРАЩЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПУТЕМ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОСАДКОВ СТАНЦИЙ ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**

Е.Е. Котовская, В.А. Мякишев

Национальная академия природоохранного и курортного строительства,  
Симферополь

Население Украины потребляет воду из поверхностных источников -14 км<sup>3</sup>/год и 2,5 км<sup>3</sup>/год из подземных. В процессе подготовки питьевых вод на городских очистных сооружениях образуется более 450 тыс. т/год водопроводных осадков, которые подразделяются на грязные промывные воды после регенерации скорых фильтров и загрязненные воды после сброса накопленного осадка из отстойников и осветлителей. В практике коммунального водоснабжения сточные воды сбрасывают без очистки в природные водные объекты или в накопители, загрязняя при этом подземные и поверхностные источники воды. Эти жидкие осадки содержат высокие концентрации примесей (до 100 мг/л), формирующихся из загрязнений, характерных для конкретного источника водоснабжения (SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO, БПК, ХПК, N, цветность и пр.) и из реагентов, применяемых в технологии очистки воды. Обеззараживание хлором природных вод с большим содержанием органики обуславливает присутствие в осадках различных токсичных примесей в виде хлорорганических соединений. Запроектированный повсеместно возврат необработанных промывных вод фильтров в смесители очистных сооружений

увеличивает содержание не только взвешенных веществ и алюминия, но и ухудшает такие показатели смешенной воды, как концентрация железа увеличивается в 1,4 раза, аммиака - в 1,2-1,4 раза, нитритов - в 1,3 раза, пестицидов в 1,1- 1,2 раза.

Кроме того, локализация больших объемов технологических отходов ВОС требует изъятия на урбанизированных территориях или из природного комплекса значительных площадей земли, что с экономической точки зрения крайне не выгодно.

В редких случаях на водоочистных станциях работают сооружения по обработке грязных промывных вод и осадков отстойников, однако в применяемых в наших условиях технологиях частично обезвоженные осадки выливают на площадки подсушивания или на полигоны захоронения. Данные сооружения не защищают подземные и поверхностные водные объекты от попадания в них токсичных загрязнений. В Европейском сообществе действует запрет на такие методы обезвреживания осадков водоочистных станций.

С целью предотвращения угрозы попадания в подземные водоносные горизонты и поверхностные водоемы токсичных загрязнений с технологическими отходами водопроводных очистных сооружений (ВОС) аспирантами и студентами академии совместно с специалистами Симферопольского производственного предприятия водопроводно-канализационного хозяйства проведены исследования по совершенствованию технологии обезвоживания водопроводных осадков и поиску методов их обработки с последующей утилизацией.

Выполненные нами опыты по отстаиванию воды с применением реагентов ряда; сернокислый алюминий, хлорное железо, «Полвак», «Магнафлок», полиакриламид, больший эффект очистки получен при добавлении хлорного железа. При этом установлено также, что с ростом дозы реагента увеличивается присутствие его активной части в осадке.

Результаты исследования процесса очистки промывной воды ВОС, обработанной коагулянтом ПолиДАДМАХ, свидетельствуют о заметном снижении в ней таких примесей как алюминий, железо, хлорорганические соединения и пр.

В целях ускоренного выбора оптимальной дозы реагента интенсифицирующего выделение осадка из промывной воды нами предложено определять её по изменению водородного показателя рН в обработанной реагентом воде и в осажденном осадке. Пересечение кривых рН осветленной жидкости рН скоагулированного осадка отражает изоэлектрическую точку в дисперсной среде, соответствующую искомой величине оптимальной дозы коагулянта (рис.10).

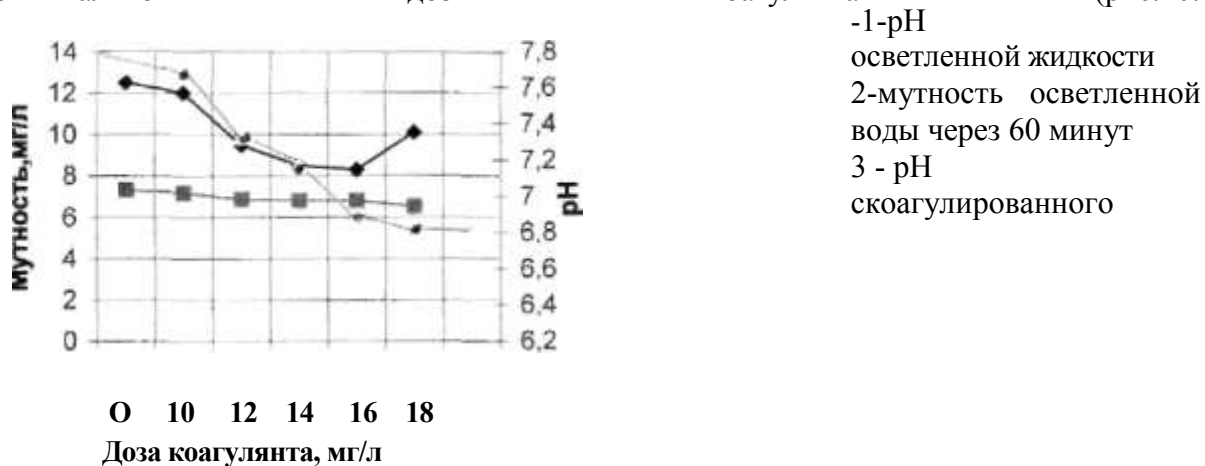


Рис 1. Опытные кривые изменения водородного показателя при

### коагулировании взвеси для определения оптимальной дозы.

В схему обезвоживания грязных промывных вод водоочистой станции предложено включить отстойник-фильтр (схема показана на рис. 2), состоящий из отстойника, расположенного в нижней части, и фильтра с крупнозернистой загрузкой из отходов пенопласта, (патент Украины № 6294. от 08.07.2003 г)., выполнены эксперименты по определению эффективности очистки грязных промывных вод фильтров с использованием коагулянтов отдельно ПолиДАДМАХ и хлорное железо. По результатам комплексных испытаний и проверки технологических параметров установки предусмотрено внедрение данной технологии на одной из водоочистных станций.

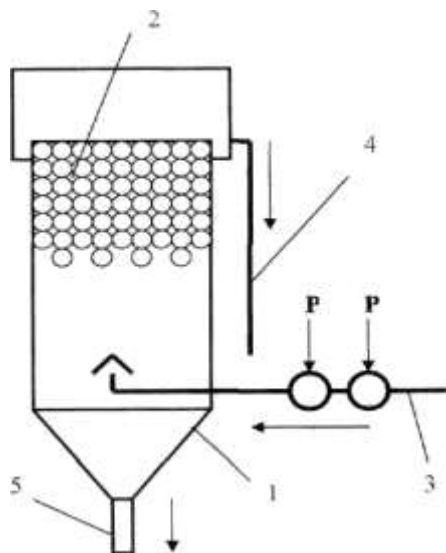


Рис. 1 Схема отстойника-фильтра с плавающей загрузкой  
1 - корпус отстойника-фильтра;  
2 - загрузка из кусков пенопласта;  
3 - подвод грязной промывной воды; 4 - отвод осветленной воды;  
5 — отвод задержанного осадка;  
Р — реагенты, вводимые в обрабатываемую воду.

При работе установки наилучший результат наблюдался при использовании в качестве коагулянта хлорного железа для очистки промывных вод с содержанием взвешенных веществ 40-110 мг/л.

Так, при скорости фильтрования 7 м/ч, непрерывный цикл работы установки продлился 20 часов, концентрация взвешенных веществ на выходе составила 4,7 мг/л. При снижении скорости фильтрования до 5, м/ч, фильтроцикл продлился 47 часов, а концентрация взвешенных веществ в очищенной воде была равна 3,2 мг/л. Удельные потери напора за фильтроцикл составили 2,4-4,2 см/ч.

Основной особенностью, разработанной нами конструкции фильтра с плавающей загрузкой (ФПЗ) для очистки технологических стоков, является их способность работать с промывной водой содержащей высокую концентрацию механических примесей. Такие сооружения не требуют устройства насосов и емкостей, хранящих промывную воду для их промывки. Возможность протекания в одном корпусе процессов отстаивания и фильтрования позволяют отказаться от дорогостоящих сооружений отстаивания и способствуют сокращению габаритов такой станции в целом.

Очищенные промывные воды целесообразно возвращать в смеситель станции очистки питьевой воды, а образовавшийся осадок утилизировать до безвредного состояния для окружающей среды.

По технологической схеме локализованный в пруде-накопителе осадок отводится на площадку подсушивания. Смоченная поверхность пруда-накопителя и иловых площадок подсушивания покрывается гидроизоляционным покрытием.

Последующее сжигание обезвоженного осадка технологических стоков ВОС, при наличии в нем выгораемых органических веществ и легко расплавляемых минералов, позволяет получить щебень и гравий, который можно использовать в качестве крупного заполнителя при приготовлении бетонов или в качестве иных строительных материалов, (получено официальное заключение об отсутствии опасных веществ в водной вытяжке из полученного щебня). Такая технология позволяет обеспечить экологически безвредную и эффективную работу станции подготовки питьевой воды, что имеет особое значение для решения современных экологических проблем.

Проведенные исследования подтверждают описанную гипотезу. При сжигании 500 тонн осадка, содержащего около 80 % сгораемых веществ, ежегодно в составе выжигаемого щебня будет утилизироваться свыше 100 тонн минеральных примесей, извлеченных из очищаемой воды. То есть, ежегодно может быть обезврежено до 100 тонн вредных примесей технологических отходов ВОС производительностью 80 тыс. м<sup>3</sup>/сут по питьевой воде.

**Выводы:** 1. На станциях очистки питьевой воды накапливаются значительные массы осадка, содержащего вредные для окружающей среды примеси. Сухие осадки содержат до 70% сгораемых примесей.

2. Для предварительного обезвоживания осадков целесообразно применять реагентную обработку на фильтрах с плавающей загрузкой, способных работать с промывной водой содержащей высокую концентрацию механических примесей.

3. Безвредная утилизация осадков станций очистки питьевых вод достигнута при их термической обработке с получением в качестве конечного продукта - строительного щебня и гравия.

Ожидаемый эффект от применения предлагаемой технологии обезвреживания грязных промывных вод на Симферопольской водоочистной станции производительностью 80 тыс.м<sup>3</sup>/сут может составить: экологический - 260 тыс. грн, экономический - 120 тыс. грн.

## МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД КОКСОХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

С.В. Колодистая, М.В. Нестеренко

Донецкий национальный технический университет,

Государственное управление экологии и природных ресурсов в Донецкой области

Удельное количество сточных вод на коксохимических заводах колеблется в значительных пределах. Также непостоянен их состав и концентрация загрязнений. Основными загрязняющими веществами этих вод являются фенолы, аммиак и смолы.

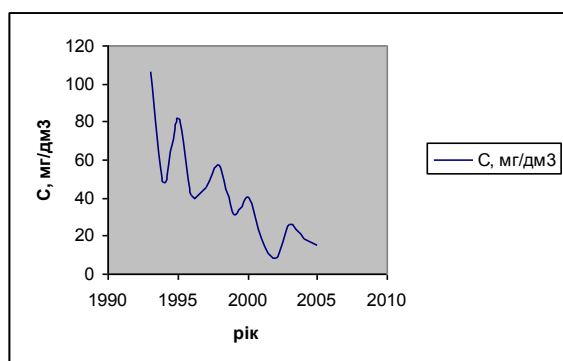
Сброс в канализацию сточных вод от основных технологических операций производится равномерно в течение суток и лишь от некоторых операций – периодически. Общее количество сточных вод коксохимического производства при оборотной системе водоснабжения составляет 0,35-0,38 м<sup>3</sup> на 1 т кокса.

Таблица 1 Удельное количество сточных вод коксохимических заводов

Процесс	Количество сточных вод, м <sup>3</sup> /т
Промывка угля	0,4-0,6
Тушение кокса	2,5-3,5
Очистка от сероводорода	3-4 (на 1т сероводорода)
Ректификация (бензола, смолы)	0,008

Была проведена работа по изучению динамики изменения концентраций загрязняющих веществ сточных вод коксохимических предприятий на примере Авдеевского коксохимического завода. На предприятии функционирует система биохимической очистки сточных вод. Были изучены результаты анализов сточных вод этого предприятия за 1993 – 2005 года, полученные отделом аналитического контроля Госуправления экологии и природных ресурсов в Донецкой области, с использованием стандартных методик. Анализ сточной воды проводился по тридцати загрязняющим веществам 3-4 раза в год.

Изучение изменения содержания различных загрязнителей в сточной воде проводилось двумя путями: отдельно изучалась динамика изменения загрязнителей за период с 1993 по 2005 года, также отдельно проводилось изучение сезонных изменений. В результате исследований были определены зависимости изменения концентрации загрязняющих веществ в сточной воде.



Рассмотрим результат проведенной работы на примере изменения концентрации ионов аммония в сточной воде на протяжении 1993-2005 годов.

Полученный на графике результат (рис. 1) показывает, что процесс загрязнения носит колебательный характер.

Рис. 1 Изменение концентрации ионов аммония

Для более подробного изучения были рассмотрены также сезонные изменения концентрации ионов аммония. В результате анализа были построены следующие графики:

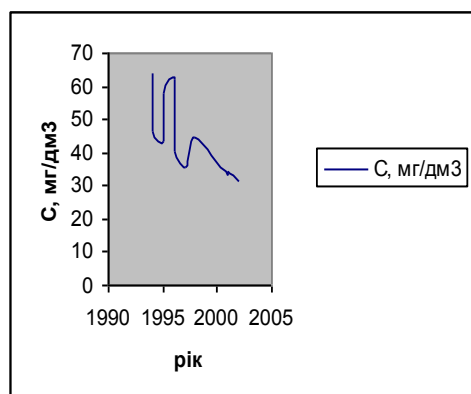


Рис. 2 Измерение концентрации ионов аммония зимой

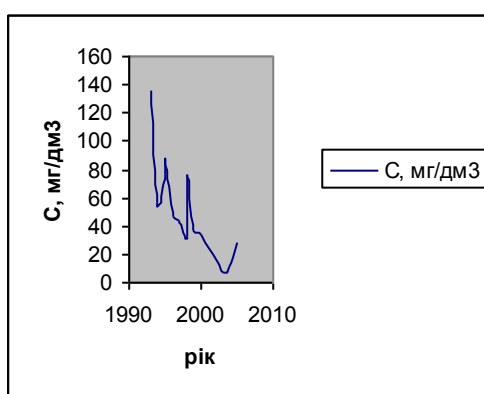


Рис. 3 Измерение концентрации ионов аммония весной

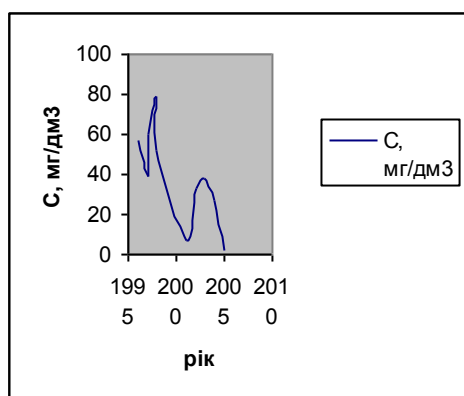


Рис.4 Измерение концентрации ионов аммония летом

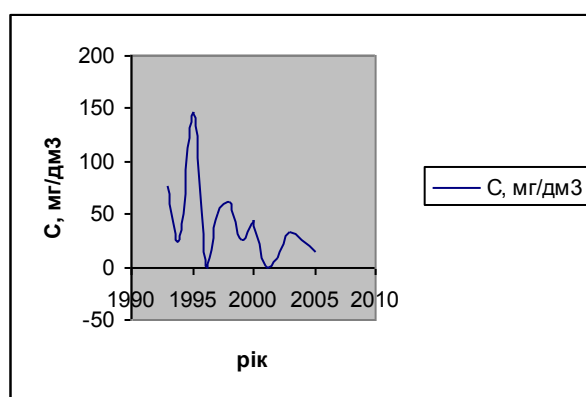


Рис. 5 Измерение концентрации ионов аммония осенью

Таблица 2 Концентрации основных загрязнений сточных вод коксохимических заводов

	1995	1995-2000	2000-2005
Фенолы, мг/м <sup>3</sup>	0,01053	0,025725	0,022647
pH	8,3665	7,87	7,683

Изучив полученные результаты можно сделать вывод, что загрязнения носят периодический характер. Кривая изменения концентрации является убывающей. Это связано с реконструкцией биохимической очистки и отдельной очистки вод, содержащих большое количество азота аммонийного. При этом немалое значение имеет увеличение количества фекально-хозяйственных вод, вследствие чего достигается разбавление промышленных сточных вод, а, следовательно, к уменьшению концентрации загрязняющих веществ, что приводит к увеличению степени очистки.



## ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ МОКРОГО ТУШЕНИЯ КОКСА

С.В.Гапич, Е.И. Збыковский, А.В. Логвинов  
Донецкий национальный технический университет

Тушение кокса является процессом, посредством которого горячий кокс охлаждается как можно скорее после выдачи из камеры коксования. Основным методом тушения является мокрый способ, при котором раскаленный кокс заливается фенольной водой в специальных сооружениях – тушильных башнях.

Когда кокс тушится в тушильной башне за счет испарения части воды, образующийся поток раскаленного пара захватывает твердые частички кокса и выбрасывается в атмосферу. Данные выбросы представляют наиболее важный источник загрязнения атмосферного воздуха коксового производства.

Попытки уменьшить эмиссию вредных веществ и пыли предпринимались на протяжении ряда лет во многих странах, но лидерами здесь можно считать Германию и США. Все предложенные технические решения можно объединить в несколько групп:

- снижение выбросов за счет усовершенствования конструкции тушильной башни (оптимальная форма и размеры ее, применение специальных отбойников и др);
- улучшение качества воды, используемой для тушения кокса.

В качестве оборудования для снижения выбросов из башни тушения применяются отбойники разнообразных конструкций. В Германии на коксохимических заводах опробованы отбойники из деревянных полос шириной от 10 до 20 см, наклоненные под углом 15-50 градусов к горизонту. Отбойники набирают в пакеты, что позволяет уменьшить унос аэрозолей из тушильной башни. Эффективность работы таких отбойников зависит от ряда факторов: материала, конфигурации отбойников, высоты их установки и технического обслуживания. Это связано с тем, что некоторые твердые частицы прилипают к материалу отбойника и находятся на нем до тех пор, пока их не смоет сверху водой из форсунок или другими способами. В зависимости от типа отбойника степень снижения выбросов частиц составляет от 50 до 95%.

Качество подаваемой воды имеет большое влияние на выбросы с башен тушения, потому что наряду с растворенными твердыми частицами большое количество органических соединений выносятся в атмосферу. Комплексными исследованиями, проведенными в США, в парогазовых выбросах мокрого тушения кокса были обнаружены около 53 органических соединения, наиболее вредными среди которых являются: фенол, крезол, антрацен, нафталин, бенз(а)пирен, пиридин, хиолин и др.

Комплексные исследования выбросов из башни мокрого тушения кокса показали, что количество выбросов ароматических углеводородов находится в пределах 15 – 45 г/т коксуемого угля, а количество полярных соединений – 0, 57 – 1000 г/т угля. Большинство из этих органических веществ или испаряется или соединяется с частицами размером менее 0,3 мм. Биоанализ пробы был отрицательным на мутагенность и токсичность и показал низкую цитотоксичность. Однако 13 из 53 органических соединений, содержащихся в выбросах башни мокрого тушения кокса, являются токсичными и канцерогенными. Наиболее опасным загрязнением воздуха при мокром тушении кокса, по мнению авторов исследований, проведенных на коксовом заводе в Лордине (США), являются полициклические ароматические углеводороды, включая бенз(а)пирен и нафталин.

Качество тушильной воды и степень готовности кокса оказывают значительное влияние на органические выбросы тушильной башни. Использование сточной воды

вместо очищенной приводит к увеличению средней концентрации органических соединений в выбросах в 40 раз, в том числе полярных соединений в 500 раз. Тушение неготового кокса по сравнению с тушением готового увеличивает количество органики в выбросах в 3 раза. Данные статистических анализов свидетельствуют о том, что качество воды для тушения кокса оказывает значительно большее влияние на органические выбросы, нежели степень готовности кокса.

Выбросы частиц коксовой пыли из тушильной башни также значительны – 290-1220 г/ т коксуемого угля. Аналогично качество тушильной воды оказывает большое влияние на количество выбросов коксовой пыли при тушении. Около 680 г/т угля выбросов пыли – это при тушении очищенной водой и 1200 г/т угля при тушении сточной фенольной водой. Степень готовности кокса не оказывает заметного влияния на количество выбросов пыли при его тушении.

Оптимальным, по мнению авторов, является использование усовершенствованной конструкции тушильной башни с применением отбойных устройств различной конструкции, внедренных на коксохимических предприятиях Германии. Предлагается в верхней части тушильной башни установить пластинчатые отбойники жалюзийного типа. При этом частички пыли и капельки жидкости ударяются об отбойники, теряют скорость и осаждаются. Однако некоторые частицы будут прилипать к поверхности отбойников и требует чистки последних.

Применение такой конструкции тушильной башни с одновременной модификацией подачи воды на тушение ( часть тушильной воды разбрызгивается сверху тушильного вагона, а другая часть подается вниз вагона) позволяет снизить выбросы до 50 г/т кокса против 250 г/ т кокса с применением классической технологии тушения.

Большинство существующих башен мокрого тушения кокса имеют вытяжную трубу непосредственно над тушильным вагоном. Применение башен с пристройкой, в которых водяные пары не идут прямо вверх, а изменяют направление движения при выходе из пристройки позволяет уменьшить количество выбрасываемых паров. Использование отражательных перегородок в нижней части тушильного вагона непосредственно над тушильным вагоном позволяет изменить направление движения потока паров при обтекании препятствия. Такое техническое решение позволило на коксохимических предприятиях США значительно снизить выбросы вредных веществ.

Опыт эксплуатации таких установок на коксохимических предприятиях ФРГ в течении 1995 – 2002 годов показал, что при надлежащем обслуживании и планово-предупредительном ремонте тушильной башни выброс пыли в современной системе мокрого тушения приближается к показателю на установках сухого тушения кокса (УСТК). Выбросы СО и сернистого газа при работе УСТК несколько больше, чем из тушильной башни, однако при мокром тушении образуется большее количество сероводорода.

Предлагается тушильная башня в форме прямоугольного параллелепипеда. Нижняя часть башни выполняется из железобетонных блоков, а верхняя часть – в виде каркаса, изготовленного из нержавеющей труб и обшитого листами из нержавеющей стали. Отбойники установлены на высоте 12 – 14 м. Для повышения эффективности работы башни предложено на верхней части вытяжки установить несущую решетку, на которую укладываются секции отбойника из химически стойкого полимера (капрона, перлона, нитрона или терилена) или стеклоткани.

## РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ КОКСОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА TRIM

В. Н. Боровлев, А. А. Топоров  
Донецкий национальный технический университет

Донецкая область является промышленным центром Украины. На ее территории сосредоточена пятая часть производственных мощностей нашего государства. По статистическим данным наибольшими загрязнителями являются предприятия металлургической отрасли. По выбросам вредных веществ на металлургическую промышленность, в том числе коксохимические предприятия, приходится 33,3% или 530 тыс. тонн в год, на угольную промышленность – 31,9%, на производство электроэнергии – 30,8% и на остальные источники – 4%. Например, Мариупольский металлургический комбинат имени Ильича выбрасывает в окружающую среду около 240 тыс. тонн, Мариупольский металлургический комбинат Азовсталь 110 тыс. тонн, Авдеевский коксохимзавод около 35 тыс. тонн. за год.

Сложившееся положение зависит от многих факторов. Во-первых, это связано с особенностями технологических процессов. В металлургической, химической промышленности перерабатывают токсичные материалы. Основная часть процессов непрерывного действия, что создает определенные трудности при обслуживании и ремонте оборудования. Кроме того, сказывается степень износа и уровень эксплуатации оборудования.

Основные направления решения данной проблемы заключаются в разработке, внедрении абсолютно новых технологий, отвечающих современным жестким требованиям по экологической безопасности и экономическим показателям и организации эксплуатации, обслуживания и ремонтов действующего оборудования, используя современные автоматизированные, информационные технологии. Первый вариант предусматривает большие капиталовложения в науку и быстрое внедрение в производство нововведений. Поэтому в сложившейся ситуации наиболее приемлемым решением является второй вариант.

Следует отметить, что в условиях коксохимического производства оборудование работает в агрессивных, абразивных средах при высоких температурах и давлении, что в свою очередь сказывается на долговечности оборудования. Оборудование корродирует и это создает опасность разрушения ближайших объектов в случае аварии. Пролиты коррозионно-активных веществ способствуют быстрому и внеплановому выходу из строя оборудования. По этому необходимо тщательное отслеживание работы оборудования; при изменениях производительности или качества получаемого продукта необходимо проведение своевременных ремонтов и наладочных работ.

В последнее время появились программные продукты назначение которых автоматизация процесса эксплуатации и обслуживания оборудования. Одним из них является программный комплекс TRIM. Система TRIM, состоящая из многочисленных модулей, включает в себе огромное количество всевозможных функций связанных с техническим управлением предприятия. Исходная база данных находится на сервере. При необходимости, подключаются рабочие станции к серверу, которые работают с единой базой данных. Программный комплекс TRIM состоит из различных модулей, выполняющих определенные функции. В модуле “Администратор” производят создание и управление центральным узлом и филиалами, доступом пользователей в систему. В модуле “Инструментарий” заполняют все необходимые справочники запчастей, типовых технологических мест и др. После этого в модуле

“Техобслуживание” создаются аналоги оборудования, задействованного в технологическом процессе. Далее формируются работы по ремонту и обслуживанию оборудования; производят планирование работ на требуемый период. В модуле “Диспетчер” фиксируют информацию о состоянии оборудования и отказах, параметры технологического процесса и износа деталей оборудования. Кроме приведенных основных компонентов используются модули “Персонал”, “Бюджет”, “Сбыт”, “Снабжение”, “Склад” с помощью которых организуют полную взаимосвязь процессов ремонтов и обслуживания и необходимых для этого ресурсов.

Особенностью данного программного комплекса является:

1. Все оборудование в соответствии со структурой предприятия разбивается на технологические места. Технологическое место (ТМ) представляет собой сборочную единицу и состоит из компонент. Компонентом может быть отдельная деталь или сборочная единица, но рассматриваемая как единый неделимый объект. Для каждого технологического места или компоненты в каталог-справочник заносится следующая информация: технические данные изображение, описание, типовые запчасти, производитель и другая необходимая информация.

2. Каждую компоненту или ТМ связывают с потенциальными работами. Работы могут быть: планово-периодические, внеплановые, плановые, разовые, или аварийные работы. Простейшие работы затрагивают только один элемент оборудования. Более сложные работы могут относиться одновременно к нескольким узлам, и включать в себя в качестве составных частей другие работы. Для каждой работы указывают составы бригад обслуживающего персонала, список запчастей и расходных материалов, необходимых для проведения данной работы. Если такой список указан, система следит за тем, чтобы нужные запчасти имелись в наличии на складе в установленный срок, а также автоматически производится списывание их со склада после выполнения работ.

3. Система управления техническим обслуживанием TRIM включает в себя механизм автоматического планирования работ. Планирование производится следующим образом. Система находит все работы, присоединенные к ТМ и компонентам, прогнозирует поведение контролируемых параметров в будущем, исходя из данных за предыдущий период, и назначает плановые сроки выполнения работ. Средства визуализации план-графика работ позволяют выявить общее состояние дел и загруженность персонала по любому интересующему участку.

4. По каждой проведенной работе составляется отчет. Отчеты по работам позволяют восстановить историю обслуживания компонент, статистику неполадок, отказы и простои оборудования. В отчете также указаны точные сроки проведения работ, количество затраченных запчастей, привлеченные ресурсы и дополнительное оборудование, что в конечном итоге позволяет рассчитать стоимость проведения данной работы. Отчеты по работам хранятся в базе данных системы.

На химических и коксохимических предприятиях, в первую очередь, при авариях может произойти наибольшее загрязнение окружающей среды, в связи с повышенной опасностью оборудования для химической переработки. Использование программного комплекса TRIM позволит уменьшить количество отказов и часов простоя оборудования, оптимально организовать производство, так чтобы риск возникновения аварийных ситуаций был минимален, повысить требования к отказоустойчивости и безопасности, следовательно, снизить возможность случайных незапланированных выбросов.

## СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ NO<sub>x</sub> В ДЫМОВЫХ ГАЗАХ ЖАРОТРУБНЫХ КОТЛОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОВРЕМЕННЫХ ТОПЛИВОСЖИГАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

И.А. Мазурина, А.Н. Куля, Е. К. Сафонова  
Донецкий национальный технический университет

Проблема защиты окружающей среды от вредных выбросов котельных малой и средней мощности городов региона Донбасса принимает всё более важное значение как из-за плохого качества топлива, так и из-за морального и физического износа оборудования.

Так котельные г. Шахтёрска Донецкой области, использующие твердое топливо, из-за практически полного износа котлов работают на нагрузках ниже номинальных и при уровне загрязненности превышающем ПДК до 50%.

Полная реконструкция оборудования с заменой устаревших паровых котлов на газовые, жаротрубные, с установкой современных газогорелочных устройств, позволит обеспечить практически полное сжигание топлива, отсутствие в выбросах окислов серы, СО и уменьшит выбросы NO<sub>x</sub>.

Применение горелок типа ГБФ-0,45 позволит осуществить принцип рационального начального распределения топлива в воздухе горелки. Для обеспечения полного смесеобразования газ-воздух в горелках под наддувом нужно организовать минимальную глубину проникновения струи газа в сносящий воздушный поток.

Для проверки целесообразности использования данного горелочного устройства проведен поверочный расчет смесеобразования, в основе которого лежит зависимость глубины проникновения струи газа  $h$  в сносящий воздушный поток (рис. 1).

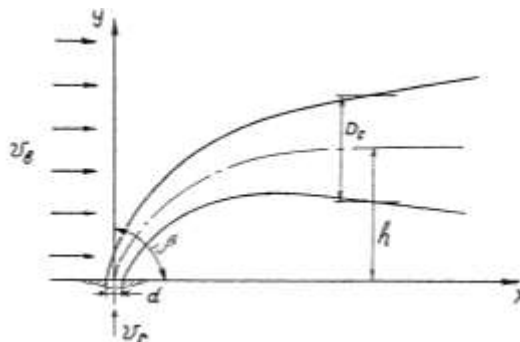


Рисунок 1 – Газовая струя в сносящем воздушном потоке.

Глубина проникновения струи газа в сносящий воздушный поток определяется по формуле:

$$h = K_S \cdot \sin \beta \cdot d \cdot \frac{v_G}{v_B} \cdot \sqrt{\frac{\rho_B}{\rho_G}}$$

где  $K_S$  – коэффициент пропорциональности;  $\beta$  – угол атаки струи;  $d$  – диаметр газовыпускных отверстий;  $v_G$  – скорость газа;  $v_B$  – скорость воздуха;  $\rho_G$  – плотность газа;  $\rho_B$  – плотность воздуха.

Приняв, коэффициент пропорциональности равным 1,8, угол атаки струи – 135°, диаметр газовыпускных отверстий – 1,0 мм; скорость газа – 40 м/с; скорость воздуха – 30 м/с; плотность газа – 0,803 кг/м<sup>3</sup> и плотность воздуха равной 1,293 кг/м<sup>3</sup> получим

$$h = 1,8 \cdot \sin 135^\circ \cdot 1,0 \cdot \frac{40}{30} \cdot \sqrt{\frac{0,803}{1,293}} = 1,34 \text{ мм}$$

Расчет показал, что глубина проникновения струи газа в сносящий воздушный поток равная 1,34 мм, обеспечит полное смешение струй газа и воздуха и осуществит достаточную турбулизацию потока, что положительно влияет на качество сжигания топлива.

На рисунке 2 представлена горелка под наддувом типа ГБФ – 0,45. Горелка состоит из корпуса 1, в котором расположен распределитель газа 2 и завихритель воздуха 7. Распределитель газа снабжен газовыпускными отверстиями 12 и центральной воздухоподающей трубкой 3, имеющей газовыпускное отверстие 4. На распределителе закреплен электрод розжига 5, электрод контроля пламени 6 и стабилизатор пламени 8. На корпусе имеется шкала 10, по отметкам которой распределитель фиксируется относительно корпуса винтами 11. Для регулировки скорости выхода газа из отверстий 12 служит шайба 9.

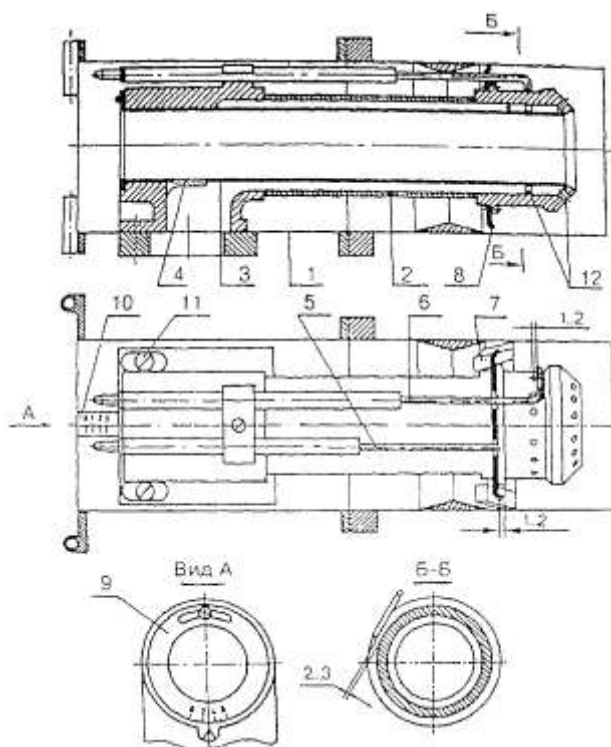


Рисунок 2 – Газовая горелка типа ГБФ – 0,34

Данная горелка повысит эффективность сжигания газообразного топлива и позволит работать на газе низкого давления при ее использовании в топках котлов, работающих при температуре окружающего воздуха от (-10 °С) до (+ 40 °С) и при относительной влажности воздуха 80%.

Сжигание топлива в горелках подобного типа обеспечит снижение в выбросах NOx до 30% и составит 1,6 мг/м<sup>3</sup>.

## ОПТИКО-АКУСТИЧЕСКИЙ ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОСТА КОНТРОЛЯ

М.Ю. Кулик, В.Г. Каширцев

Севастопольский национальный технический университет

Современное экологическое законодательство Украины формировалось на базе норм международного экологического права, положений международных конвенций ООН и других международных организаций в сфере использования природных ресурсов и охраны природы. Вновь созданная база экологического законодательства, а также стремление Украины войти в Европейское сообщество потребовали внедрения эколого-экономических механизмов управления качеством окружающей среды. Этот механизм заложен в системе экологического менеджмента, заключающегося в учете приоритетов окружающей среды при планировании и осуществлении деятельности организаций. Экологический менеджмент является международным стандартом ISO серии 14001 и мировым сообществом внесен в число приоритетов высшего порядка потому, что он обеспечивает систематизацию подходов к вопросам, связанным с состоянием окружающей среды.

Создание системы управления окружающей средой является необходимым этапом перехода от природоохранной системы, базирующейся на таких управленческих функциях как государственный учет, нормирование и контроль к принятой в мире эколого-экономической, базирующейся на аудите, сертификации и страховании.

Систем управления окружающей средой по стандартам ISO серии 14001 хорошо согласуется с создаваемой в Украине системой мониторинга окружающей среды, предназначенным для сбора, обработки, сохранения и анализа информации о состоянии окружающей природной среды, прогнозирования ее изменений и разработки научно обоснованных рекомендаций.

Мониторинг окружающей среды невозможен без объективной первичной экоинформации. Наиболее перспективным техническим средством получения такой информации являются автоматические средства контроля факторов окружающей среды. Они позволяют непрерывно в автоматическом режиме отслеживать состояние окружающей среды, анализировать огромный массив информации, давать оценку состояния среды, вырабатывать рекомендации, составлять прогноз.

На кафедре прикладной экологии и охраны труда Севастопольского национального университета был разработан автоматизированный пост контроля загрязнения атмосферного воздуха. В состав поста контроля входят:

- а) метеопост для контроля метеопараметров,
- б) датчики контроля загрязнения воздуха,
- в) автоматизированный пост (вычислительная техника, устройства сопряжения, устройства передачи и приема информации и др.)

Выбор устройств контроля CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> (603 ЭХ 01) был произведен по рекомендации ОАО Украинского научно-исследовательского института аналитического приборостроения - головной организацией Украины в области газоанализа. Поскольку пост контроля предназначен для контроля загрязнения атмосферного воздуха, а не для контроля фоновых концентраций, выбор этого типа датчика оправдан.

Разработчикам была поставлена задача расширить возможности контроля с целью получения информации о фоновых концентрациях измеряемых газовых компонентов. Анализ существующих методов и средств контроля CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>

позволил остановить выбор на оптико-акустическом методе, заключающемся в избирательном поглощении различными газами инфракрасной радиации определенной длины волны. Газоанализаторы, использующие данный способ, имеют, как правило, двухканальную схему измерения и состоят из источника инфракрасного излучения, фильтровальных камер, измерительной и камеры сравнения, и оптико-акустического преобразователя, включающего в себя приемные камеры, заполненные газом, поглощающим инфракрасное излучение, и дифференциальный датчик давления с мембранами и преобразователем давления. Основным недостатком таких преобразователей, а, следовательно, и газоанализаторов, является относительно низкий порог чувствительности, обусловленный жесткостью мембран.

Авторами был разработан оптико-акустический преобразователь, обладающий повышенной чувствительностью и низким порогом чувствительности. В газоанализаторе преобразование параметров, характеризующих концентрацию измеряемого газа в выходной электрический сигнал, осуществляет оптико-акустический преобразователь включающий в себя датчик давления. В качестве датчика давления предложен электрохимический диффузионный датчик изменения давления. Конструктивно датчик представляет собой корпус, разделенный диффузионным каналом на две камеры. В канале размещен катод, подключенный к источнику напряжением 0,9 В. Аноды преобразователя размещены в 2 камерах, являющихся одновременно приемниками инфракрасной радиации. Катодная и анодные камеры заполнены электролитом, образующим с электродами и источником ЭДС высокообратимую окислительно-восстановительную систему. Анодные камеры являются приемниками инфракрасного излучения. Они заполнены газом, поглощающим инфракрасное излучение, являющееся мерой концентрации контролируемого газа. Отличительной особенностью предложенного преобразователя является отсутствие жестких мембран, разделяющих камеры приемники инфракрасного излучения и непосредственно датчик давления. Роль мембран выполняет поверхность электролита анодных камер.

Преобразователь работает следующим образом: при отсутствии внешнего неэлектрического сигнала (концентрация газа на входе равна нулю) течение электролита в диффузионном канале отсутствует. Концентрация реагента в камерах и канале постоянна. В цепи электродов течет небольшой ток фона. При появлении сигнала на входе газоанализатора в анодных камерах возникает давление. Под действием разности давлений  $\Delta P$  в канале возникает направленное течение электролита со скоростью пропорциональной  $\Delta P$ . В каждый момент времени в канал вносится количество окислителя пропорциональное  $\Delta P$ . Переток электролита через измерительный канал вызывает увеличение тока в цепи электродов на величину, пропорциональную разности возникших в камере давлений, то есть пропорционально концентрации измеряемого газа. Электрохимический преобразователь в данном случае представлен в виде U-образного манометра - измерителя давления, в котором отсутствуют мембраны.

Отсутствие в предложенном устройстве одного из звеньев преобразования (а именно мембран), позволяет снизить порог чувствительности и повысить степень воспроизводимости оптико-акустического преобразователя.

Предложенный преобразователь заявлен в качестве изобретения (решение экспертизы № 200506139 от 21.06.2005 г.)



## СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ РАБОТЕ КОТЛОВ ТП-109 КУРАХОВСКОЙ ТЭС

А.В. Ламакин, А.А. Разуваева, А.Л. Попов  
Донецкий национальный технический университет

На сегодняшний день на Кураховской ТЭС работает 7 блоков мощностью по 200 МВт с котлами ТП-109 номинальной производительностью 640 т/ч с полным расходом топлива 118,3 т/ч. При розжиге горелок, установленных в топках котельного агрегата, используется в качестве запального топлива мазут, общий расход которого составляет 69120 т за год, удельный массовый выброс  $SO_x$  на тонну условного топлива 38 кг/т.у.т., а на единицу тепловой энергии 1,32 кг/МДж. Использование жидкого топлива провоцирует наличие в выбросах дополнительных окислов серы, сажи, сероводорода. Для подачи в котельный агрегат вязкость мазута должна соответствовать 8-10°ВУ, что требует дополнительного подогрева мазута перед подачей в топку до 80-100°С, что приводит к дополнительным расходам тепловой энергии.

С целью снижения вредных выбросов серы и уменьшения механического уноса в дымовых газах предлагается в качестве запальной использовать газовую горелку ГПГМ. С экономической и экологической точки зрения целесообразно применить природный газ, расход которого составляет  $90,288 \cdot 10^6 \text{ м}^3$  за год. Грелка ГПГМ защищена от воздействия окружающей среды и механического воздействия.

На кафедре промышленной теплоэнергетики были проведены работы по усовершенствованию запальной горелки, разрез которой представлен на рисунке.

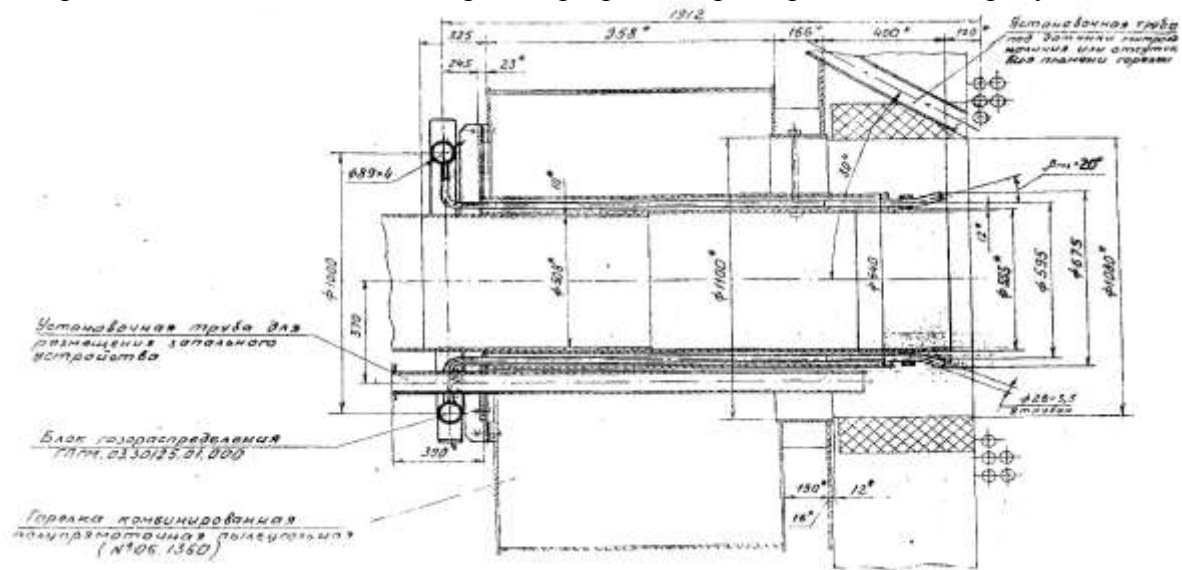


Рисунок — Разрез горелки ГПГМ

Блок газораспределения пылегазовой горелки ГПГМ предназначен для растопки котла на природном газе, а также для подсветки природным газом пылеугольного факела при неустойчивых режимах горения твердого топлива котла ТП-109 Кураховской ТЭС. Блоки газораспределения устанавливаются в горелках нижнего яруса котла в количестве 8 штук. Все горелки оснащаются запально-защитными устройствами (ЗЗУ). Расчетный расход газа на каждую горелку составляет 2000 н.м<sup>3</sup>/ч.

Коэффициент избытка воздуха в горелке при работе на газообразном топливе в режиме растопки должен составлять 1,05-1,1.

При подсветке пылеугольного факела доля газа в тепловом балансе горелки при его совместном сжигании с угольной пылью не должна превышать 30% от тепловой мощности горелки. Предлагаем в качестве запальной использовать горелку, расчет которой приведен ниже.

Таблица. — Расчет пылегазовой горелки ГПГМ

Наименование	Способ определения	Показатель	Примечание
Ширина канала вторичного воздуха, $h_k$ , м	$\frac{D_a - D_k}{2}$	0,22	Диаметры, м: амбразуры $D_a=1,08$ , кожух $D_k=0,64$ ; эквивалентная ширина канала $h_{k экв}=0,22$
Выходное сечение канала вторичного воздуха, $F_2$ , м <sup>2</sup>	$\frac{\pi D_a^2}{4} - \frac{\pi D_k^2}{4}$	0,594	-
Расход вторичного воздуха через грелку, $V_2$ , м <sup>3</sup> /с	$W_2 \cdot F_2$	17,1666	Скорость вторичного воздуха, м/с: $W_2=28,9$
Выходная скорость газа (расчетная) при выбранном $\beta_{газ}$ , $W_{газ}$ , м/с	$W'_{газ} \cdot K_w$	115,5	Выходная скорость газа при $\beta_{газ} = 20^\circ$ , м/с: $W'_{газ}=105$ ; поправочный коэффициент на скорость газа в зависимости от $\beta_{газ}$ : $K_w=1,1$
Диаметр газовыпускных отверстий (расчетный) при выбранном $\beta_{газ}$ , $d_{газ}$ , м	$d'_{газ} \cdot K_d$	0,021	Диаметр газовыпускных отверстий при $\beta_{газ} = 20^\circ$ , м: $d'_{газ}=0,022$ ; поправочный коэффициент на диаметр газовыпускных отверстий в зависимости от $\beta_{газ}$ : $K_d=0,95$
Количество газораздающих трубок (отверстий), $Z_{газ}$ , шт	$\frac{4 \cdot V_{газ}^Г}{W_{газ} \cdot \pi \cdot d_{газ}^2}$	14	Расход газа, м <sup>3</sup> /с: $V_{газ}^Г=0,556$
Выходная скорость газа при принятом количестве газораздающих трубок (отверстий), $W_{газ}^Д$ , м/с	$\frac{4 \cdot V_{газ}^Г}{\pi \cdot d_{газ}^2 \cdot Z_{труб}}$	178,5	Количество газораздающих трубок, шт: $Z_{труб}=9$

Использование предлагаемой горелки позволит осуществить переход с жидкого на газообразное запальное топливо, полностью исключает выбросы серосодержащих веществ, снижает валовый выброс NOx на 10%. Так как массовый выброс NOx при сжигании мазута 2,52 на т.у.т., а при сжигании газа 1,26 на т.у.т., то снижение вредных выбросов в целом составит 146·103 т.у.т.

## ЗМЕНШЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКІДІВ ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ СГОРЯННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СТРУМЕНЕВО-НИШЕВИХ ПАЛЬНИКІВ

С.О. Поліщук, О.В. Петров, Д.Л. Безбородов  
Донецький національний технічний університет

Кожному навантаженню і кожному визначеному виду палива відповідає своя організація топкового процесу. Як правило на котельнях Донбасу зберігається застаріла тенденція використання пальникових пристроїв із твердими нерегульованими параметрами повітряного реєстру, налагоджених тільки для номінального навантаження котла при спалюванні газу.

На котельнях нізкої та середньої потужності встановлені щільові подові та газомазутні пальники (ГМП). Так як щільинні подові пальники не передбачають установку автоматики, то в котельнях при зниженні тиску газу в системі, просто обмежують число працюючих пальників засобом відключення. Робота на обмеженому числі пальників приводить до зменшення паропродуктивності котлоагрегату нижче проектної, росту гідравлічних втрат, та необхідності подачі повітря, з метою охолодження непрацюючих пальників, що приводить до підвищення надлишку повітря через збільшення частки неорганізованого повітря в топку, а відключені пальники швидко обгоряють і виходять з ладу.

Використання ГМП забезпечує стійке горіння факела визначеної форми при повному вигоранні палива в межах топки. При зниженому тиску використовувати не рекомендується, тому що спостерігається відрив та проскок полум'я, аж до його повного загасання. Встановлені на котлах ГМП використовуються як газові. При роботі парогенератора на номінальному навантаженні немає необхідності втручатися в роботу пальників ГМП протягом топкового процесу.

У таблиці 1 представлена порівняльна характеристика пальників при роботі на номінальному навантаженні.

Таблиця 1 - Порівняльна характеристика роботи пальників на номінальному навантаженні.

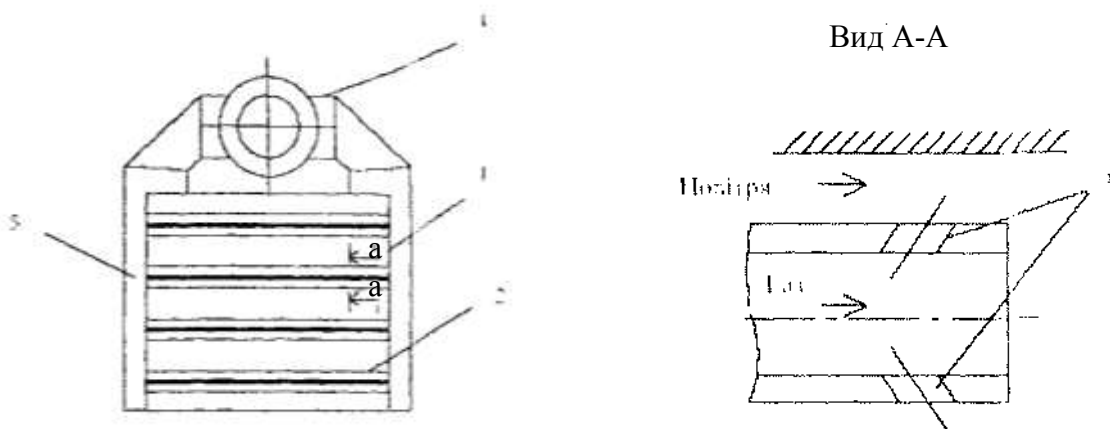
№ п/п	Найменування	ГМГ	СНП	Щільинна подова
1	ККД котла, %	92,22	92,89	92,40
2	Витрати з хімічним недожогом, %	0,02	0,01	0,02
3	Температура газів, що ідуть, °С	220	261	288
4	Коефіцієнт надлишку повітря за котлом, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	1,36	1,4	1,36

Робота пальникових пристроїв не позначилася на зміні ККД котлового агрегату. При роботі щільинних подових і пальників СНП спостерігаються мінімальні втрати з хімічним недопалом. Можливість регулювання пальників ГМП і струйно-нишевих дозволяє одержати коефіцієнт надлишку повітря менш, ніж у щільинних подових. Таким чином, аналіз режимних карт показав, що при нормальній подачі газу робота на номінальних навантаженнях пальників СНП і ГМП дає еквівалентні результати. При низькому тиску газу робота на пальниках СНП доцільна. Пальник СНП має високий лобовий опір потокові газу і повітря і високий опір тертя об стінки повітряводів.

Кафедра "Промислової теплоенергетики" запропонувала для використання газовий пальник, що містить корпус квадратного перетину 1, встановлені в ньому стабілізатори полум'я 2 з газорозподільними отворами 3 у нижній і верхній площині, що виконані під кутом 55° - 65° до горизонтальної осі стабілізатора полум'я, у верхній

частині корпусові розташована газоподавальна труба 4, через яку газ надходить в газові камери 5 (рисунок), який забезпечує оптимальне співвідношення компонентів горіння, шляхом струменевого змішування газу і повітря, з нишевою стабілізацією, та організацією стійкого горіння з коротким факелом при коливаннях тиску газу від 5 до 2500 мм в. ст.

Пристрій для спалювання газу працює в такий спосіб. Газ через газоподавальну трубу 4 надходить в газові камери 5, з яких попадає у внутрішню порожнину стабілізаторів 2. По газонаправляючих каналах газ подається до газорозподільних отворів 3, з яких струменями по усьому фронті газового пальника подається в зони між стабілізаторами 2 під кутом  $55^{\circ} - 65^{\circ}$  до потокові повітря від дуттьового вентилятора, що направляється через повітрявід. Струмені газу змішуються з повітрям, утворюючи газоповітряну суміш, яка, рухаючись по площині соплової планки стабілізатора 2, утворює за торцем стабілізатора полум'я з коротким факелом по усьому фронті газового пальника усередині топки котла.



**Рисунок – Переріз газового пальника**

Завдяки тому, що в газовому пальнику відчини виконані під кутом  $55^{\circ} - 65^{\circ}$  до горизонтальної осі стабілізатора полум'я, досягається зменшення тертя газового струменя об стінку корпусу газового пальника, за рахунок цього відбувається зменшення аеродинамічного опору і підвищення ККД.

Установка даних пальників дозволяє знизити витрату газу на 5% і підвищити ККД котла (таблиці 2).

Таблиця 2 - Розрахунок вартості споживаного палива

Найменування	до реконструкції			після реконструкції		
	Витрата тис. м <sup>3</sup>	Ціна, грн/тис м <sup>3</sup>	Вартість, грн.	Витрата, тис. м <sup>3</sup>	Ціна, грн/тис м <sup>3</sup>	Вартість, грн.
Газ	5253,22	210	1103176,2	4990,56	210	104801

Річна економія 262,66 тис. м<sup>3</sup> газу, або 55,16 тис. грн.

Таким чином, заміна пальникових пристроїв економічно доцільна. А так само застосування даних пальників у парових котлах середньої потужності типу ДКВР-10/13 може бути як механізм стабілізації процесу спалювання палива при різких коливаннях тиску газу, та зменшення шкідливих викидів за рахунок оптимізації процесів згоряння при використанні СНП нижче 2 мг/м<sup>3</sup>

## УМЕНЬШЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЫЛИ В ВЫБРОСАХ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПРИ РАБОТЕ ПАРОГЕНЕРАТОРОВ КУРАХОВСКОЙ ТЭС

М.Н. Соклакова, И.С. Драгун, С.М. Сафьянц  
Донецкий национальный технический университет

При сжигании пыли угля ухудшенного качества на ТЭС, в атмосферу вместе с дымовыми газами поступают различные загрязняющие вещества, в том числе и так называемый механический недожог. Большинство выбросов относится к числу токсичных, и даже в сравнительно невысоких концентрациях оказывают вредное воздействие на природу и человека. Особенно сложно решаются вопросы обеспечения достаточно чистой атмосферы в мегаполисах, таких как Донецк, с населением 1,2 млн. человек, что обусловлено большим сосредоточением источников выбросов.

Актуальность приобретают вопросы экологической безопасности, направленные на уменьшение концентрации пыли в атмосфере. В Донецкой области мощным загрязнителем воздушного бассейна является ТЭС. На электростанции многие производственные процессы, такие как системы пылеприготовления, сопровождаются выделением пыли.

Существующее оборудование пылеприготовления на ТЭС физически и морально устарело, в следствии чего, выбросы в атмосферу превышают допустимые нормы.

На базе Кураховской ТЭС были разработаны мероприятия. Суть которых состоит в проведении технического перевооружения и введении технических нормативов выбросов для действующего оборудования, что качественно позволит изменить существующее положение.

На электростанции применяют в технологических процессах угли ухудшенного качества с содержанием золы  $CP = 37,9\%$ , углерод  $CP = 43,1\%$ , водород  $HP = 2,81\%$ , кислород  $OP = 4,04\%$ , азот  $NP = 0,35\%$ , сера  $SP = 2,5\%$ , зола  $AP = 37,9\%$ , влага  $WP = 8,8\%$ , калорийностью  $Q_{HP} = 17,2 \text{ МДж/кг}$

Сокращение расхода мазута на подсветку пылеугольного факела при сжигании АШ ухудшенного качества можно достичь путем перевода на розжиг газообразного топлива или путем повышения температуры аэросмеси для вдувания перед горелкой на котле ТП-109 для чего нужно установить подогреватель сушильного агента.

Предлагаем установить подогреватель сушильного агента предназначенного для повышения температуры аэросмеси на участке пылевоздуховода за мельничным вентилятором.

Расход сушильного агента перед подогревателем – 50 тыс.м<sup>3</sup>/ч.

Концентрация пыли после циклона составляет 80-100 мг/м<sup>3</sup>.

В таблице представлен расчет предлагаемого подогревателя.

Таблица – Расчет подогревателя

Наименование	Обоз	Разм.	Формула	Расчет
Теплосприятие ступени	$Q_b^b$	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$\beta_{ВП} (H_{г.в.}^0 - H_b^0)$	$(1,17 + 0,03/2)(1910,4 - 429,2) = 1755,2$
Энтальпия и температура уходящих газов	$H_{ух}$	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$H' - \frac{Q_b^b}{(x\phi)} + \Delta\alpha_{пр} \cdot H_{прс}^0$	$3511,4 - \frac{1755,2}{0,9972} + 0,03 \cdot 1166 = 1786,3$

Продолжение таблицы. – Расчет подогревателя.

Наименование	Обоз	Разм.	Формула	Расчет
Средний температурный набор	P	°C	$P = \tau_m (V' - t')$	$P = \frac{281 - 142}{281 - 50} = 0,602$
Температурный набор при противотоке	$\Delta t_{\text{прт}}$	°C	$\frac{\Delta t_{\text{г}} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \Delta t_{\text{г}} / \Delta t_{\text{м}}}$	$\frac{(142 - 50) - (281 - 221)}{\ln 92 / 60} = 74,9$
Скорость воздуха	$W_B$	м/с	$\frac{B_p \cdot \beta_{\text{ВП}} \cdot V_B^0 (t + 273)}{(273 \cdot F_B)}$	$\frac{22,278 \cdot 6,47(1,17 + 0,03/2)(135,5 + 273)}{(273 \cdot 44,0)} = 5,8$
Коэффициент теплоотдачи от стенки труб к воздуху	$\alpha_B$	$\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2\text{К}}$	$C_s \cdot C_z \frac{\alpha}{d} \left( \frac{wd}{v} \right)^{0,6} P_r^{0,33}$	$0,361 \cdot 1,0 \frac{3,438 \cdot 10^{-5}}{0,040} \cdot \left( \frac{5,8 \cdot 0,040}{27,318 \cdot 10^{-6}} \right)^{0,6} 0,69^{0,33} = 62,6 \cdot 10^{-3}$
Средняя температура продуктов сгорания	V	°C	-	$0,5(281 + 142) = 211,5$
Средняя скорость газов в трубах	$W_r$	м/с	$\frac{V_r B_p (V_{\text{ср}} + 273)}{F_r \cdot 273}$	$45 \frac{8,91 \cdot 22,278(211,5 + 273)}{F_r \cdot 273} = 7,8$
Коэффициент использования ТВП	$\xi$	-	-	$0,9 - 0,15 = 0,75$
Коэффициент теплопередачи в ТВП	$K_{\text{ВП}}$	$\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2\text{К}}$	$\frac{\xi}{\frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{\alpha_r}}$	$\frac{0,75}{\frac{1}{62,6 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{31,1 \cdot 10^{-3}}} = 15,6 \cdot 10^{-3}$
Количество труб в ВП	n	шт.	$\frac{F_r}{0,785 \cdot d_{\text{вн}}}$	$\frac{45}{0,785 \cdot 0,037} = 42300$
Высота труб	h	м	$\frac{F}{\pi n d}$	$\frac{37190}{42300 \cdot 3,14 \cdot 0,04} = 7$
Количество труб в одном ряду по ходу воздуха при поперечном шаге 60 мм	$n_1$	шт.	$\frac{F_B}{h_x (S_1 - d)}$	$\frac{44}{3,51(0,06 - 0,04)} = 628$
Количество труб по глубине пакета вдоль потока воздуха	$Z_2$	шт.	$\frac{n}{n_1}$	$\frac{42300}{628} = 67$

Внедрение данного мероприятия позволит увеличить КПД котельного агрегата на 1,5%, улучшит смесеобразование и приведет к снижению вредных выбросов в атмосферу. Концентрация окислов азота составит 1,4 мг/м<sup>3</sup>, сероуглерода – 0,021 мг/м<sup>3</sup>, что ниже максимально допустимых норм (окислы азота – 2 мг/м<sup>3</sup>, сероуглерод – 0,03 мг/м<sup>3</sup>)

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

С.В.Марьенков, А.А.Топоров  
Донецкий национальный технический университет

В последнее время на многих промышленных предприятиях сложился низкий уровень техногенной безопасности, что связано с прогрессирующим старением основных фондов, отсутствием или медленными темпами восстановления, реконструкции и обновления техники. Одним из основных элементов, подверженных деградации, являются металлоконструкции, которые работают в наиболее тяжелых условиях, так как на них одновременно воздействует механический, коррозионный и другие факторы.

Обеспечение техногенной безопасности металлоконструкций является одной из важных задач для предотвращения травматизма, аварий и возможного загрязнения окружающей среды, что особо важно для коксохимических, химических, нефтеперерабатывающих и других производств.

Ежегодно потери от коррозионного износа составляют не менее 3 - 5 % от общего объема применяемых металлоконструкций. В настоящее время на производствах отсутствует эффективная система анализа состояния металлоконструкций, замена и сроки ремонтов назначаются без научного обоснования. Все это приводит к повышению затрат на содержания фонда металлоконструкций и повышенному уровню техногенной безопасности.

Предлагается система обеспечения техногенной безопасности металлоконструкций, которая основана на системном подходе, что позволит с большой точностью определять коррозионное состояние металлоконструкций в процессе эксплуатации, выбрать тот или иной способ защиты учитывая условие работы и коррозионную активность среды, определить экономическую выгоду от комплекса защитных мер, как на стадии проектирования, так и для существующих металлоконструкций. Система разработана для основных металлоконструкций (опоры, перекрытия, фермы, направляющие).

Разработана база данных для: марок сталей используемых в металлоконструкциях, стандартных профилей, скоростей коррозии в основных коррозионных средах. Составлена программа, позволяющая определять изменение основных параметров профилей в зависимости от коррозии с фиксированным или переменным шагом. Это позволяет определять изменение основных геометрических и массо-центровочных характеристик, таких как площадь сечения, моменты инерции и моменты сопротивления сечения. По опыту эксплуатации металлоконструкции на любом предприятии уже известна средняя скорость коррозии в данных условиях, что позволяет определить возможные изменения во времени приведенных выше параметров металлоконструкций.

Основным условием работоспособности металлоконструкции является критерий прочности:

$$\sigma \leq [\sigma] = \sigma_{в} / n$$

Коэффициент запаса прочности элементов металлоконструкции в зависимости от степени их ответственности (уровень технологической опасности, тяжесть последствий при аварии, величины территориального риска и т.п.)

Для реализации проверки условия работоспособности металлоконструкции использованы САПР. Методика реализуется в несколько этапов. На первом этапе разработана 3D – модель элементов металлоконструкции и ее сборка (CAD – система). На втором этапе выполняется расчет ее напряженно – деформируемого состояния (CAE – система) на момент пуска в эксплуатацию. На этих этапах использована описанная выше база данных марок сталей и профилей. На третьем этапе выполняется расчет напряженно – деформируемого состояния металлоконструкции на протяжении всего времени эксплуатации с учетом коррозии, то есть при изменяющихся массо-центровочных характеристиках элементов.

На рисунке представлен результат расчета несущей балки опоры трубопровода башни мокрого тушения кокса.

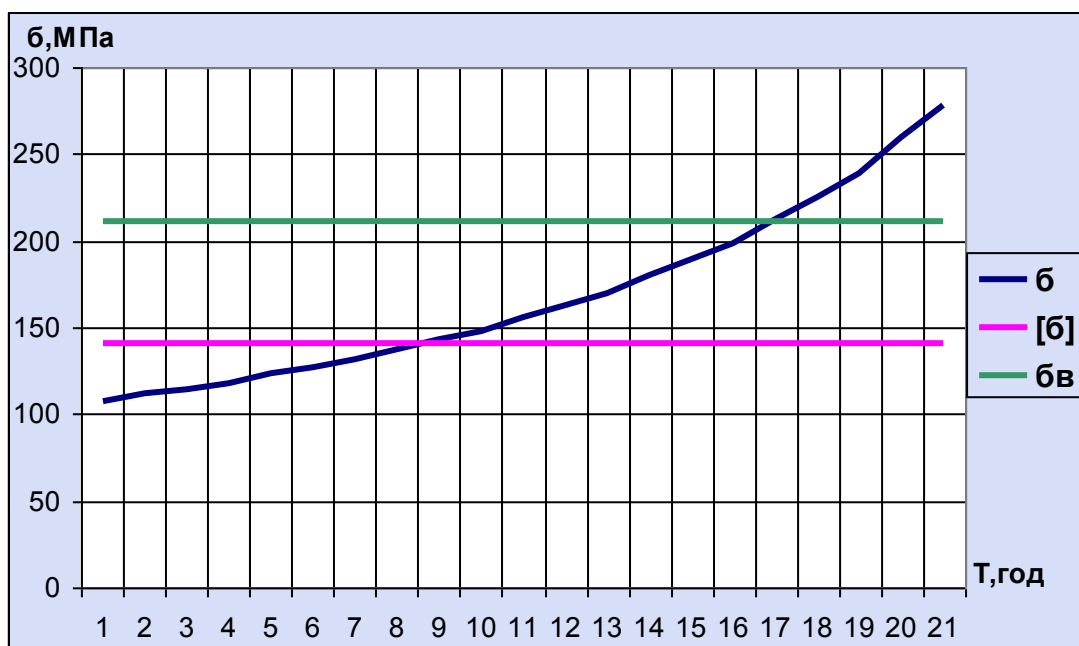


Рисунок – График зависимости напряжений действующих в металлоконструкции на протяжении всего периода эксплуатации с учетом коррозии.

Полученная графическая зависимость позволяет определить время работы металлоконструкций по более нагруженному элементу (9 лет с учетом запаса прочности и 17 лет до разрушения металлоконструкции). Система позволит спрогнозировать срок безопасной работы металлоконструкции, организовать график ремонтных работ металлоконструкции.

Для этого разработана система мероприятий (база данных) по обеспечению комплексной защиты металлоконструкции. В нее входят выбор методов обработки поверхностей (механические и химические), такие как зачистка поверхностей наиболее подверженных коррозии, сварных швов, выбор защитных покрытий и другие меры, применяемые для защиты или замедления деградации от действия коррозии.

В дальнейшем предлагается ввести возможности расчетов, таких видах коррозии как межкристаллитная коррозия (МКК) и контактная коррозия, то есть там где идет не равномерный коррозионный процесс по сечению элементов, а в качестве условия работоспособности металлоконструкции дополнительно использовать критерии жесткости, устойчивости и других влияющих ее на состояние.



## К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ТЕХНИКИ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ СТАРЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

М.Н. Степанов, А.С. Парфенюк  
Донецкий национальный технический университет

Проблема утилизации отходов бетонных и железобетонных конструкций, старого асфальтобетона, является актуальной, в связи с необходимостью промышленного, гражданского и дорожного строительства, с ростом объемов транспортного движения и снижения загрязнений территорий строительными отходами.

На основании обобщения отечественного и зарубежного опыта использования продуктов переработки старых материалов и конструкций, и применением новых современных материалов должны быть определены требования с целью дальнейшего комплексного исследования свойств материалов и разработки технологии применения их в дорожных конструкциях, отвечающих современным требованиям. До настоящего времени отсутствует комплексная нормативно-техническая документация по использованию различных продуктов рециклирования сырья в сочетании с использованием новых материалов.

Экологическая и экономическая целесообразность и необходимость повторного и многократного использования природных ресурсов путем вовлечения части отходов производства и потребления в хозяйственный оборот в качестве вторичного сырья доказана многолетней практикой во многих странах мира.

Отношение к вторичному сырью имеет однозначное решение – необходимо воссоздавать систему заготовки и переработки вторичного сырья под законодательной и распорядительной опекой государства и правительства.

Практическая деятельность предприятий по заготовке и переработке вторичного сырья показала, что высокую рентабельность организаций этого типа можно достичь только при разумном сочетании заготовки и переработки.

Работы по использованию отходов бетона и железобетона в городских дорожных, особенно в бетонных, конструкциях в Украине практически не проводились, поэтому выполнение комплекса научно-исследовательских работ позволит определить рациональные области их использования.

Существенная особенность – в строительных конструкциях имеется кабельная проводка, которую при разрушении необходимо утилизировать.

Это требует решения еще одной проблемы. При переработке отходов кабельно-проводниковой продукции приходится одновременно решать несколько задач: производительность, себестоимость, стоимость конечных продуктов. Пока не удалось разработать процесс, где все показатели были бы наилучшими. Тем не менее, в зависимости от целей, можно подобрать технику и технологию, наиболее отвечающую производственным задачам.

В кабельных отходах, как и в прочих видах сложных отходов, существует грация по технологичности (перерабатываемости), которая базируется на качестве получаемого продукта и затратах на переработку.

Наиболее экономически и технологически оправданный способ - это дробление с последующей сепарацией по плотности материалов.

Исследования свойств продуктов измельчения бетонных и железобетонных конструкций, полученных из лома от сносимых построенных в различное время показало,

что щебень имеет прочность 40-60 Па, МРЗ 25, водопоглощение около 6 %. В составе дробленого щебня во всех случаях присутствовали частицы кирпича, керамики, керамзита, металлические включения и т.п. Такой щебень может быть использован по своим показателям для вертикальной планировки и инженерной подготовки территорий и котлованов.

Щебень, полученный от дробления железобетонных конструкций, как показали результаты петрографических исследований, получен из гравия первоначально использованного для строительных изделий, помимо ранее перечисленных областей может быть использован в основаниях и подстилающих слоях дорог в качестве песчано-гравийной смеси.

Результаты испытаний щебня, полученного при дроблении дорожных и транспортных конструкций, свидетельствуют о возможности использования его частично вместо природного заполнителя для бетонов марок В 7,5 и В 15.

Мелкий заполнитель, полученный из бетонолома, может быть использован во всех перечисленных случаях в зависимости от их свойств: гранулометрического состава, водопоглощения, содержания пыли, модуля крупности, коэффициента фильтрации.

Композиционные материалы на основе двух видов вяжущих - битума и цемента, по сравнению с классическими бетонами, обладают более высокой деформативностью, трещиностойкостью, сопротивляемостью внешним нагрузкам, что позволит отказаться от устройства швов в бетонных основаниях.

Тяжелые бетоны класса В 15 с продуктами переработки бетонных и железобетонных конструкций применимы в основаниях дорог и под бортовой камень. Варьируя различным количеством добавок в зависимости от содержания дробленых заполнителей, можно получить бетон класса В 15 с заданными свойствами при замене природных заполнителей до 50%, что даст соответствующую экономию природного щебня и песка.

Рост энергозатрат — далеко не единственное, что делает решение проблемы измельчения твердых материалов одной из важнейших народнохозяйственных задач. Дело в том, что при существующих способах измельчения минерального сырья увеличение объема производства при одновременном использовании более бедных руд сопровождается еще и увеличением единичных мощностей установок, а значит, и увеличением металлоемкости конструкций.

Эффективным средством измельчения строительного лома является горизонтальная щековая дробилка, предназначена для дробления отслуживших свой срок бетонных строительных панелей.

Получение бетонного щебня и его использование является важнейшей стадией переработки бетонных и железобетонных отходов.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОБОГАЩЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Я.Н. Степанов, А.С. Парфенюк

Донецкий национальный технический университет

В настоящее время, при реконструкции жилых домов и демонтаже зданий и сооружений из бетона и железобетона возникла необходимость в переработке образующихся при этом отходов и использовании их в качестве вторичного сырья для различных материалов и конструкций.

Для решения проблем использования строительных отходов предполагается сосредоточить усилия на следующих направлениях:

- использование отходов в качестве вторичного сырья для производства продукции;
- складирование;
- использование крупнотоннажных отходов.

Эффективное решение этих вопросов возможно только при комплексном использовании имеющихся на данный момент техники и технологий. Поскольку отслужившие свой срок сооружения и здания представляют собой огромную опасность для человека и окружающей среды, то безопасность и правильный подход к их ликвидации должны быть главными критериями при работе по демонтажу этих зданий. А это означает, что бездумное сбрасывание отходов на свалку просто недопустимо.

На базе имеющегося оборудования уже сейчас возможно обеспечить эффективный процесс демонтажа зданий.

На основании практического опыта по демонтажу строительных конструкций выделяются два наиболее эффективных практических метода разрушения: использование силы направленного взрыва и использование давления расширяющейся в специальных шпурах суспензии. Образующиеся при этом крупные блоки легко разрушить, например, гидромолотом – эффективным и мобильным устройством.

А поскольку образующиеся отходы имеют очень разнообразную структуру, то для выделения из них ценных материалов, отходы необходимо классифицировать.

Для классификации твердых кусковых и зернистых материалов хорошо зарекомендовали себя грохота. Процесс дальнейшего разделения образовавшегося при этом продукта возможно проводить с помощью сепараторов.

При завершении процесса классификации отходов необходимо решить вопрос утилизации полученного продукта.

Решение этой проблемы невозможно без исследования физико-механических свойств вторичных продуктов переработки бетонных, железобетонных конструкций, позволяющих определить область их использования в различных конструкциях, например, дорожных, для повышения качества, долговечности дорог при одновременном снижении их стоимости.

Например, на сегодняшний день на основании выполненных экспериментально-теоретических исследований уже разработаны оптимальные составы бетонных смесей с использованием продуктов переработки бетонных и железобетонных конструкций, старого асфальтобетона в качестве частотной замены природных заполнителей и определена область их рационального использования в дорожных конструкциях.

Учитывая опыт выполнения экспериментально - производственных работ разработана технология приготовления в заводских условиях бетонных смесей с использованием продуктов переработки бетонных и железобетонных конструкций в качестве частичной замены природных заполнителей при использовании бетоносмесительных установок различного действия: принудительного, циклического, гравитационного, турбулентного, спирально-вихревого и др.

Проблема качества продуктов вторичной переработки металлосодержащих отходов имеет две стороны. С одной стороны, отечественной металлургической промышленности не нужно качественное вторичное сырье, а с другой стороны, для обеспечения высокой рентабельности необходимо производить продукцию максимально высокой потребительской стоимости.

В сооружениях имеется кабельная проводка, которую при разрушении необходимо утилизировать.

Медная сечка - ценное сырье для производства сплавов, проката и фольги. Пластмассовая изоляция идет на производство дорожных ограждений и строительных материалов. Особенно хорошо обстоит дело с производством термопласткомпозигов: черепицы, тротуарной плитки и пр. Пластмассовая изоляция выступает здесь в роли связующего, а наполнителем является обычный строительный песок.

Для получения качественного вторичного продукта необходимо строго соблюдать технологию разборки зданий, сортировки материалов, переработки каждого вида вторичного сырья, то есть перерабатывать не «мусор», а специально подготовленное вторичное сырье, например, попадание гипса, содержащегося в отделочных материалах и перегородках, в железобетонные конструкции может привести к значительной коррозии бетона, вплоть до его разрушения.

В основе новой концепции обращения с отходами лежат не затратные методы их устранения, каковыми являются захоронение и сжигание, а рециклинг - рационализированная система сбора и вторичной переработки компонентов в продукты, имеющие товарную стоимость.

Таким образом, подводя итог, важно выделить главную идею - до минимума снизить использование первичного сырья за счет максимального вовлечения в оборот вторичного, при этом для повышения качества продукции, получаемой в результате переработки отходов строительства, необходимо дополнительно разработать нормативные и инструктивные документы, охватывающие весь процесс переработки, начиная с разрушения зданий, создать системы контроля качества вторичного сырья и продукции.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕНИКОВ В ЦЕЛЯХ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

О.П. Тузовская, Т.И. Соловьева, В.А. Яковлева  
Донецкий национальный технический университет

В современном обществе резко возросла роль промышленной экологии, призванной на основе оценки степени вреда, приносимого природе индустриализацией, разрабатывать и совершенствовать инженерно-технические средства защиты окружающей среды, развивать основы создания замкнутых, безотходных и малоотходных технологических циклов и производств.

В связи с этим на Авдеевском коксохимическом заводе в 1999 году были разработаны "Программа реконструкции и техническому перевооружению ОАО "Авдеевский коксохимический завод" на период до 2010 года" и научно – техническая программа "Оздоровления окружающей среды" со сроком реализации до 2015 года. В этих документах реконструкция и дальнейшее развитие производства неразрывно связаны с мероприятиями по улучшению экологической ситуации.

Одним из первых цехов, требующих реконструкции стал цех сероочистки №1. Цех предназначен для очистки коксового газа от сероводорода до норм, установленных техническими условиями, и получения сероводородного газа серной кислоты способом мокрого катализа. В этом цехе в 2001 году завод приступил к осуществлению одного из наиболее значительных проектов вышеупомянутых программ – очистка коксового газа от сероводорода до 0,5 г/м<sup>3</sup> с получением серной кислоты по технологии "Хальдор Топсе". Реализация данного проекта обеспечит очистку коксового газа до принятой международной конвенцией норм, что позволит снизить выбросы в атмосферу диоксида серы и тумана серной кислоты. Кроме того эта технология увеличит производство серной кислоты улучшенного качества в связи с чем возникла необходимость замены прежних теплообменных аппаратов для охлаждения серной кислоты.

В последнее время в химическом производстве для сред жидкость-жидкость при давлениях до 1 МПа и температурах до 200°С применяют пластинчатые теплообменные аппараты которые обладают рядом преимуществ по сравнению с кожухотрубными теплообменными аппаратами для этих же условий.

Первое и одно из основополагающих преимуществ заключается в его компактности. Пластинчатый теплообменник занимает в 6-8 раз меньше места, чем аналогичный ему по мощности кожухотрубный. Компактность пластинчатых аппаратов определяет очень малые тепловые потери в окружающую среду с его поверхности без дополнительной теплоизоляции.

Основным преимуществом пластинчатых теплообменных аппаратов перед кожухотрубными является то, что пластинчатые аппараты требуют на 80% меньше теплоносителя, чем аналогичные кожухотрубные, что значительно уменьшает количество сточных вод, отработанных в аппарате. Это обусловлено тем, что скорость протекания теплоносителя в пластинчатых теплообменниках примерно в 2 раза ниже, чем в кожухотрубных, внутренний объём аппарата – в 6 раз меньше, а коэффициент передачи тепла в 1,5-3 раза больше. Кроме того теплоноситель проходит по аппарату однократно и по короткому пути.

Конструкция пластинчатых теплообменников исключает появление внутри аппарата внутренних протечек, ведущих к смешиванию сред: любая появляющаяся протечка(кроме физического разрушения внутренней части пластины) определяется визуально. Этот факт снижает утечки теплоносителя, которые всегда существующих в кожухотрубных

теплообменных аппаратах. Что позволяет использовать охлаждающий или нагревающий теплоноситель (воду) в технологических нуждах предприятия.

Сравнительные технические характеристики одинаковых по мощности кожухотрубных и пластинчатых аппаратов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики теплообменных аппаратов

№ пп	Наименование качественных (количественных) характеристик	Трубчатые теплообменники	Пластинчатые теплообменники
1	Материал трубок (пластин)	Латунь или медь	Нержавеющая сталь или титан
2	Подверженность коррозии при температуре более 62°С	Да	Нет
3	Возможность механической очистки поверхностей	Трубы - да, межтрубное - нет	Нет
4	Возможность химпромывки	Да	Нет
5	Оптимальная скорость воды в каналах(трубках), м/с	1-1,5	0,3-0,7
6	Возможность плавного изменения производительности аппарата	Нет	Да
7	Возможность замены вышедшей из строя трубки/пластины	Нет	Да
8	Возможность разборки/сборки аппарата	Нет	Да
9	Коэффициент теплопередачи, Вт/м <sup>2</sup> К	1500	2500-4500
10	Тепловая эффективность, %	70-80	85-95

В результате сравнительного анализа и проведенных расчетов в качестве теплообменного аппарата для охлаждения серной кислоты целесообразно использовать пластинчатый холодильник конструкции Альфа – Лаваль. Данный теплообменник представляет собой пакет сжатых на прокладках гофрированных пластин, с одной стороны по каналам пластин течет кислота, с другой стороны – охлаждающая оборотная.

Характеристика холодильника приведена ниже:

- поверхность охлаждения - 64,48 м<sup>2</sup>
- расход кислоты - до 80 м<sup>3</sup>/ч
- расход охлаждающей воды - до 205 м<sup>3</sup>/ч
- максимально допустимое давление кислоты и охлаждающей воды - 0,49 МПа
- сопротивление холодильника при указанных расходах:
  - по кислоте - 0,12 МПа
  - по воде - 0,055 МПа
- температура кислоты до и после холодильника - 67°С - 40°С
- температура охлаждающей воды до и после холодильника - 28°С - 42°С

Таким образом установка пластинчатого холодильника конструкции Альфа-Лаваль у для охлаждения кислоты удовлетворяет не только техническим, но и экологическим требованиям.

## ПРОБЛЕМА ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕЧЕЙ СТЕКЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н.И. Гайдаш, О.Е. Алексеева  
Донецкий национальный технический университет

Экологическая безопасность промышленных технологий во многом определяется безотказностью и работоспособностью основных тепловых агрегатов производства. Для стекольной промышленности основными тепловыми агрегатами являются стекловаренные печи. Материалом - и энергоемкие стекловаренные печи являются источником постоянных тепловых выбросов в атмосферу. Для предотвращения выбросов, снижения техногенной нагрузки печей необходимо обеспечить безаварийность, газоплотность их кладки, герметичность всего агрегата в целом.

Эффективность и безопасность печей стекольного производства во многом зависит от качества кладки их камер. В процессе эксплуатации кладка подвержена различным термическим, механическим химическим воздействиям, которые приводят к ухудшению эксплуатационных характеристик.

Стекловаренные печи непрерывного действия применяют для варки и выработки листового, сортового, бутылочного, тарного, посудного и другого стекла. В печи при установленных температурах осуществляются плавление стекольной шихты, получение качественной стекломассы, а затем готовой продукции.

Варка обычных промышленных стекол происходит при 1520 —1550°C, а некоторых специальных стекол при 1580 — 1600 °C и выше, поэтому огнеупорные материалы, применяемые для кладки печей, должны обладать следующими свойствами:

- огнеупорностью, т.е. не должны размягчаться или расплавляться под действием высоких температур.

- стеклоустойчивостью, т.е. должны не вступать в химические реакции с перерабатываемой жидкой стекломассой;

- термостойкостью, т.е. должны выдерживать без разрушения продолжительное время достаточно большие колебания температур.

- механическая прочность, т.е. должны выдерживать определенную нагрузку, не разрушаясь.

Старение печей, повреждения и разрушение их элементов в процессе эксплуатации приводит к постепенной потере этих свойств, разгерметизации агрегата.

Нарушение газоплотности кладки печи происходит под влиянием различных эксплуатационных факторов:

- 1. Влияние агрессивной химической среды.** При непосредственном контакте со стекломассой компоненты расплава химически реагируют с материалом огнеупора и образуют более легкоплавкие, чем огнеупор, соединения – происходит процесс разъедания огнеупоров расплавленной стекломассой. При разъедании огнеупоры разрушаются и, попадая в стекломассу, ухудшают ее качество.

- 2. Механический фактор.** При эксплуатации печи огнеупоры выдерживают большую нагрузку при высокой температуре, которая усиливается от механического трения стекломассы об огнеупоры при ее движении, вследствие этого происходит истирание кладки, потеря механических свойств и увеличение тепловых выбросов в атмосферу.

- 3. Температурный фактор.** В процессе разогрева и ее эксплуатации огнеупоры подвергаются резким температурным колебаниям, что приводит к возникновению

высоких температурных напряжений в кладке печи, и как следствие, к появлению и развитию трещин.

Установлено, что наибольшее влияние на техническое состояние стекловаренных печей оказывает температурный фактор.

Для предотвращения негативного влияния температурного фактора на герметичность агрегата предложены следующие способы:

1. Искусственное охлаждение элементов стекловаренных печей способствует понижению температуры на поверхности огнеупора, соприкасающейся со стекломассой. При понижении температуры создается пристенный слой вязкой стекломассы, защищающий огнеупор от дальнейшего разъедания. Искусственное охлаждение является достаточно эффективным только при износе огнеупоров до определенного предела, чем меньше толщина элемента кладки и выше его теплопроводность, тем больший эффект дает искусственное охлаждение.

2. Применение тепловою изоляцию отдельных участков кладки печи для снижения потерь тепла в окружающую среду и расхода топлива, а также улучшения обслуживания стекловаренных печей.

3. Воздушное охлаждение стекловаренных печей. При воздушном охлаждении (рис. 1.) холодным воздухом с помощью сопел 1 с щелевидными отверстиями обдувается наружная поверхность верхнего ряда огнеупорных кирпичей, в результате чего на противоположной (горячей) поверхности этих кирпичей образуется корка застывшего стекла 3, а на горячей стороне нижних рядов — вязкая малоподвижная пленка стекломассы 2. Сопла направляют под углом  $30^\circ$  к горизонтали. Скорость подачи воздуха 30—40 м/с. При значительном разъедании кирпичей кладки используют воздушное дутье высокого давления, при котором скорость воздуха составляет 60—70 м/с.

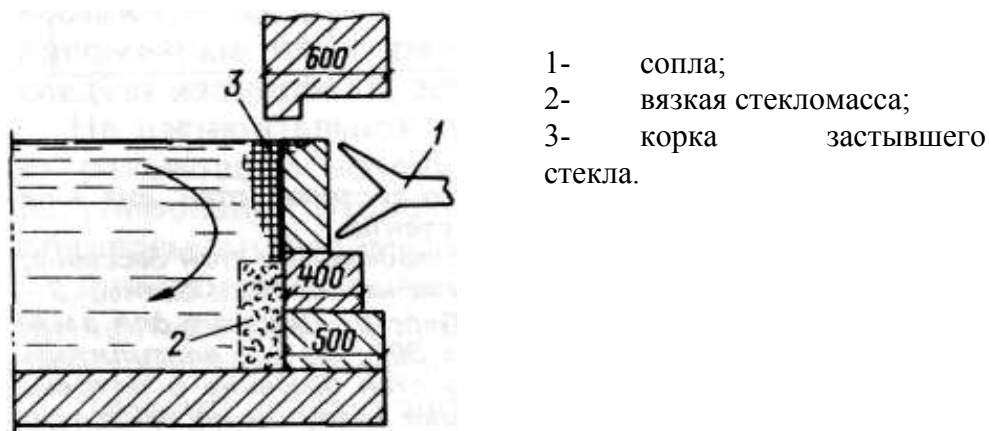


Рисунок 1.1. Воздушное охлаждение стен бассейна стекловаренной печи

Применение перечисленных способов приводит к устранению перегрева кладки, снижению температурных перепадов, что, в свою очередь, позволит обеспечить надежную работу элементов агрегата, улучшить качество продукции, повысить газоплотность кладки, герметичности всего агрегата, улучшить экологическую обстановку на предприятиях стекольного производства.



## ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

В.В. Хмарук, И.В. Кутняшенко  
Донецкий национальный технический университет

Выводимые из боевого арсенала обычные виды боеприпасов в вооруженных силах большинства стран подлежат ликвидации и утилизации. Дальнейшее их хранение экономически и экологически не выгодно, т. к. требует значительных бюджетных средств и представляет потенциальную, все возрастающую опасность экологических катастроф вследствие массовых взрывов и пожаров.

Так, за последние 3 года произошли взрывы на базах боеприпасов, расположенных возле Мелитополя, Артемовска, что повлекло за собой человеческие жертвы, большие экономические затраты и непоправимый ущерб экологии.

Правительство Украины с 1992 года вплотную занялось решением проблемы обеспечения безопасной, экологически чистой, комплексной утилизации накопленных запасов непригодных боеприпасов. Программа предусматривает утилизацию 320 тыс. тонн непригодных боеприпасов. Для этих целей наиболее целесообразно привлекаются предприятия военно-промышленного комплекса Украины.

На данный момент ведущими специалистами стран СНГ разработано более 60 технологий утилизации боеприпасов. Практически во всех процессах утилизации есть общие фазы:

- фаза разборки и извлечения метательных зарядов,
- извлечение взрывчатых веществ из корпусов,
- разборка и уничтожение взрывателей, капсул и т.д.

Фаза извлечения взрывчатых веществ из корпусов является наиболее сложной и опасной, не поддающейся унификации. Наиболее распространенными способами извлечения взрывчатых веществ (ВВ) из металлических оболочек являются: метод утилизации боеприпасов гидроразмыванием в сочетании с гидрорезкой, термогазодинамический метод расснаряжения боеприпасов, метод утилизации крупногабаритных боеприпасов тротилового снаряжения методом вымывания парафином. Однако все эти методы трудоемки, опасны и малопроизводительны. На Государственном предприятии «Научно производственное объединение «Павлоградский химический завод» на базе ранее существующего участка снаряжения боеприпасов, заполняемых литьевым методом, создан участок по утилизации тротил содержащих боеприпасов,

На этом участке выплавка боеприпасов производится в термостатах (плавителях) ранее использовавшихся для приготовления плавного состава для снаряжения боеприпасов. Для обеспечения выплавки боеприпасов внесены конструктивные изменения в оборудование для снаряжения боеприпасов, разработаны и изготовлены кассеты для установки в них снаряженных боеприпасов. Кроме этого изготовлены и установлены новые крышки для закрытия плавителей с кассетами. Боеприпасы укладываются в кассету таким образом, чтобы заливочные отверстия находились внизу. Кассета с боеприпасами устанавливается в термостат закрывается крышкой. В корпусе термостата между кассетой с боеприпасами и крышкой, а также в рубашки продуктопровода, термостата, ванны сборника тротила подается пар от паро- генератора с давлением не 0,7 кгс/см<sup>2</sup>. По окончании времени выплавки боеприпасов перекрывается вентиль подачи пара между крышкой термостата и кассетой с боеприпасами. При необходимости производится

продувка воздухом от пара объема термостата между кассетой с боеприпасами и крышкой, затем снимается крышка термостата и вынимается кассета с корпусами боеприпасов.

Продукт, выплавленный из боеприпасов, по трубопроводу подается в ванну накопитель, расположенную под барабаном чешуирования. Полученный чешуированный продукт ссыпается в мешок, затем мешки завязываются, взвешиваются и отправляются в мастерские по изготовлению промышленных взрывчатых веществ.

Главным преимуществом представленной схемы утилизации является следующее

- при проектировании и изготовлении использовались ранее установленные здания и оборудования по снаряжению боеприпасов, таким образом минимизировались затраты на утилизацию;

- все продукты утилизации (металл и ВВ) используются для нужд экономики Украины.

- при утилизации не происходит большого выброса вредных веществ в атмосферу и почву, так как в здании имеется внутренняя замкнутая система канализации, в которую попадают россыпи, расплавы тротила. После отстоя тротил фильтруется, а вода подается на очистные сооружения предприятия;

- высокая безопасность технологического процесса;

- высокая чистота готового продукта (влажность тротила полученного в результате утилизации достигает  $0,3 \div 0,5\%$  при требовании документации не более  $2\%$ );

- наличие обученного персонала (так как переход от снаряжения к утилизации технологически мало отличен);

К недостаткам представленной схемы относятся:

- высокая энергоемкость (необходима установка производства пара – парогенератор);

- цикличность процесса (после каждой выплавки необходимо прекращать подачу пара, выгружать оболочки снарядов из кассет, что ведет к попаданию паров тротила в помещение.

- в летнее время года персонал работает в зоне с повышенной температурой

Эти недостатки возможно устранить, внося дополнительные конструкционные изменения в оборудование (применение термоизоляции, локальный отвод паров, герметизация стыковых узлов).

Так как утилизация боеприпасов осуществляется на предприятиях, имеющих опыт их производства, то имеющиеся системы очистки воздуха и воды позволят локализовать возможные выбросы, возникающие при отклонении от заданных технологических параметров, на территории предприятия.

Предложенный способ утилизации боеприпасов прост, производителен, экологически чист, а также пригоден для боеприпасов сложной внутренней конфигурации.

Учитывая неоспоримые достоинства данного способа утилизации боеприпасов и объективную возможность устранения имеющихся недостатков, его можно рекомендовать для внедрения и на других предприятиях военно-промышленного комплекса Украины.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Д.В. Бован, С.П. Веретельник  
Донецкий национальный технический университет

В последние годы становится всё актуальней проблема хранения, переработки и утилизации боеприпасов на складах Украины.

По ряду причин Украина после распада СССР превратилась в огромный арсенал. Боеприпасы остались в наследство от Первой и Второй мировых войн и послевоенной гонки вооружений. Сейчас на складах хранится 2,5 млн. тонн боеприпасов, из которых 340 тыс. тонн нуждаются в срочной утилизации. Через 2,5 года количество таких боеприпасов возрастет до 500 тыс. тонн. Боеприпасы с истёкшим сроком хранения представляют постоянную угрозу несанкционированных взрывов и пожаров, что может приводить к катастрофическим последствиям, сопряженным с гибели людей и невосполнимому ущербу природе.

С другой стороны устаревшие боеприпасы являются государственным резервом ценных вторичных материалов. Например, артиллерийский снаряд содержит высококачественную корпусную сталь, латунную гильзу, взрывчатое вещество (ВВ) разрывного заряда и пороха метательного заряда. Но имеющиеся в Украине специализированные производства, позволяют утилизировать не более 30-50 тыс. тонн боеприпасов в год, исходя из этого, возникает необходимость быстрого внедрения новых высокоэффективных технологий утилизации боеприпасов.

Предприятия, которые раньше снаряжали боеприпасы, применяют различные способы извлечения ВВ для использования их энергетического потенциала. Это бесконтактная выплавка, контактная инертным теплоносителем, вымывание жидкостью с абразивным материалом, механическое выбивание, импульсное выбивание, вытачивание, растворение, магнитодинамическое воздействие на корпус, воздействие сверхнизких температур и механическая резка корпуса с последующим выпрессовыванием ВВ.

После извлечения ВВ из корпуса снаряда любым из перечисленных способов оно переходит из твёрдой фазы в дисперсную (дискретный материал), а значит, изменяются физико-механические характеристики.

Которые отличаются от первоначальных в зависимости от срока и условий хранения, способа извлечения ВВ из корпуса боеприпаса.

Физико-механические характеристики дискретных материалов являются основными исходными данными для расчета перерабатывающего оборудования. Значения характеристик отличаются существенной изменчивостью и зависят от конкретных условий. Что следует учитывать в исходных данных при расчете оборудования. Поэтому необходимо провести исследования физико-механических характеристик в условиях максимально близких к производственным. При проведении таких исследований не следует опасаться затрат времени и средств, поскольку затраты несопоставимо малы по сравнению с ущербом, который может дать недостаточно обоснованный выбор характеристик для расчета. Недостаток исходных данных приводит к просчетам и неудачным конструкция оборудования или неправильному выбору режимных параметров процесса.

В качестве исходных данных для расчетов наиболее часто используют ряд физико-механических характеристик дискретных материалов:

- насыпную плотность и плотность твердой фазы материала;

- коэффициенты внутреннего и внешнего трения;
- начальное сопротивление сдвигу;
- угол естественного откоса;
- крупность (гранулометрический состав);
- прочностные характеристики.

Сейчас при утилизации ВВ на специализированных предприятиях эти свойства не определяются. На кафедре МАХП разработаны и запатентованы приборы для оперативного определения физико-механических характеристик дискретных материалов ВВ.

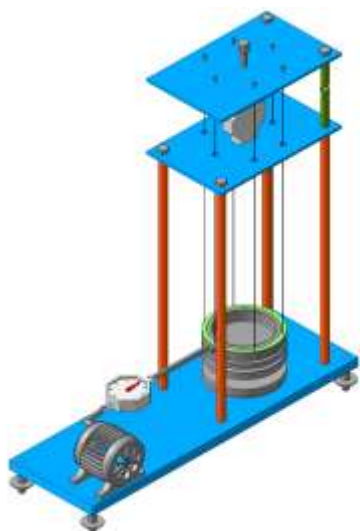


Рис 1 - Прибор для сдвиговых испытаний

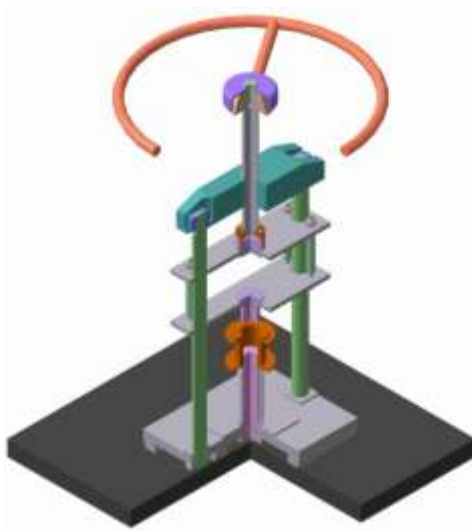


Рис 2 – Прибор для компрессионных испытаний

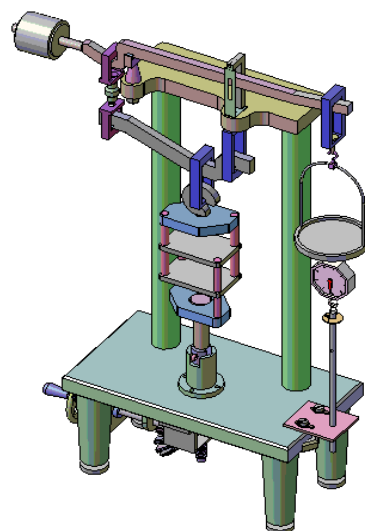


Рис 3 – Прибор для испытания материала на прочность

Этот приборный комплекс может быть использован и для определения характеристик дискретных материалов подлежащих утилизации. Но для этого в их конструкцию необходимо внести изменения, с учётом взрыво- и пожароопасности исследуемых материалов.

Разработанный приборный комплекс позволяет определять эти характеристики одновременно и в различных условиях.

Таким образом, повышение достоверности определения физико-механических характеристик позволяет создавать более надёжное оборудование, повышая экологичность и безопасность процесса переработки ВВ.

## ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И КОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА НОВОГО ВТОРИЧНОГО Zn-Al-Si-го СПЛАВА

О.И. Воронцова, В.И. Алимов  
Донецкий национальный технический университет

Вторичные цинковые, алюминиевые и цинк-алюминиевые сплавы всё более широко применяются в различных отраслях народного хозяйства Украины в качестве самостоятельных конструкционных материалов и покрытий. Как конструкционные материалы эти сплавы используются в наукоёмких отраслях промышленности, например, авиации и приборостроении, а также для изготовления изделий гражданского назначения. Покрытия данными сплавами часто применяются с целью защиты от естественного и искусственного воздействия коррозионно-активных сред. Покрытия из чистых металлов являются более дорогостоящими, и их замена вторичными цинк-алюминиевыми сплавами экономически более выгодна; в то же время по известным из литературы данным такие сплавы обеспечивают достаточно надёжную защиту как металлопроката, так и готовых изделий.

Разнообразие металлического лома по химсоставу и происхождению обеспечивает вариации свойств вторичных сплавов. В связи с этим целью настоящего исследования является установление физико-механических и коррозионных свойств нового вторичного сплава, в котором основными составляющими являются цинк и алюминий, причём содержание цинка примерно в два раза превышает содержание алюминия. А для регулирования литейных свойств и измельчения структурных составляющих введены некоторое количество кремния и магния.

Сплав выплавляли в условиях Донецкого предприятия «Донсплав» в индукционной тигельной электропечи. Разливку производили на слитки диаметром 53 мм и высотой 115 мм. Часть слитков подвергали гомогенизации при температуре 470°C в течение 6 часов. Изучали твёрдость, макро- и микроструктуру сплава в литом и отожжённом состоянии. Поведение сплава при газовой коррозии оценивали по положительному показателю изменения массы  $K+m$  после нагрева до температур 100-530°C в течение 1 часа. Устойчивость к электрохимической коррозии оценивали по объёмному показателю при испытании в 10%-ном водном растворе  $H_2SO_4$  в течение 1 часа, а также по отрицательному показателю изменения массы  $K-m$ ; по этому же показателю судили о коррозионном поведении сплава при испытании в 18%-ном водном растворе  $NaCl$  в течение суток.

Для литого сплава характерна значительная дендритная ликвация и наличие грубых выделений  $\gamma$ -фазы, представляющей собой интерметаллид. При гомогенизирующем отжиге эта фаза в значительной мере растворяется и, кроме того, увеличиваются количества фазы  $\alpha$  (твёрдый раствор алюминия в цинке) и фазы  $\beta$  (твёрдый раствор цинка в алюминии). Такие структурные изменения приводят к снижению твёрдости сплава со 140-146 НВ (литое состояние) до 86-94 НВ (после гомогенизации).

Однако при гомогенизирующем отжиге интенсифицируется процесс порообразования, что подтверждается результатами измерения плотности. В литом состоянии усреднённая плотность сплава составляет  $3,6811 \pm 0,0278$  г/см<sup>3</sup>, а после гомогенизации  $3,3997 \pm 0,0015$  г/см<sup>3</sup>. Повторные нагревы сплава как в исходном литом состоянии, так и после гомогенизации до температур 100-530°C приводят к немонотонному изменению плотности. В то время как плотность сплава в исходном литом состоянии незначительно колеблется и в среднем несколько повышается ( $3,7423 \pm 0,0198$  г/см<sup>3</sup>), плотность предварительно гомогенизированного сплава снижается при нагреве от 350°C,

далее возрастает, вероятно, из-за залечивания пор, а затем снова уменьшается вблизи температуры плавления. Однако и в этом случае усреднённая плотность сплава ( $3,3058 \pm 0,0185$  г/см<sup>3</sup>) остаётся ниже, чем для сплава в исходном литом состоянии.

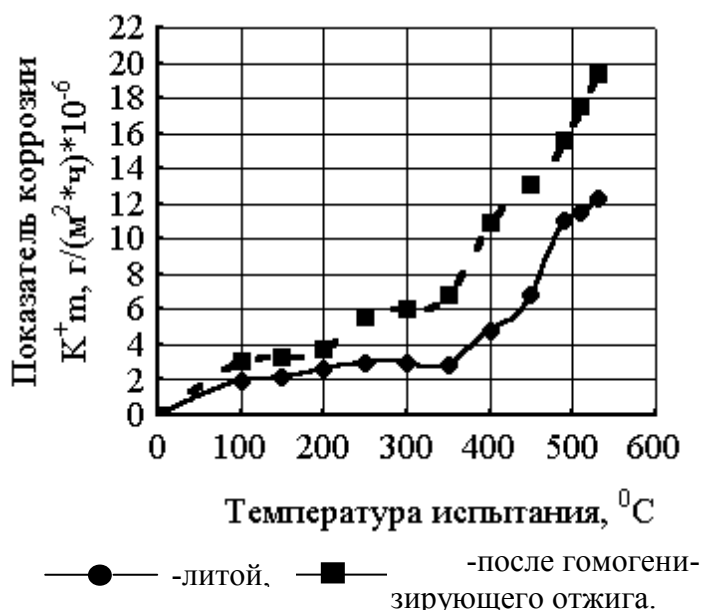


Рисунок 1 – Кинетика газовой коррозии опытного сплава

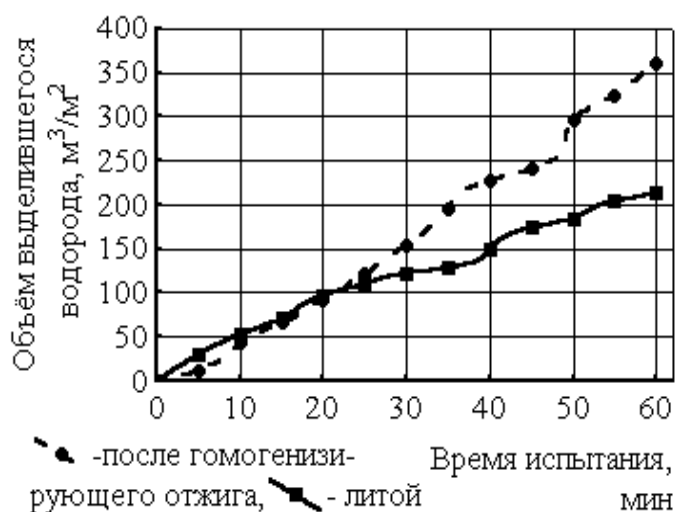


Рисунок 2 – Кинетика электрохимической коррозии опытного сплава

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о различиях в структуре и свойствах вторичного Zn-Al-Si-го сплава в литом состоянии и после гомогенизирующего отжига, что должно быть учтено при технологических переделах сплава и его использовании для изделий и покрытий.

Гомогенизированный сплав оказался и более склонным к газовой коррозии (рис. 1). Обращает внимание характер хода зависимостей показателя  $K^+m$ , который отличается от известной закономерности Аррениуса: изменение характера закономерностей происходит в районе температуры 300°C.

Поведение сплава при кратковременном испытании в кислой среде (до 20-25 мин) практически идентично и для литого, и для гомогенизированного состояния, однако дальнейшее увеличение экспозиции свидетельствует об ускорении электрохимического разрушения

гомогенизированного сплава (рис. 2): усреднённый объёмный показатель для гомогенизированного сплава составил  $368,318 \cdot 10^{-6}$  см<sup>3</sup>/(см<sup>2</sup>·ч), а для литого сплава  $218,438 \cdot 10^{-6}$  см<sup>3</sup>/(см<sup>2</sup>·ч). Более длительные испытания в нейтральной среде (растворе поваренной соли) также подтверждают меньшую скорость коррозии литого сплава ( $1,845 \cdot 10^{-6}$  г/(м<sup>2</sup>·ч)) по сравнению с гомогенизированным сплавом ( $24,393 \cdot 10^{-6}$  г/(м<sup>2</sup>·ч)).

## К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СПЕКАЮЩИХСЯ УГЛЕРОДИСТЫХ ОТХОДОВ

Л.А. Козолуп

Донецкий национальный технический университет

В Украине сложилась тяжелая ситуация в сфере промышленных и бытовых отходов. Только 7% твердых отходов подвергаются утилизации. Пока в нашем государстве не применяют эффективные методы утилизации, а на их разработку и внедрение выделяется недостаточное количество денежных и материальных средств.

С учетом специфики промышленности Донбасса, ведутся исследования возможностей переработки спекающихся углеродистых отходов в действующих коксовых печах по методу термолизно-энергетической рекуперации отходов (метод ТЭРО). По этой технологии термолиз осуществляется без доступа воздуха при температуре 7500С...13500С, вследствие чего углеродистая масса смесей твердых промышленных и бытовых отходов переходит в пластическое состояние и спекается с получением твердого термолизного топлива.

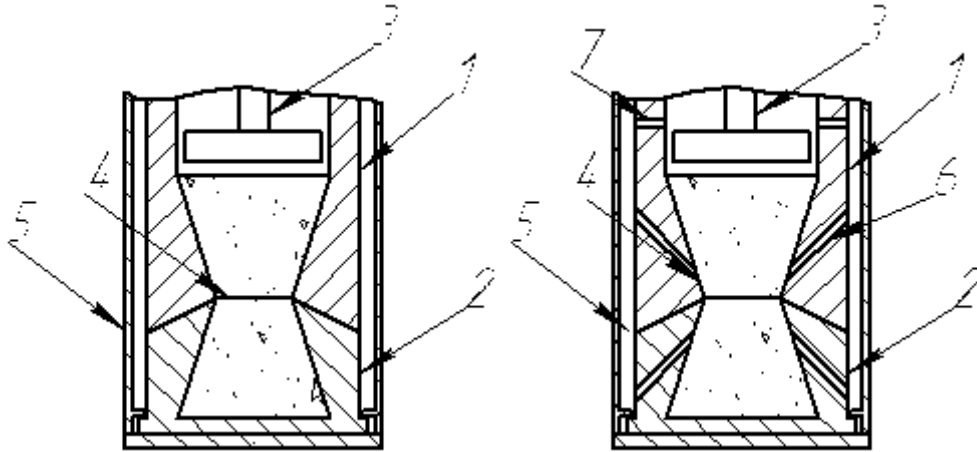
В условиях действующего завода можно исследовать влияние высоты камеры коксования на свойства получаемого топлива, за счет уменьшения количества загружаемого сырья. Это не требует каких-либо денежных затрат на построение новых агрегатов или реконструкцию старых. Высота печи ограничивается из-за сложности достижения равномерного обогрева и влияет на устойчивость самого пирога. Изменение ширины камеры термолиза повлечет за собой и изменение периода коксования.

С учетом результатов ранее проведенных исследований, предлагается следующий состав загружаемого сырья. Спрессованные углеродистые отходы (шлам углеобогащения 61,2-74,3 %, пищевые отходы 10,7-23,0 %, макулатура 9,2-15,0 %, полимеры 0,75-5,8 %) под давлением 12-20 МПа и влажности 17-21 %, и угольная шихта, служащая прослойкой между отходами и внутренней камерой коксования, тем самым, предотвращающая их адгезию.

В связи с выше изложенным появляется необходимость в точном определении спекаемости материала и в определении прочности нелетучего остатка. В данном случае, спекаемость – свойство материала переходить при нагревании без доступа воздуха в пластическое состояние с последующим преобразованием связанного нелетучего остатка в твердое пористое вещество.

Спекаемость можно определить на приборе для определения спекаемости углей (авторское свидетельство СССР №929690, кл. С 10 В 57/00, 1982). Однако, этот прибор целесообразно усовершенствовать для определения свойств твердых промышленных и бытовых отходов. Предлагается уменьшить площадь поперечного сечения в плоскости разъема полуматриц. Это приведет к тому, что летучие продукты термолиза будут распределяться по всему объему, а не скапливаться в центре. Таким образом, спекшийся материал будет иметь однородную структуру в плоскости разрыва.

Можно предложить еще одну модификацию прибора (рис.1).



1 – верхняя полуматрица; 2 – нижняя полуматрица; 3 – штемпель; 4 – плоскость разъема; 5 - гнездо; 6 – 8 каналов для выхода летучих; 7 – 4 канала для отвода летучих из полости между матрицами и гнездом.

Рисунок 1 – Схема прибора до и после модификации

В результате таких изменений повышается класс точности прибора, за счет удаления летучих из спекающейся массы в плоскости разъема. Образующиеся летучие в процессе термолиза поступают в каналы 6, диаметром 1 мм, далее попадают в пространство между матрицами и гнездом, откуда удаляются через каналы 7, диаметром 1мм. Такая конструкция обеспечивает спекание без доступа воздуха.



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СЫПУЧИХ И ТВЕРДЫХ ЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТЕРМОЛИЗНЫХ АГРЕГАТАХ С ПОСТОЯННЫМ ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ РАБОЧЕГО ОБЪЕМА

А.Н. Нестеров, М.А. Остапенко  
Донецкий национальный технический университет

Вопросы снижения энергоемкости и обоснования технологических, силовых и конструктивных параметров оборудования для перемещения сыпучих и твердых зернистых материалов в термолизных агрегатах должны решаться комплексно, в том числе, и путем углубления теоретических исследований.

Рассмотрим напряженное состояние уплотненной массы сыпучего или твердого зернистого материала, находящегося в рабочем пространстве с параллельными стенками и постоянным поперечным сечением.

Наиболее известное и простое решение такой задачи в одномерной постановке описывается уравнением

$$\sigma_x = \sigma_o \exp\left(kf \frac{\Pi}{F} x\right), \quad (1)$$

где  $\sigma_o, \sigma_x$  - соответственно, средние нормальные напряжения по поперечному сечению на задней стенке рабочего объема и в сечении на расстоянии  $x$  от задней стенки;

$k, f$  - соответственно коэффициенты бокового давления и внешнего трения;

$\Pi, F$  - соответственно периметр и площадь поперечного сечения рабочего объема.

$x$  – расстояние по направлению перемещения материала от задней стенки рабочего объема до расчетного сечения.

При  $x=L$  приходим к формуле для определения усилия перемещения материала при заданном напряжении (противодавлении) -  $\sigma_o$  на задней стенке рабочего объема

$$\sigma_n = \sigma_o \exp\left(kf \frac{\Pi}{F} L\right), \quad (2)$$

где  $L$  – длина перемещаемой массы материала.

Формула (2) не позволяет определить среднее напряжение на поверхности рабочего органа оборудования для перемещения сыпучего и твердого зернистого материала в тех распространенных случаях, когда перемещение массы материала осуществляется при отсутствии противодавления на задней стенке рабочего объема, т.е. при  $\sigma_o = 0$ . Это связано также и с тем, что  $L$  является неизвестной величиной, так как зависит от начальной длины перемещаемой массы материала, а также от величин  $k, f, \Pi$  и  $F$ .

В связи с этим заметим, что величина  $L$  определяется по формуле

$$L = l_0 \cdot \frac{\rho_o}{\rho} \quad (3)$$

где  $l_0$  – начальная длина (высота) порции перемещаемого материала;

$\rho_0$  – начальная объемная плотность перемещаемого материала;

$\rho$  - плотность перемещаемой массы материала

Заметим также, что

$$\rho = \frac{1}{l} \int_0^l \rho_x dx, \quad (4)$$

где  $\rho_x$  - средняя объемная плотность перемещаемого материала в сечении, расположенном на расстоянии  $x$  от задней стенки рабочего объема.

Зависимость объемной плотности материала от напряжения может быть выражена формулой

$$\rho_x = \alpha \cdot \sigma_x^\beta, \quad (5)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  - коэффициенты, которые определяются по данным компрессионных испытаний.

Интегрируя выражение (4) с учетом зависимостей (1), (2), (3) и (5) и, решая полученное после интегрирования уравнение относительно  $\sigma_n$ , находим, что

$$\sigma_n = \sigma_o \cdot \left[ 1 + \frac{\beta \cdot k \cdot f \cdot \frac{\Pi}{F} \cdot l_o \cdot \rho_o}{\alpha \cdot \sigma_o} \right]^{\frac{1}{\beta}} \quad (6)$$

Формула (6) позволяет определить напряжение на поверхности рабочего органа оборудования для перемещения массы сыпучего или твердого зернистого материала в рабочем пространстве постоянного поперечного сечения при наличии противодействия на задней стенке рабочего объема.

При  $\sigma_o = 0$  приходим к формуле для определения напряжения на поверхности рабочего органа оборудования для перемещения массы сыпучего или твердого зернистого материала в рабочем пространстве постоянного поперечного сечения при отсутствии противодействия

$$\sigma_n = \left( \frac{\beta k f \rho_o \Pi}{\alpha F} l_o \right)^{\frac{1}{\beta}}. \quad (7)$$

Комплексный коэффициент  $\left( \frac{\beta k f \rho_o}{\alpha} \right)$ , характеризующий физико-механические свойства перемещаемого материала, а также коэффициент  $\beta$  для перемещаемой массы, находящейся при высокой температуре (коксование и полуккоксование), могут быть определены по результатам обработки экспериментальной зависимости величины  $\sigma_n$  от комплексного геометрического критерия подобия  $\Pi_0/F$ .

## ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ В УСЛОВИЯХ УКРАИНЫ

Е.В. Старикова, А.С. Парфенюк  
Донецкий национальный технический университет

За последние 15 лет как в промышленно развитых странах, так и в развивающихся странах стратегия в сфере обращения с отходами подверглась существенным изменениям. Главными причинами, вызвавшими необходимость такого изменения, явились загрязнение природной окружающей среды и ее негативное влияние на здоровье населения, изменение экологической политики и законодательства, влияние общественного движения в защиту окружающей среды.

В Украине образуется ежегодно около 1 млрд. тонн отходов производства и потребления, из которых не более 10% используется как вторичные ресурсы (вторсырье), а остальные поступают на захоронение.

О сборе, накоплении и переработке ресурсно-ценных компонентов, входящих в состав ТБО, включая и полимерные отходы, накоплен определенный опыт, на основании которого принято решение о целесообразности их сбора в Украине, подтвержденное Постановлениями Кабинета Министров Украины (№183 от 28.02.2001 г.; №915 от 26.07.2001 г.; №1084 от 26.07.2002 г. «Про впровадження системи збирання, переробки та утилізації відходів як вторинної сировини »)

Однако реальное состояние проблемы иное.

Таблица 1 Состояние заготовки вторичного сырья и оценка его ресурсов в Украине

Виды вторичного сырья	Ед.изм.	Годы			1998 г. в % к 1990 г.	Ресурсы вторичного сырья в Украине
		1990	1995	1998		
Макулатура	тыс.т	660,2	189,4	198,4	30,9	450-500
Вторичное полимерное сырьё	-11-	50,2	9,8	6,2	12,4	80-100
Изношенные шины	-11-	33,0	4,0	8,2	24,8	100-120
Стеклобой	-11-	200,6	99,0	62,3	31,3	200-220
Материалы текстильного вторсырья	-11-	135,6	21,6	11,8	8,7	60

Производство тары и упаковки из полимерных материалов- наиболее интенсивно и эффективно развивающаяся отрасль экономики. Тема «Упаковка и экология» постоянно находится в поле зрения общественных споров и дискуссий. И производители, и потребители тары и упаковки должны принимать в расчет требования, предъявляемые к ней с точки зрения эколого-экономических проблем, которые она создает, так как цепь, состоящую из производства, реализации и потребления, замыкает сектор отходов.

Таким образом, проблема перехода к технологии промышленной переработки полимерных отходов имеет два взаимосвязанных аспекта - экономический и экологический:

- Экономический: предварительный сбор и сортировка ТБО позволяет вернуть в переработку значительное количество ресурсно-ценных компонентов вторичного сырья, в том числе полимеров;

- Экологические: уменьшится количество накопленных отходов, значительно снизится объем отходов, подлежащих захоронению на полигоне.

Расчет экономического эффекта при заготовке, подготовке к переработке и использовании вторичного полимерного сырья должен проводиться в производственно-технологическом аспекте. Это касается и технических решений на уровне перерабатывающих предприятий, которые следует принимать только с учетом интересов производства. При этом нужно детализировать критерии по затратам и по результатам.

По затратам:

- Одноразовые затраты: капиталовложения; организация производства по переработке полимерных отходов;

- Текущие затраты: себестоимость; материалоемкость; закупочные цены исходного полимерного сырья; потребляемые энергоресурсы (электроэнергия, вода, сжатый воздух);

- Потребность в рабочей силе;

- Защита окружающей среды (очистные сооружения, воздухообменная вентиляция и другие);

- По результатам:

- Прибыль, объем производства, срок окупаемости;

- Производительность труда;

- Качество продукции (сертификация, ТУ);

- Экономия энергоресурсов;

- Экологические характеристики, снижение затрат на мероприятия по защите окружающей среды методом усовершенствование технологии производства.

Цель переработки вторичного полимерного сырья является получение ликвидных продуктов (полупродуктов) вторичных термопластов и производства изделий на их основе.

В случае сбора и заготовки вторичного полимерного сырья в торговой сети, от населения, на свалках, полигонах ТБО возможна смесь ПЭВД, ПЭНД, ПП, и других полимеров в любом соотношении. Поэтому прогнозирование качества вторичного сырья как готовой продукции, определения областей его применения в производстве изделий литьевым, выдувным, экструзионным способами затруднительно.

Исследование возможного состава смеси вторичного полимерного сырья в различных городах Украины показали средневзвешенный состав: полиэтилен- до 80%, полипропилен- до 10%, полистирол- до 5%, остальное- 5%.

В любое возможны значительные изменения состава вторичного полимерного сырья с учетом импорта, изменения структуры и объемов производства и т.д. что еще больше усложняет процесс переработки, в виду того что мы не можем контролировать постоянство состава композиции полимерных отходов.

Таким образом, проблема утилизации полимерных отходов вполне решаема, причем их переработка имеет существенный экономический эффект. В условиях уже существующих промышленных установок и накопленного опыта отечественных специалистов, решение поставленных задач будет успешным только при должном внимании и поддержке со стороны государства к этой не только экологической проблеме.

## РОТОРНОЕ ОРОСИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО НАСАДОЧНОГО АППАРАТА

Е.В. Зернов, А.В. Коршунов, М.А. Остапенко  
Донецкий национальный технический университет

Оросительные устройства насадочных аппаратов предназначены для равномерного распределения поглотителя по поперечному сечению насадки, что является необходимым условием достижения большой эффективной поверхности контакта газа и поглотителя и, следовательно, - высокой степени технологической и санитарной очистки газов в химической, коксохимической и других отраслях промышленности.

Особенно важное значение имеет правильный выбор оросителя при использовании плоскопараллельной насадки, которая в настоящее время получила широкое распространение, преимущества которой могут быть реализованы в полном объеме только при равномерном орошении.

В связи с вышеизложенным, проблема совершенствования оросительных устройств является актуальной.

К оросителям насадочных аппаратов предъявляются следующие требования:

- равномерность орошения;
- малая склонность к засорению;
- малый напор жидкости при рабочих режимах работы, что обеспечивает малую энергоемкость;
- отсутствие образования мелких капель поглотителя способных уноситься газом;
- малое расстояние от насадки (300 –350 мм);
- легкость ремонта и чистки.

Известные безнапорные оросительные устройства (распределительные плиты, распределительные желоба, оросительные пауки, дефлекторные оросители) громоздки, имеют большую массу и не обеспечивают требуемой равномерности орошения.

Известные оросители с вращающимся ротором лопастного и дискового типа не обеспечивают равномерного орошения, так как орошается только узкое периферийное кольцо. Выполнение ротора в виде перфорированного конуса повышает равномерность орошения, однако приводит к увеличению высоты и массы оросителя.

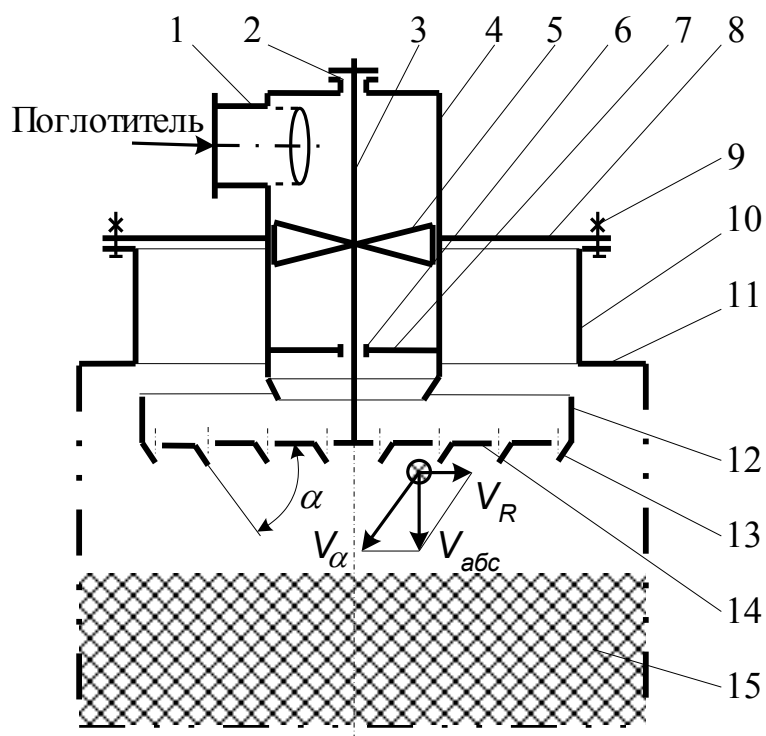
Эти недостатки устранены в разработанном нами роторном оросительном устройстве, схема которого приводится на рисунке.

Роторное оросительное устройство устанавливается над верхним ярусом насадки 15. Опорная плита 8 оросителя крепится болтами 9 к фланцу трубы 10, которая приваривается к крышке 11 аппарата.

Вертикальный вал 3 устанавливается в двух подшипниках скольжения - радиальном 6 и радиально-осевом 2, которые монтируются в трубе 4, соединенной с опорной плитой 8. Корпус радиального подшипника 6 крепится к трубе 4 радиальными стержнями 7. В средней части вала 3 устанавливается гидротурбинный привод 5 вращения вала, а к нижней части вала крепится перфорированный диск 14, снабженный кольцевым стаканом 12, который обеспечивает поддержание расчетного уровня жидкости на диске 14.

Под отверстиями диска 14 устанавливаются отражатели 13, отогнутые к центру диска 14.

Разметка отверстий с отражателями 13 – радиально-кольцевая. Над приводом 5 к трубе 4 крепится тангенциально расположенный штуцер 1 для ввода поглотителя.



Роторное оросительное устройство работает следующим образом.

Поглотитель входит в трубу 4 через тангенциально расположенный штуцер 1, под действием центробежной силы прижимается к стенке трубы и поступает на лопатки турбины 5, которая приводит во вращательное движение вал 3 и диск 14. После турбины поглотитель поступает на диск 14 и через отверстия диска направляется на поверхность насадки.

На выходе из отверстий диска 14 капли жидкости приобретают две составляющие скорости:  $V_\alpha$  - скорость движения капли вдоль отражателей 13;  $V_R$  - радиальная составляющая скорости капли, которая возникает под действием центробежной силы, действующей на каплю.

С целью достижения равномерности орошения, результирующая скорость капель поглотителя -  $V_{abc}$  должна быть направлена вертикально вниз на насадку.

Так как величина центробежной силы увеличивается с увеличением радиуса, то радиальная составляющая скорости -  $V_R$  будет большей для отверстий более удаленных от оси вращения. Следовательно, при постоянных значениях расхода поглотителя и угловой скорости вращения диска, вертикальность результирующей скорости капель жидкости может быть достигнута путем установки отражателей под разными углами к горизонтали, а именно - угол наклона отражателей 13 к горизонтали должен уменьшаться в направлении от центра диска 14 к стакану 12.

Количество роторных оросителей, которые должны быть установлены на одном аппарате, зависит от диаметра аппарата, диаметра диска оросителя и расхода поглотителя.

## **ЕАМ СИСТЕМЫ – ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

А.В. Снегирь, П.В. Третьяков  
Донецкий национальный технический университет

Необходимость повышения требований к безопасности оборудования предприятия, обилие накапливаемой информации о состоянии объектов, их обслуживания, развития ЭВМ и информационных технологий привело к появлению автоматизированных систем управления основными фондами предприятий. Такие системы позволяют обеспечить постоянный контроль над состоянием оборудования и снизить вероятность возникновения аварий, а в следствии вредных выбросов в окружающую среду. Реализация автоматизированных систем организации ТОиР на предприятиях позволяет постепенно перейти к более совершенному типу ремонтов – ремонтам по фактическому состоянию.

Начиная с 80-х годов, подобные системы прошли несколько этапов развития, что было связано с развитием электронной вычислительной техники, информационных технологий и задачами, которые необходимо было решать на предприятиях.

Наиболее функциональными и информационно насыщенными автоматизированными системами ТОиР являются ЕАМ системы (Enterprise Asset Management – управление активами предприятия). Их появлению предшествовало развитие СММ-системы (Computerized Maintenance Management System – компьютеризированные системы технологического обслуживания), основное назначение которых заключалось в решении вопросов ТОиР в пределах локальных участков предприятий. В отличие от СММ систем программные продукты класса ЕАМ охватывают пределы всего предприятия и поддерживают связь с другими информационными системами, внедрёнными на предприятии (финансовыми, управлением складом, персоналом и др.)

Можно выделить четыре основные задачи, которые решают при помощи ЕАМ систем.

Первая задача это управление фондами предприятия, их эксплуатацией и обслуживанием. Решение данной задачи включает: подробное описание оборудования предприятия с учетом иерархической структуры; составление графиков обслуживания и ремонта; статистический анализ производительности и надежности оборудования; электронный мониторинг основного оборудования; управление проектами строительства и монтажа; подготовка перечня деталей, необходимых для проведения ремонтов; подготовка всей сопутствующей документации.

Вторая – управление материально-техническим обеспечением. Соответствующие модули, как правило, интегрируются с системами управления закупок, позволяют автоматически регистрировать поступление/списывание комплектующих и деталей на склад/со склада, ведут спецификации на материалы, управляют заказами на доставку.

Третья – управление персоналом, позволяющее назначать персонал на работы по обслуживанию в соответствии с компетенцией, навыками и опытом.

Четвёртая – оптимизация использования финансовых ресурсов. Для этого производят анализ эффективности использования ресурсов при ремонтах и целесообразности ремонтов конкретного оборудования в сложившихся условиях.

Сегодня существует большое количество примеров внедрения ЕАМ-систем в самых различных отраслях. Так, их используют в процессном производстве (например, Молдавский металлургический завод, "Алдарис"), ЖКХ (Новокузнецкий водоканал),

энергетике (Игналинская АЭС), на транспорте (Новороссийский морской порт) и даже автосервисные центры (АЗР Автомобиль - звезда Руси). Наиболее развитые ЕАМ системы на мировом рынке программных продуктов и хорошо зарекомендовавших себя в реализации это: TRIM, IFS, Alips, Avantis и др. Результаты внедрений ЕАМ - систем в мире свидетельствуют об их чрезвычайно высокой отдаче. Подавляющее большинство проектов окупается менее чем за полтора-два года. Затраты на ремонтные работы сокращаются в среднем на 20%. Для крупных предприятий экономия может исчисляться миллионами долларов.

Но чтобы получить эти заманчивые результаты, должен быть правильно организован проект внедрения. На крупных предприятиях быстрое внедрение таких систем имеют определенные трудности. Во первых, различна специфика производства каждого отдельного предприятия и цели, которые необходимо достигнуть в результате внедрения системы. Во вторых, подобные системы вовлекают в работу различные подразделения предприятия кроме основных производственных цехов. Поэтому вначале ЕАМ систему внедряют в одном из цехов или подразделении предприятия, для получения пробных результатов и составления порядка внедрения.

И хотя ЕАМ - системы внедрять легче, чем классические системы по управлению необходимыми ресурсами производства, есть вероятность неудачного или неэффективного внедрения. Существует сложившийся набор рекомендаций, игнорирование которых обычно приводит к негативным результатам. Основные из них:

- все неисправности, результаты ревизий должны регистрироваться в системе.
- должны быть исключены любые работы без регистрации в системе.
- вовлечение и обучение системе требуемого персонала.
- информацию о неисправностях (описания отказов, дефектов) необходимо максимально структурировать, что облегчает дальнейшую идентификацию и устранение проблем.

Одним из наиболее материалоемких производств машиностроительного комплекса в условиях которого оборудование эксплуатируется наиболее интенсивно и в неблагоприятных условиях является коксохимическое производство. Поэтому использование программного продукта класса ЕАМ систем является наиболее перспективным для решения проблем технического обслуживания и ремонтов оборудования.

На примере коксового цеха Авдеевского КХЗ с использованием программного комплекса TRIM, разработчиками которого является научно-производственное предприятие "СпецТек", коллективом студентов гр. МХП-02 произведена классификация оборудования в соответствии с основными понятиями ЕАМ систем, разработана структурная схема оборудования, созданы необходимые справочники запасных частей, вспомогательных приспособлений. Далее планируется разработка карт обслуживания оборудования. Планируется оптимизация планирования ремонтов с целью увеличения надёжности и экологической безопасности оборудования КХЗ при использовании статистических материалов по эксплуатации, отказам и ремонтам оборудования за многие годы.



## РЕМОНТ ПО ФАКТИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ – ВОЗМОЖНОСТЬ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

А.А. Худошин, П.В. Третьяков  
Донецкий национальный технический университет

Большинство предприятий металлургического комплекса и химической промышленности оказывают высокую техногенную нагрузку на окружающую среду. Снижение негативных факторов воздействия таких производств особо актуальны для Донецкой, Днепропетровской, Запорожской, Луганской областей. Поиск рациональных способов защиты окружающей среды является одной из главных проблем для всех технических профессий.

Известно, что существует прямая зависимость между возникновением аварий и техническим состоянием объектов предприятия. Крупные аварии, как правило, происходят из-за отказа или поломок технологического оборудования. Это приводит не только к жертвам и экономическим потерям, но и экологическому ущербу. Поэтому острыми остаются вопросы обеспечения надлежащего уровня надежности и безотказности технологического оборудования.

Безотказность оборудования обеспечивают проведением планово-профилактических и других видов ремонтов. При использовании такого подхода проявляются некоторые недостатки, начиная от запаздывания оптимальных решений связанных с ремонтом оканчивая простоем бригад ремонтного персонала, что приводит к снижению безопасности оборудования и эффективности работы предприятия. На предприятиях повышенного риска для исключения возникновения аварий и защиты от поломок сокращают период между ремонтами и выполняют замену деталей, даже если последние не выработали полностью ресурс. Каждая из приведенных проблем на материалоемких предприятиях, где оборудование связано в жесткую цепочку, и лишний час простоя выливается в колоссальные убытки, создает необходимость анализа и перехода к ремонту по фактическому состоянию.

Идея перехода от используемых системы ППР к ремонту оборудования по фактическому состоянию не нова, но развитию такой системы препятствует отсутствие оперативного анализа данных о состоянии оборудования и интересующих составляющих.

Литературный обзор позволил судить о том, что на данном этапе развития техники и технологий, повышения эффективности производства и конкурентоспособности продукции можно достичь за счет оптимизации процессов обслуживания и ремонта действующего оборудования, что по сравнению с вводом новых мощностей является экономически более выгодным.

Процесс планирования на уровне предприятия сводится к определению оптимального плана-графика ремонтов. Многовариантность расчета требует использования экономико-математических методов и ЭВМ. Критерием оптимальности служит показатель минимума затрат, связанных с проведением ремонтов, т.е. целью оптимизации графика ремонтов является нахождение такого варианта, который обеспечил бы наименьшие затраты на их проведение, являясь допустимым с точки зрения имеющихся ограничений.

При детальном рассмотрении предложений, которые могут способствовать оптимизации ремонтов необходимо решить ряд задач:

- выделение оборудования, для которого реально использование стратегии ремонтов по фактическому состоянию;
- определение трудоемкости и продолжительности ремонтов;
- поиск возможностей для автоматизации процесса ремонтов;
- разработка месячных и годовых планов-графиков обслуживания и ремонтов оборудования, определение необходимых ресурсов, как по необходимым вспомогательным приспособлениям и расходным материалам, так и по трудовым ресурсам;
- разработка методики оптимизации межремонтных периодов с учетом минимизации затрат на проведение ремонтов;
- разработка критериев эффективности ремонтов и функционирования оборудования;
- разработка методики расчета оптимального распределения ремонтного персонала и перераспределения его между исполнителями ремонтных работ;
- создание единой базы данных для систематизации и анализа полученных результатов;
- разработка системы эффективного перераспределения складских ресурсов;
- ведение записей об изменениях параметров состояния оборудования и протекания технологических процессов с последующей статистической обработкой с целью проведения предупредительных мероприятий;
- подготовка средств анализа и получения конечной документации (электронные варианты отчетов и т.п.) в сжатые сроки с использованием ЭВМ.

Постепенной реализации приведенных задач и перехода от систем планово-предупредительных ремонтов к ремонтам по фактическому состоянию способствуют программные продукты класса ЕАМ (enterprise asset management - управление активами предприятия) – систем в задачи, которых входит выполнение ряда задач приведенных выше.

Опыт предприятий различных отраслей промышленности (металлургической, энергетической, химической, производства строительных материалов) доказывает возможности реализации стратегии ремонтов по фактическому состоянию при соответствующей организации процесса внедрения и использования ЕАМ систем.

Предварительный анализ состояния вопроса по организации ремонтно-восстановительных работ и обслуживанию оборудования в условиях коксохимического производства определил возможности и перспективы реализации ремонтов по фактическому состоянию. С учетом интенсивности и условий эксплуатации оборудования, уровня анализа информации по отказам, ремонтам и затрачиваемым ресурсам можно судить о том, что использование автоматизированных систем организации ремонтов в условиях коксохимических предприятий будут способствовать не только повышению надежности и безопасности оборудования, но и более эффективному ресурсосбережению и улучшению состояния экологии.

## ПРЕДПОСЫЛКИ К СОЗДАНИЮ ТЕХНИКИ ДЛЯ КОМПАКТИРОВАНИЯ ТБО ПЕРЕД СКЛАДИРОВАНИЕМ

Е.Н. Сова

Донецкий национальный технический университет

Обращение с ТБО является одним из вопросов, которые имеют наибольшее значение для поддержания качества глобальной окружающей среды и особенно для достижения безопасного и постоянного развития страны. Сегодня Украина занимает одно из первых мест в мире по масштабам, остроте и сложности проблем отходов. Рост благополучия и технический прогресс постоянно способствуют созданию большого количества и новых видов потребительской продукции и услуг, вследствие чего в значительной степени увеличиваются масштабы бытовых коммунальных отходов, которые подлежат обезвреживанию. В Украине уже накоплено 3,5 млн. т твердых бытовых отходов (ТБО), их количество ежегодно возрастает на 5-6%. Чтобы не утонуть в кучах отходов и не отравиться продуктами их распада, ТБО необходимо утилизировать. Не обращая внимание на очень солидный возраст проблемы утилизации ТБО, человечество до сих пор придумало лишь три принципиально разных пути: складирование на полигонах, сжигание и вторичное использование отходов. В Украине на данное время в основном используются первые два, но эти пути обращения с ТБО создают много проблем санитарно-гигиенического, экологического и экономического характера.

Разработанная при поддержке датских специалистов современная стратегия обращения с ТБО в Украине предполагает в основном полигонное захоронение ТБО или их части, которая не имеет коммерческой ценности и не отнесена к «особым видам отходов». Возможными путями утилизации этой части являются: компостирование или термическая обработка в случае целесообразности для получения тепла или электроэнергии. Другие известные технологии переработки отходов, такие как газообразование, пиролиз и анаэробное взбраживание, предлагается применять ограниченно, только при технической, финансово и экологически обоснованной целесообразности и «жизнеспособными в местном контексте». Значительная часть документа касается вопросов обустройства полигонов ТБО, обращения с полигонным газом и т.д. При этом предлагается модернизация, закрытие и реконструкция всех свалок и полигонов, которые не отвечают требованиям, а также создание новых региональных полигонов.

По мнению ученых необходимо уделить большее внимание вопросам захоронения на полигонах ТБО, особенно не утилизируемой доли, которая остается после отсортирования полезных вторсырьевых компонентов. Мировая практика рекомендует внедрять технологию глубокого прессования не утилизированной доли отходов до плотности природных почв (1,2-1,8 т/м<sup>3</sup>). Глубокое прессование не утилизированной доли ТБО и складирование их в виде брикетов вкорме улучшает санитарно-гигиеническое и экологическое состояние как на самих полигонах, так и пограничных территорий.

Степень уплотнения ТБО в значительной степени зависит от их морфологического состава. В последнее десятилетие наблюдается снижение средней плотности ТБО: с 0,3-0,5 до 0,18-0,23 т/м<sup>3</sup>. Снижение средней плотности бытовых отходов, особенно в больших городах и густонаселенных регионах, обусловлено значительным повышением содержания в составе ТБО упаковочных материалов, макулатуры, полимерных отходов, ПЭТ-бутылок, других легких составляющих. В преобладающем большинстве эти компоненты являются вторичным сырьем, которое целесообразно перерабатывать. Изъятие этих компонентов из

ТБО значительно облегчает процесс прессования неутилизированных остатков для достижения плотности, свойственной отдельным типам природных почв.

Опыт европейских стран свидетельствует, что сортировка ТБО может осуществляться непосредственно после их образования (селективный сбор отходов)

- – первичная сортировка, или на предназначенных для этого объектах
- – вторичная сортировка
- – централизованная сортировка. Результаты эксперимента по раздельному сбору ТБО, проведенные в ряде городов Украины и России (Санкт-Петербург, Киев) позволили констатировать, что раздельный сбор ТБО не приводит к образованию «чистых» фракций вторичного сырья, пригодных для прямой реализации перерабатывающим предприятиям. В составе раздельно собранных ТБО неминуемо будут присутствовать обычные «смешанные» ТБО, ошибочно складированные в контейнеры для раздельного сбора, а также фракции, которые в данный момент не имеют коммерческой ценности. Рядом с этим большое количество компонентов делает невозможным выполнение сортировки в жилищах граждан. Кроме того, в Украине отсутствует приспособленный для этой работы спецавтотранспорт. Весь транспорт для вывоза ТБО в нашей стране приспособлен для вывоза несортированных ТБО. Таким образом, раздельный сбор ТБО должен рассматриваться только как метод первичного «обогащения» вторичного сырья, что увеличивает эффективность дальнейшей промышленной сортировки. Удельная стоимость вторичного сырья в 1 т раздельно собранных ТБО значительно превышает таковую для смешанных ТБО, что повышает «отдачу» комплексов по промышленной сортировке. В то же время, раздельный сбор ТБО требует дополнительных растрат. Таким образом, экономическая эффективность раздельного сбора будет зависеть от размеров дополнительных затрат на сбор и транспортировку ТБО.

Централизованную сортировку можно осуществлять на мусороперегрузочных и мусоросортировочных станциях или мусороперерабатывающих комплексах. Централизованной сортировке могут подчиняться как совсем не отсортированные отходы, так и «продукты первичной сортировки». Положительным гигиеническим моментом таких объектов является возможность отсортировки опасных составляющих ТБО с раздельным дальнейшим их захоронением или хранением и проведение предыдущей обработки вторичного сырья в контролируемых условиях. Для этих целей можно использовать несколько видов оборудования: грохота, дробилки, сепараторы, в частности пневмосепаратор, который находится на стадии разработки, для отделения легких фракций, таких как бумага и пластик, от остальной массы отходов. Для этой цели можно использовать и грохота. Грохота нужно использовать в комплексе с дробилками, хотя это не сможет дать того же эффекта, что и сепарация. Мусоросортировочные объекты нужно обустроить прессовальным оборудованием для уплотнения остаточной доли ТБО, которая могла бы захороняться на полигонах.

Промышленная переработка ТБО должна производиться при обязательном выполнении двух условий

- - Технологический процесс должен быть преимущественно безотходный.
- - Полученная при утилизации отходов продукция должна быть безвредной и пригодной для использования.

Таким образом, на современном этапе развития в Украине наиболее приемлемым с экологической, экономической и социальной точек зрения методом обращения с ТБО является их захоронение на полигонах после предыдущей сортировки отходов.

## РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТРОЙМАТЕРИАЛОВ ИЗ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ

О.В. Ирхина

Донецкий национальный технический университет

Основу безотходной технологии составляют разработка и внедрение принципиально новых технологических процессов, исключая любые виды отходов, различных бессточных технологических схем и водооборотных циклов на базе эффективных методов очистки, а также широкое использование отходов в качестве вторичного сырья.

Особое значение комплексное использование сырья имеет для такой материалоемкой отрасли промышленности, как черная металлургия, где при выплавке чугуна, стали и ферросплавов неизбежно образуется большое количество технологических отходов. Из них 80 % приходится на шлаки которые образуются из пустой породы железорудных материалов, флюсов, золы топлива, а также продуктов окисления металла и примесей. Суммарное содержание оксидов кальция, железа и кремния в шлаках достигает 75 %.

Металлургические шлаки по своим физико-механическим свойствам не только не уступает, но в ряде случаев превосходят количество заменяемых ими природных материалов. Это предопределяет широкие перспективы использования металлургических шлаков в народном хозяйстве. Если раньше ставилась задача в принципе организовать переработку шлаков и довести ее до определенного уровня, то в настоящее время, учитывая современные требования по охране окружающей среды, стоит задача отработки технологических процессов, исключая выбросы вредных веществ в атмосферу.

Доменные шлаки используются в качестве производства шлаковой пемзы. В основе технологии производства шлаковой пемзы лежит поризация расплавленных доменных шлаков.

Шлаковая пемза используется для изготовления легких бетонов. Бетон на этом заполнителе характеризуется более высокой плотностью и меньшей теплопроводностью по сравнению с равнопрочным легким бетоном на других пористых заполнителях, например керамзитобетоне. Кроме того, шлакопемзобетон обладает более высоким модулем упругости и повышенной прочностью на растяжение по сравнению с керамзитобетоном. Стоимость шлакопемзобетона ниже легких бетонов на других искусственных пористых заполнителях.

В перспективе шлакопемзобетон, может быть применен в строительстве высотных зданий, где особенно важна необходимость уменьшения массы конструкций без снижения ее прочности. У шлакобетона есть дополнительные преимущества перед тяжелым бетоном: повышенная огнестойкость, лучшие теплоизолирующие свойства и большая способность противостоять значительным температурным перепадам, что также важно для высотных зданий.

Также большим потребителем доменного гранулированного шлака является цементная промышленность. Шлак используется как активная минеральная добавка при производстве шлакопортландцемента и в меньшей мере как сырьевой компонент при производстве цементного клинкера.

В производстве шлакопортландцемента, предназначенного для тампонирувания нефтяных и газовых скважин, а также для бетонных покрытий автомобильных дорог, в состав цемента при его помоле в качестве активной минеральной добавки, вводится гранулированный доменный шлак.

Быстротвердеющий шлакопортландцемент особенно эффективен при производстве сборного железобетона с тепловлажностной обработкой.

Металлургические шлаки являются эффективным заменителем природных каменных материалов, используемых для строительства и ремонта автомобильных дорог, а иногда и превосходит щебень из твердых пород.

Щебень, песок и их смеси в зависимости от физико-механических свойств применяются для устройства всех

Видов конструктивных слоев дороги (покрытий, оснований, дополнительных слоев оснований и др.)

Особенностью асфальтобетонных покрытий, изготовленных с применением сталеплавильных шлаков, является отсутствие деформаций сдвига даже при интенсивном движении тяжелого транспорта. Основную роль вяжущего в шлакощебеночных смесях играют шлаковый песок и шлаковая мука. Песок из шлаков применяется для приготовления асфальтобетона и в качестве активной минеральной добавки.

В развитии минерально-технической базы агропромышленного комплекса страны большое значение придается химизации сельского хозяйства.

В стране имеются обширные площади земель с повышенной кислотностью. Такие почвы содержат мало питательных веществ, имеют плохие физические свойства и структуру и поэтому мало плодородны даже при достаточном количестве влаги, а иногда при внесении минеральных удобрений.

Известкование устраняет вредную для сельскохозяйственных растений кислотность почвы и обогащает ее кальцием, оказывает глубокое и многостороннее действие: уменьшает избыточную кислотность за счет нейтрализации почвы, значительно снижает содержание вредных для растений подвижных ионов алюминия. Почва становится более рыхлой, лучше удерживает влагу; повышается жизнедеятельность микроорганизмов, полезных для сельскохозяйственных растений. На кислых почвах без известкования применение других удобрений мало эффективно, они оказывают даже отрицательное воздействие. Основным материалом для известкования кислых почв являются молотые известняк и доломиты.

Так как крупным потребителем шлака является цементная промышленность, то для изготовления цемента особое внимание следует уделять способам переработки шлаков и смешения его с другими компонентами.

Основная цель процесса смешивания – получение однородной смеси из отдельных компонентов.

Процессы смешивания различных рабочих сред производят в машинах или аппаратах, называемых смесителями. Наиболее часто используются в химических и смежных с ней отраслях промышленности и изготавливаемые заводами химического машиностроения такие смесители как: планетарно-шнековые, центробежные лопастные, центробежные волчковые, шнековые с центральной циркуляционной трубой.

Они используются для смешивания легкоподвижных несвязных и связно-сыпучих материалов, а также для смешивания сыпучих материалов с небольшим количеством жидкости.

## УЛАВЛИВАНИЕ ПАРОВ НАФТАЛИНА В ОБОРУДОВАНИИ ХИМИЧЕСКИХ ЦЕХОВ

И.В. Гребнев, А.А. Топоров

Донецкий национальный технический университет

Нафталин- одно из химических соединений, встречается в каменноугольной смоле (до 12%), а также в воздухе смолоперегонных, нафталиновых цехов коксохимической промышленности. Вредное воздействие нафталина и общий характер действия на организм человека: поражение нервной системы, желудочно-кишечного тракта, почек. Характерны изменения в крови, показывает токсическое действие, а также воздействие на кожу, поэтому вопрос улавливания паров нафталина в химических цехах занимает не последнее место с точки зрения экологической безопасности, учитывая, что пары нафталина в оборудовании химических цехов вообще не улавливаются.

Данная схема улавливания паров нафталина предлагается как альтернатива технологическим схемам улавливания на заводах коксохимического производства, на участках прессования нафталиновых цехов. В качестве аппарата для улавливания используется струйный аппарат - устройство, в котором осуществляется процесс инжекции, заключающийся в передаче кинетической энергии одного потока к другому потоку путём непосредственного контакта (смешение). Как правило, в струйных аппаратах происходит сначала преобразование потенциальной энергии и теплоты в кинетическую энергию. В процессе движения через проточную часть струйного аппарата происходит выравнивание скоростей смешиваемых потоков, а затем обратное преобразование кинетической энергии смешанного потока в потенциальную энергию или теплоту. В данном случае это струйный аппарат для гидротранспорта. В этих аппаратах в качестве рабочей среды используется обычно вода, поступающая с большой скоростью из сопла в приёмную камеру. Инжектируемой средой является твёрдое тело (песок, шлак и др., в данном случае пластинки нафталина). Однако в качестве рабочей среды целесообразно использовать поглотитель, например нафталиновое масло, нагретое до температуры 95- 100°С.

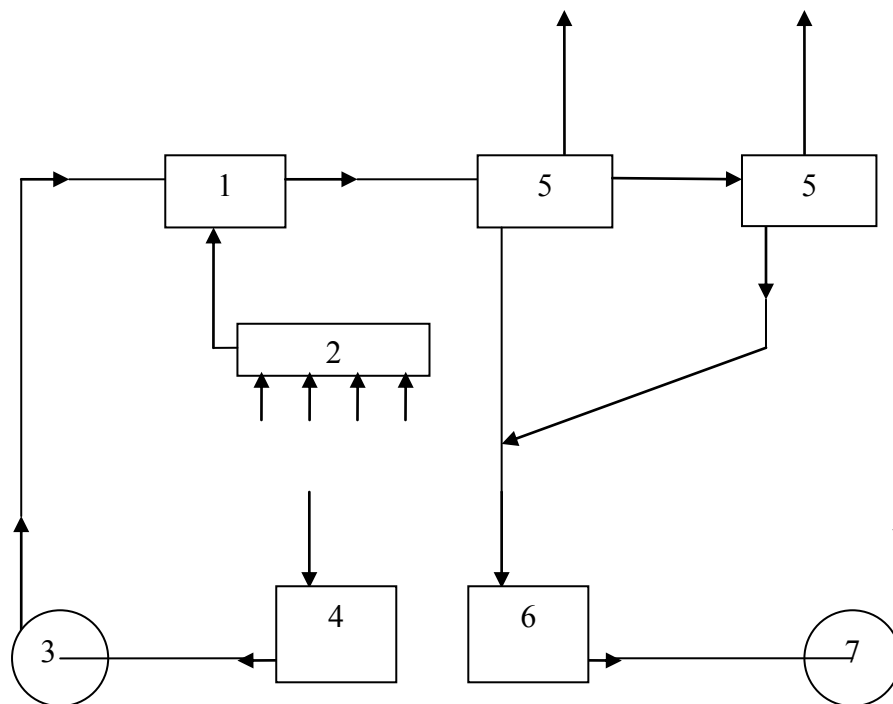
Основные элементы аппарата: рабочее сопло, приемная камера, камера смешения, диффузор. Потоки рабочей и инжектируемой сред поступают в камеру смешения, где происходит выравнивание скоростей, сопровождающееся, как правило, повышением давления. Из камеры смешения поток поступает в диффузор, где происходит дальнейший рост давления. Давление смешанного потока на выходе из диффузора выше давления инжектируемого потока, поступающего в камеру.

Повышение давления инжектируемого потока без непосредственной затраты механической энергии является основным, принципиальным качеством струйных аппаратов. Благодаря этому качеству использование струйных аппаратов позволяет получать более простые и надежные технические решения по сравнению с применением механических нагнетателей (компрессоров, насосов, газодувок, вентиляторов и др.).

Описание принципиальной технологической схемы.

Закристаллизовавшиеся пластинки нафталина из аппаратов (пресса, мешалки, кристаллизаторы, напорные баки), по трубопроводам собирается в общий коллектор 1, затем пластинки нафталина за счёт разряжения в струйном аппарате 2, создаваемым быстро движущимся потоком из сопла, поглощаются поглотителем, подаваемым насосом 3 из бака нафталинового масла 4, в который происходит постоянная подача масла. При этом масло перед струйным аппаратом должно обязательно подогреваться до температуры 95-100 °С,

т.к. чем выше температура, тем выше предел растворимости вещества в поглотителе, но нужно также учитывать, что чем выше процентное содержание вещества в поглотителе, тем ниже температура кристаллизации. Далее смесь из струйного аппарата подаётся в каплеотбойник 5, для разделения жидкой среды от газообразной, затем масло самотеком поступает в бак 6, а из бака насосом 7 перекачивается на дальнейшую переработку. Данная схема непрерывного действия.



1- струйный аппарат; 2- общий коллектор; 3- насос; 4- бак с поглотителем; 5- каплеотбойник; 6- бак для сбора поглотившего нафталин масла; 7- насос.

Рисунок. – Принципиальная схема улавливания паров нафталина в технологической цепочке.

Простота схем включения струйных аппаратов в различные установки наряду с исключительной простотой их конструкции, а также несложность их изготовления позволяют широко использовать их в технике.

Таким образом эта технологическая схема позволит решить ряд проблем связанных с выбросом вредного вещества в атмосферу, а также получить экономический эффект от его улавливания.

Разработка выполнена в условиях Дзержинского фенольного завода, для реконструкции участка прессования в технологической схеме улавливания паров нафталина.



## ПОВЫШЕНИЕ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ ГАЗА

В.С. Камбурова, О.Е. Алексеева  
Донецкий национальный технический университет

Защита воздушного бассейна от загрязнений промышленными выбросами является в настоящее время одной из важнейших проблем, затрагивающей в той или иной степени все страны мира.

Задача очистки и обезвоживания газа возникает в многочисленных производствах. Ускоренное развитие газовой промышленности будет способствовать новому мощному подъему производительных сил страны, улучшению культурно-бытовых условий и повышению материального уровня жизни трудящихся.

Очистка промышленных газов от содержащихся в них твердых и жидких взвешенных частиц необходима в ряде технологических процессов: для извлечения из газов ценных продуктов, примесей, затрудняющих проведение технологического процесса, уменьшения износа оборудования, улучшения условий труда, повышения качества выпускаемой продукции и в других случаях.

На большинстве предприятий химической промышленности, отходящие технологические газы и вентиляционный воздух уносят ценные, а зачастую токсичные твердые и жидкие вещества, улавливание которых необходимо по санитарно-гигиеническим соображениям и экономически целесообразно.

При интенсификации процессов в большинстве случаев унос пыли увеличивается (например, при обжиге, термическом разложении или сушке материалов в псевдожизненном слое, в циклонах и вихревых аппаратах и др. т.) Поэтому без правильно организованной и надежно работающей системы пылеулавливания такие процессы невозможно проводить.

Современные газоочистные устройства для обезвреживания отходящих промышленных газов до степени, соответствующей требованиям санитарно-гигиенических норм, и сооружения, предназначенные для очистки технологических газов до степени, соответствующей требованиям технологического процесса, должны, как правило, работать с высокой эффективностью. Промышленные газы в зависимости от технологии производства имеют различный физико-химический состав и разные технологические параметры. Газоочистные же аппараты рассчитаны на работу в определенном технологическом режиме, а оптимальные параметры (температура газов, их влажность, концентрация, дисперсность, физико-химические свойства взвешенных в газах частиц и др.) лежат в довольно узком диапазоне.

Поэтому для обеспечения эффективной очистки газов необходимо в каждом конкретном случае произвести подготовку подлежащих очистке газов путем их предварительной обработки с таким расчетом, чтобы технологические параметры газов соответствовали оптимальным характеристикам газоочистных аппаратов, в которых они будут подвергаться очистке. С этой целью систематизированы условия применения фильтров для очистки газа (таблица).

Разработана математическая модель классификации фильтров, в которой приведены диапазоны каждого параметра (температуры, давления, эффективности очистки, производительности, крупности частиц, рабочих сред) для оптимального выбора фильтра, работающего в заданных условиях.

Благодаря ЭВМ процесс выбора необходимого фильтра осуществляется достаточно быстро.

Только в том случае, когда каждый газоочистный аппарат, входящий в состав газоочистной установки, будет работать в оптимальном технологическом режиме, на

Таблица 1 – Характеристика режимов работы фильтров

Название	Тканевые (рукавные) фильтры	Магнитные фильтр-осадители	Мокрые фильтры	Электрические фильтры	Фильтр-сепаратор
Температура, °С	80-90 60-65	—	>200	—	100-130
Давления, Па	В бункере $8 \cdot 10^3$ - $16 \cdot 10^3$	—	Подача жидкости в скруббер $3 \cdot 10^6$	—	$10 \cdot 10^6$
Эффективность очистки, %	—	—	72-100	98-99	98-для частиц 5-10 мкм; 100-для частиц более 10 мкм
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	—	200-1000	1000-70000	—	$833 \cdot 10^3$
Крупность частиц, мкм	5-50 и более	—	от 0,1 и более	—	5-10 и более
Рабочие среды	Запыленные промышленные газы (воздух)	Жидкости и газы	Промышленные газы, содержащие мелкие твердые частицы (пыль) или жидкие частицы (туман)	Коксовый газ с содержанием смоляного тумана	Природные газы, содержащие влагу и механические примеси
Примечание	Перед поступлением в фильтры горячие газы обязательно охлаждают	Перспективное направление, позволяющее экономично решить ряд задач очистки жидкостей и газов	В ряде случаев используют одновременно для пылеулавливания, абсорбции и охлаждения газов	Устанавливают как после первичных газовых холодильников, так и после нагнетателей	устанавливается в качестве второй ступени очистки

который он рассчитан, можно говорить о высокой эффективности, надежности и рентабельности газоочистки. В практике нередки случаи, когда построенные, на первый взгляд технически совершенные, газоочистные установки работают с недостаточной эффективностью и имеют малую надежность именно из-за несоответствия технических характеристик примененных газоочистных аппаратов технологическим параметрам очищаемых газов.

## К ВОПРОСУ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ СЕПАРАТОРА ТБО

П.А. Чаус

Донецкий национальный технический университет

Полигоны твердых бытовых отходов (ТБО) значительно ухудшают окружающую среду. Факторами отрицательного воздействия свалок ТБО на окружающую среду являются: выброс «свалочного» газа (биогаза), загрязнение подземных вод и почвы фильтрационными (опасны особенно содержащиеся в них тяжелые металлы), распространение болезнетворных бактерий, а также выброс пожарных газов при горении (тлении) свалок.

В Украине ситуация, связанная с переработкой промбытотходов, значительно хуже среднемирового уровня и использование мирового опыта для решения здесь представляется уместным.

При рассмотрении западных технологий термической переработки отходов нами установлено следующее:

- даже крупные предприятия по переработке отходов имеют недостаточную производительность, несопоставимую с нарастанием объемов промбытотходов в Украине, и тем более уже накопленными их залежами и малопригодны для сложившейся у нас сырьевой базы;

- стоимость таких предприятий составляет десятки млн. у.е. и неизбежны большие инвестиции для закупки оборудования, которое на Украине не производится;

- большинство перерабатывающих предприятий сами представляют повышенную опасность для природы и людей, особенно при возможных нарушениях технологического режима и при авариях;

- неизбежно возникает необходимость в подготовке квалифицированного персонала и людей, особенно при возможных нарушениях технологического режима и при авариях;

- большинство западных технологий не позволяет учесть и эффективно использовать инфраструктуру, сложившуюся в регионах Украины.

Большой опыт сепарации (обогащения) накоплен в угле- и рудоперерабатывающей промышленности, откуда заимствованы многие операции разделения ТБО: грохочение, дробление, гравитационное, магнитное, электрическое обогащение и др., но сепарация бытовых отходов имеет ряд особенностей в сравнении с обогащением руд по следующим причинам:

1. Многокомпонентность: пищевые отходы, бумага, дерево, стекло, керамика, пластик, металл и др.;

2. Существенное сезонное изменение состава: летом и осенью увеличивается доля пищевых отходов, зимой - бумаги, пластика, металла.

Проблема утилизации твердых отходов промышленного и бытового происхождения приобретает в настоящее время все более острый характер в связи с тем, что объемы генерирования отходов постоянно растут, в то время как темпы их переработки несопоставимо малы. Объемы ежегодного накопления ТБО в Украине превышают показатели стран Западной Европы с населением около 400 млн. чел. в 3.0-3.5 раза. При наиболее распространенном непосредственном сжигании мусора выделяются твердые и газообразные отравляющие вещества. Существенно очистить выбросы в атмосферу от многих опасных компонентов позволяет предварительная сортировка мусора, т.к.

если исходная смесь ТБО содержит 5 веществ, то при сжигании образуется более 200 соединений. Процент не утилизируемой части бытовых отходов, подлежащий захоронению после сжигания, при использовании предварительной сепарации снижается в 2 раза.

Анализ исследований и публикаций показывает, что над этой проблемой работают во всех ведущих странах мира в течение уже более сорока лет.

Однако нам до сих пор не известны теоретические работы по исследованию движения твердой частицы по поверхностям сепараторов, используемых в процессе грохочения ТБО. По этому в данном докладе дана попытка установить условия проваливания подрешетной частицы через отверстие просеивающих поверхностей роторов. При этом считаем, что макулатура, полимерная пленка и текстильные компоненты удалены из ТБО на предыдущих этапах.

Процесс выделения твердых частиц их общей массы ТБО зависит от скорости и ускорения движения частиц по просеивающей поверхности, которые в свою очередь определяются величиной угловой скорости вращения ротора и длиной пройденного пути. Ниже исследуется зависимость между размером граничного зерна разделения, длиной пути, пройденного под решетной частицей по просеивающей поверхности, и угловой скорости вращения ротора.

Теоретические исследования этой зависимости основываются на следующих положениях:

Частица подрешетного продукта оказалась у кромки щели с данной шириной, имеет скорость в поперечном к щели направлении, определяемую из решения дифференциальных уравнений.

Имея запас кинетической энергии, частица, оторвавшись от кромки отверстия, в течение короткого промежутка времени находится в состоянии свободного полета.

К частице приложены сила тяжести, сила инерции вдоль просеивающей поверхности и сила инерции в направлении, перпендикулярном образующей ротора.

Выбрана местная система координат  $(O, x, y)$ , по отношению к которой за очень малый промежуток времени центр тяжести частицы движется по закону свободного полета.

Исследуя условие проваливания по размеру граничного зерна разделения, наибольший интерес представляют частицы, диаметр которых близок, а в пределе даже равен ширине щели. Для таких «трудногрохотимых» частиц встреча с противоположной кромкой щели неизбежна и возможность попадания частицы в отверстие определяется не только действующими на нее силами, но и значением величины угла встреч.

Для вычисления угла встречи нужно знать координаты  $x$  и  $y$  точки траектории, с которой совпадает центр тяжести частицы в момент встречи с кромкой отверстия.

Знание угла встречи частицы с противоположной кромкой отверстий позволяет перейти к рассмотрению зависимости между силами, обеспечивающими наиболее благоприятное условие проваливания. Это условие состоит в том, что сумма моментов, относительно точки сил, опрокидывающих частицу в щель, больше суммы моментов сил, препятствующих проваливанию.

Проведенные выше теоретические исследования по выявлению условия проваливания частиц через отверстия просеивающей поверхности в поле центробежных сил содержит большое число преобразований, промежуточных формул и неявных связей их между собой. Поэтому направлениями дальнейших исследований является определение последовательности действий по вычислению условий проваливания твердых частиц через отверстие.

## ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ В СФЕРІ КОНТРОЛЮ ЗА СТАНОМ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ І ШЛЯХИ ЙОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ

В.А. Марченко, А.І. Панасенко  
Магістратура державного управління

Однією з найгостріших екологічних проблем є забруднення атмосферного повітря. В атмосферне повітря Донецької області у 2004 році від стаціонарних джерел було викинуто 1598,324 тисяч тонн забруднюючих речовин. Це складає 38,5 % від всіх викидів шкідливих речовин із стаціонарних джерел забруднення в Україні.

В умовах нарощування антропогенних навантажень на природне середовище існує необхідність удосконалення системи державного управління в галузі охорони атмосферного повітря, а також розробки та дотримання законодавчих та нормативних актів з охорони атмосферного повітря.

Система управління в галузі охорони атмосферного повітря являє собою сукупність організаційних, технічних та методичних заходів, спрямованих на виконання повітряохоронних вимог, в тому числі на забезпечення належного контролю за станом атмосферного повітря.

Державний контроль в сфері охорони атмосферного повітря забезпечується територіальними органами та інспекціями Міністерства охорони навколишнього природного середовища України. Право здійснення державного контролю в цій сфері надано також спеціально уповноваженому органу виконавчої влади з питань охорони здоров'я – Міністерству охорони здоров'я. З окремих питань зазначені урядові органи провадять свою діяльність у тісній взаємодії з місцевими органами виконавчої влади і органами місцевого самоврядування, органами прокуратури і суду.

У 2005 році Держуправлінням екології та природних ресурсів в Донецькій області було здійснено 58074 перевірки дотримання законодавства з охорони атмосферного повітря, в тому числі перевірено 62 об'єкти, що входять до «Переліку екологічно небезпечних об'єктів України». У всіх випадках порушення повітря охоронного законодавства вжито заходи правового регулювання, притягнуто до адміністративної відповідальності 1190 осіб. Стягнуто штрафів на суму 62,017 тис. грн., пред'явлені позови за збитки, заподіяні внаслідок порушення природоохоронного законодавства в сфері охорони атмосферного повітря на суму 14003,54 тис. грн. Крім того, призупинена діяльність 81 підприємства.

Аналіз результатів інспекційних перевірок свідчить, що на більшості підприємств застосовуються застарілі технології, що не може призвести до зменшення обсягів викидів, відсутнє сучасне технологічне обладнання. Підприємства незацікавлені зменшувати негативний вплив на атмосферне повітря, частково це пояснюється тим, що існуючі методи адміністративного впливу за порушення природоохоронного законодавства недосконалі.

За останні роки показники інспекційної діяльності зросли, але природоохоронні органи не можуть достатньо ефективно виконувати свої функції, що зумовлено як недостатньою чисельністю держінспекторів, недостатнім фінансуванням їхньої діяльності, неналежним забезпеченням цієї діяльності обладнанням, так і недосконалістю чинного природоохоронного законодавства.

Від часу проголошення незалежності у 1991 році Україна доклала значних зусиль щодо впровадження норм екологічного права для регулювання в ключових

секторах охорони довкілля. Проте ще залишаються чинними застарілі регулятивні акти й не завжди зрозуміло, яке регулювання застосовується в конкретних випадках. Існує роздроблена та заплутана нормативна база: вимоги зафіксовані в різних законах та підзаконних актах рідко пов'язані між собою. В деяких випадках додержання однієї вимоги може бути несумісне з іншою. В процесі видачі природоохоронних дозволів не враховується загальний вплив підприємства на довкілля, наголос робиться на технології очищення «на кінці труби» з окремих інгредієнтів, а не на запобігання забруднення. Існує потреба в пріоритизації існуючих природоохоронних планів та стратегій, у виробленні чітких розкладів їх виконання та забезпечення їх фінансової підтримки, що не завжди має місце. Основні інструменти регулювання недостатньо ефективні.

В зв'язку з цим пропонується :

а) Закони, розроблені до ухвалення нової Конституції, мають бути критично переглянуті. Ефективне застосування законів повинно бути визначено як пріоритет.

б) Оптимізація стандартів якості атмосферного повітря: забезпечення можливості ефективного моніторингу речовин, що підлягають регулюванню; встановлення реалістичних стандартів на основі концепції управління ризиками та міжнародно-визнаних норм. Система стандартів для забруднювачів, найбільш суттєвих з точки зору охорони здоров'я і атмосферного повітря, має бути зосереджена на забруднювачах, які можна відстежити та для яких стандарти могли б бути реально дотримані, включаючи ті, за якими Україна має міжнародні зобов'язання. Введення стандартів на виробі, які безпосередньо впливають на атмосферне повітря в процесі їх використання (дорожні транспортні засоби, пальне і т.п.). Стандарти повинні бути простими, зрозумілими і доступними для контролю.

в) Реформа системи видання дозволів: раціоналізація процедури видання дозволів; поступовий перехід до видання комплексних дозволів для великих забруднювачів. Екологічний аудит промислових підприємств слід використовувати як основу поступового розвитку інтегрованої дозвільної системи. Організація різноманітних інспекційних служб має бути переглянута на предмет поліпшення їхньої інтегральної ефективності.

г) Вдосконалення практики оцінки впливу на атмосферне повітря: досвід усього спектру впливів на атмосферне повітря (а не тільки визначених рівнів викидів) при загальній оцінці впливу на атмосферне повітря.

д) Застосування найкращих існуючих технологій та передової практики.

е) Вдосконалення системи адміністративного впливу за порушення законодавства в сфері охорони атмосферного повітря.

З метою створення можливостей для успішного реформування систем нормативного регулювання необхідно створити міцну політико-інституційну природоохоронну базу через виконання наступних дій:

- вихід на новий етап роботи у сфері природоохоронного планування з встановленням коротко та середньо-термінових орієнтованих на конкретні дії природоохоронних планів для відповідних установ, а також більш загальних планів довготермінових національних стратегій сталого розвитку;

- створення ефективного механізму міжвідомчого співробітництва у справі розробки та реалізації політики, включаючи процедури роботи у сферах, які викликають спільну зацікавленість, спільні зусилля (наприклад, моніторинг, інспекція) та налагодження діяльності міжвідомчих координуючих органів;

- формування інституційного потенціалу через розробку процедур, достатнього збільшення ресурсів бюджету та навчання персоналу.

## ДО ПРОБЛЕМ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА ДЕРЖАВНОМУ ТА МИТНОМУ КОРДОНІ ОБЛАСТІ

С.В.Воронько, В.С. Ноздрін, А.І. Панасенко  
Донецький національний технічний університет

Відомо, що на державному кордоні України і у зоні діяльності митниць призначення та відправлення здійснюється екологічний контроль вантажів і транспортних засобів.

В Донецькій області на це уповноважено спеціальний підрозділ Державного управління екології та природних ресурсів Мінприроди України. До його складу входять 5 прикордонних постів („Донецьк-аеропорт”, „Іловайськ”- залізничний, „Успенка”- автомобільний, „Маринівка”- автомобільний, „Новоазовськ”- автомобільний) і 1 на внутрішній митниці – „Центральний”.

Функціонування зазначених 6 постів екологічного контролю загальною чисельністю 26 державних інспекторів організовано Указом Президента України „Про комплексну програму розбудови державного кордону України” від 16.12.1993 № 596/93 і згідно Постанови Кабінету Міністрів України „Про здійснення екологічного контролю у зоні діяльності митниць призначення та відправлення” від 26.10.2001 № 1429, а також відповідних Законів України, Постанов Кабінету Міністрів і спеціальних нормативно-правових актів.

Вони практично реалізують головні напрямки державної політики з охорони навколишнього природного середовища на державному та митному кордоні області.

По-перше, це попередження незаконного ввезення, вивезення або транзиту територією України вантажів, що містять промислову сировину, відходи виробництва, хімічні сполуки, токсичні, хімічні, радіоактивні та інші небезпечні для навколишнього природного середовища і здоров'я людей речовини, пестициди і агрохімікати. Несанкціоноване переміщення небезпечної та неякісної продукції і транспортних засобів призводить до збільшення і накопичення відходів виробництва, забруднення довкілля, посилення техногенного навантаження і, в деяких випадках, до екологічних аварій.

По-друге, це охорона тваринного та рослинного світу. Забезпечення контролю за дотриманням зобов'язань України по дотриманню правил міжнародної торгівлі видами фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення (СИТЕС). Перекриття шляхів вивозу за кордон тварин і рослин, занесених до Червоної книги України або Європейського Червоного списку, а також продуктів, вироблених із видів тварин, що охороняються, м'яса диких тварин, рогів, кліків, шкур і т.п., що стосується також різноманітних зоологічних та мінералогічних колекцій.

Не менш важливо попередження незаконного ввозу на територію країни видів диких тварин і рослин, які можуть бути інтродуковані. Загальновідомі приклади непродуманого впровадження у природу різних регіонів землі нових видів тварин і рослин, що призвело до екологічних катастроф.

Основним завданням держкоінспекторів у пунктах пропуску через державний кордон та в зоні діяльності митниць є здійснення державного контролю за додержанням міністерствами і відомствами, підприємствами, установами, організаціями, незалежно від форм власності та господарювання, громадянами, а також іноземними юридичними та фізичними особами і особами без громадянства, що

перетинають кордон або здійснюють переміщення через нього транспортних засобів і вантажів, вимог чинного природоохоронного законодавства та норм і правил екологічної безпеки під час транспортування небезпечних вантажів.

Наведений загальний перелік підконтрольних об'єктів та екологічних вимог до їх транскордонного переміщення передбачає значний обсяг складних перевірок вантажу і транспортного засобу, що потребує належного забезпечення екологічного контролю на кордоні. Вивчення цього стану на прикордонних і внутрішнього постах свідчить про наступне.

За час функціонування служба екологічного контролю зайняла гідне місце в системі охорони довкілля області. У минулому періоді було виявлено біля 1,5 тис. порушень екологічних вимог при транскордонному переміщенні небезпечних вантажів і транспортних засобів та неякісної продукції, з яких вжито заходи правового реагування. Затримано більше 500 вагонів і цистерн, 35 тис.т вантажів різного класу безпеки, повернуто біля 1,3 тис.т без дозвільних документів, не допущено на територію області і країни більше 250 транспортних засобів у екологічно безпечному стані. Складено більше 600 приписів та актів, біля тисячі протоколів і постанов, притягнуто до адміністративної відповідальності більше 560 осіб, стягнуто штрафів на суму біля 21 тис. грн.

В зоні діяльності митниць призначення та відправлення екологічному контролю щорічно піддаються біля 2,5 тис. партій різних вантажів, що знаходяться у більше ніж 20 містах області. При активному ініціюванні держінспекторів за межі області було вивезено біля 23 тис.т різних відходів виробництва.

Проблеми екологічної безпеки на кордоні нарастають, тому що немає комплексної програми і підходу до розбудови кордону та технології контролю вантажів і транспортних засобів із урахуванням екологічних вимог. Досі по тимчасовій схемі працюють 3 автомобільні пости екоконтролю, за якою вони спочатку були терміново об лаштовані. Там відсутні належне енергетичне і санітарно-побутове забезпечення, немає стаціонарного обладнання радіаційного контролю, комп'ютерів, технічних постів токсикологічного контролю і хімічного експрес-аналізу речовин та інше.

Внаслідок тривалого не вирішення проблем матеріально-технічного та кадрового забезпечення безпосереднього екологічного контролю вантажів і транспортних засобів посилюється негативний вплив щорічного зростання обсягу імпорту та експорту продуктів на якість та ефективність перевірок.

Специфіка екологічного контролю для виконання перевірок вантажів і транспортних засобів у повному обсязі потребує розподілу по містах їх знаходження необхідної чисельності держінспекторів, а також сучасних приладів технічного контролю відповідного обладнання і автотранспорту.

Для належного здійснення екологічного контролю вантажів і транспортних засобів на прикордонних постах та внутрішній митниці всі 6 наявних підрозділів служби потребують покращення матеріально-технічного забезпечення, створення нових постів екоконтролю і збільшення чисельності держінспекторів.

Таким чином, на підставі викладеного були розроблені першочергові заходи посилення екологічної безпеки на кордоні області. Це є пропозиції стосовно організаційно-структурної схеми екологічного контролю на державному і митному кордоні та її матеріально-технічного і кадрового забезпечення.

Впровадження пропозицій надасть практичну можливість вирішення проблем екологічної безпеки на державному і митному кордоні області та забезпечать необхідні якість і ефективність екологічного контролю транскордонного переміщення небезпечної та неякісної продукції і транспортних засобів.



## ОЦІНКА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО ЗБИТКУ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВАТ МК “АЗОВСТАЛЬ”

С.А.Прожога, О.М.Калініхін  
Донецький національний технічний університет

Кожна виробнича діяльність обов'язково пов'язана з впливом на навколишнє середовище. Цей вплив може бути більшим або меншим. Заощаджуючи на природоохоронних витратах ми маємо збитки через погіршення природного середовища. Кожний виробничий процес пов'язаний з утворенням відходів, шкідливих речовин і домішок, які при надходженні в навколишнє середовище погіршують його якість, що в свою чергу призводить до погіршення умов життєдіяльності людини.

Збитки які зазнає держава через забруднення довкілля поділяють на: соціальні, моральні та економічні.

Економічний збиток – це грошова оцінка негативних змін у навколишнім середовищі внаслідок його забруднення та оцінка наслідків таких змін. Разом з затратами на передбачення забруднення навколишнього середовища економічний збиток складає екологічні витрати виробництва.

Однією з найважливіших заходів пов'язаних з визначенням економічного впливу полягає в мінімізації екологічного збитку. Найбільш розповсюджені два підходи:

1. Використання ринкових цін для оцінки впливу на товари та послуги. В рамках цього підходу виділяють наступні заходи:

- зміна продуктивності сільського господарства
- погіршення якості життя
- альтернативна вартість
- скорочення строків служби майна (будівлі та обладнання).

2. Оцінка заснована на використанні величини безпосередніх витрат. Цей підхід пов'язаний з витратами до яких відносять витратна оцінка цінності природних благ, метод наведених витрат (аналіз витрат/ефективність).

За всіма наведеними в рамках цього напрямку методам можливе отримання натуральних показників, які віддзеркалюють погіршення екологічної ситуації та екологічний збиток. Ці показники можуть бути оцінені у вартісній формі.

Визначення економічного збитку є важливим комплексним завданням, яке пов'язане з важкою методичною роботою. Для кожної складової навколишнього середовища потрібні власні методики розрахунків.

У теперішній час розроблені три основних методичних підходу до економічної оцінки збитку.

- метод прямого розрахунку він базується на порівнянні витрат на лікування населення, врожайності сільськогосподарських культур, строків служби загальних фондів та інше в забруднених та контрольних районах.

- Аналітичний метод - заснований на використанні виведених математичних залежностей між показниками стану реципієнтів та рівнем забруднення навколишнього середовища.

- Емпіричний метод - заснований на принципі перенесення на досліджуємий об'єкт загальних закономірностей впливу факторів які утворюють збитки.

Дані методи розрізняються по функціональному призначенню. Оцінки збитків прямим розрахунком та аналітичним методом доволі трудомікі, потребують збору та

обробки великого об'єму інформації тому вони не мають широкого застосування. Вони служать інструментом для створення теоретичної та інформаційної бази при розробці емпіричної методики визначення збитку, загалом для розробки системи питомих збитків, які показують який збиток наноситься одиниці розрахункового елемента. Питомі збитки розраховуються на одну тону викидів або задаються при різних концентраціях забруднюючих речовин.

Розробка емпіричної методики складається з наступних етапів.

- визначення рівня забруднення навколишнього середовища на основі фактично виміряних концентрацій

- збір даних ,які характеризують вплив навколишнього середовища на показники різних підрозділів народного господарства.

- Виявленні залежності між рівнем забруднення навколишнього середовища та якісними , а також кількісними показниками які характеризують його вплив на людину, флору та фауну.

- Виявленні кількісних залежностей між рівнем забруднення навколишнього середовища та зміною економічного показника діяльності людини

- Побудова методичного розрахунку економічного збитку від забруднення навколишнього середовища

Загальний економічний збиток складається зі збитку від забруднення атмосферного повітря, водоймищ, ґрунтів та надр.

Основу виробничого забруднення навколишнього середовища складають відходи. Економічне ушкодження спричинене неутілізованими відходами навколишнього середовища розраховуються за всіма напрямками їх впливу на реципієнта і включають: витрати на виведення, поховання та складування відходів, ушкодження спричинене народному господарству вилученням територій та під складування, утворення відвалів, поховання відходів, з урахуванням шкоди сільськогосподарським угіддям, що містяться поблизу.

Економічний збиток від забруднення земельних ресурсів розраховується за формулою:

$$Y_{\text{відх}} = q \cdot Y_{\text{почв}} \cdot M$$

Де  $q$  – показник, що характеризує відносну цінність земельних ресурсів,  $Y_{\text{почв}}$  – питомі збитки від викиду забруднювача в ґрунт,  $M$  – маса річного викиду забруднювача.

Оцінка збитків є необхідною умовою вибору природоохоронних стратегій, які складаються в визначенні важливіших соціальних, економічних та технічних цілей та пріоритетів їх досягненні. Показник економічного збитку необхідний при виборі варіантів виробничої та міського будівництва, для розміщення транспортних магістралей, об'єктів рекреаційного призначення та інших.

## ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОГО ТУРИЗМУ В АВТОНОМНІЙ РЕСПУБЛІЦІ КРИМ

О.О. Корогорова

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"

В умовах зростаючого антропогенного навантаження особливе значення має постановка питання відносно збереження та покращення ресурсів при одночасному зростанні вхідних рекреаційних потоків. Проблемна ситуація полягає в тому, що сенс просування туристичного продукту зводиться до залучення споживачів у рекреаційні комплекси України, а збільшення рекреаційних потоків сприяє значним погіршенням екосистеми. У зв'язку з цим необхідно визначення політики у поєднанні екологічних та економічних цілей. Реалізація цієї мети особливо важлива для регіонів, визначених урядом України пріоритетними у сфері рекреаційної діяльності. Прикладом такої зони є Автономна республіка Крим, рекреаційний потенціал якої визначає спеціалізацію території та є критерієм формування регіонального комплексу.

Розв'язком цього завдання має стати екологічний туризм, який у сучасному розумінні являє собою відпочинок у рекреаційно привабливих регіонах, які мало порушені людською діяльністю і зберігають традиційний уклад життя місцевого населення. Виникнення і розвиток екологічного туризму тісно пов'язані з історією виділення природних територій, особливо привабливих з естетичної і рекреаційної точки зору, та розробкою нормативів їхньої охорони. Перевагами екологічного туризму є сталий розвиток територій, природоохоронний характер рекреаційних технологій, використання ринкових механізмів формування екологічного світогляду населення. Згідно зі ст. 16 Конституції "забезпечення екологічної безпеці та підтримка екологічної рівноваги на території України є обов'язком держави". Таким чином, однією з головних задач розвитку регіонів є збереження ресурсів та покращення їх стану.

Світове екологічне співтовариство зазначає, що оптимальним для добробуту країни є охорона 10–15 % її території. Природно–заповідний фонд України включає об'єкти загальною площею близько 2,4 млн. гектарів, або 4% території країни. З цих земель надано в користування установам природно-заповідного фонду майже 0,5 млн. гектарів. В Автономній республіці Крим розташовано наступні заповідники (див. табл. 1).

Табл.1 Природні заповідники Автономної республіки Крим

Назва заповідника	Місце розташування	Загальна площа	Кількість видів рослин, які занесено у Червону книгу України	Кількість видів тварин, які занесено у Червону книгу України
Карадагський заповідник	м. Феодосія	2874,2 га	71	123
Ялтинський гірсько-лісовий природний заповідник	м. Ялта	14521 га	75	69
Заповідник "Мис Марг'ян"	м. Ялта	240 га	43	20
Кримський державний заповідник	м. Алушта	44175 га	87	75
Опукський природний заповідник	м. Керч	1592,3 га	20	35
Казантипський заповідник	Ленінський район	450,1 га	16	47

У більшості заповідних об'єктів проживає місцеве населення та ведеться господарча діяльність. Бальнеологічні та кліматичні ресурси втрачають свої унікальні властивості завдяки тому, що рекреаційні технології, які продовжують використовуватися, не забезпечують необхідне відтворення ресурсів. Основними безпосередніми факторами зниження якості навколишнього середовища регіону є: 1) високе забруднення повітря продуктами згорання автомобільного палива, котельнями; 2) забруднення стічних вод, яке пов'язане з застарілими очисними спорудженнями, малим обсягом очищення, застарілими технологіями промислових підприємств; 3) знищення й псування лісів на Південному березі Криму як через антропогенні фактори (рекреаційне навантаження, вирубка лісів під забудову дачами, пожежі й ін.), так і внаслідок порушення біогеоценотичних взаємовідносин (завдання збитків шкідниками). З кожним роком посилюється проблема зникнення пляжів регіону. Більшість пляжів в Криму штучного походження, два рази на рік їх необхідно доповнювати новим гравієм. За твердженнями спеціалістів, існує лише декілька об'єктів, які відповідають вимогам, що пред'являються європейськими стандартами. Природні пляжі, за оцінками фахівців, відновленню не підлягають, можливо тільки їх збереження за допомогою інженерних споруджень.

Аналіз курортних зон Автономної республіки Крим з точки зору їх рекреаційної привабливості за допомогою методів статистичних спостережень та шкалування показав, що найбільший рекреаційний потенціал мають такі регіони, як Євпаторія, Севастополь та Велика Ялта. На основі отриманих бальних оцінок проведено групування регіонів. Ця методика має значення для виділення та розвитку другорядних районів із метою перенесення рекреаційного навантаження для подальшого поліпшення екологічного стану півострову. Таким чином, для підвищення рекреаційної привабливості екологічного туризму потрібно здійснювати розумне поєднання природоохоронної та рекреаційної діяльності, чітке встановлення у законодавчому порядку термінів, трактовок, формулювання щодо розмежування можливостей ведення господарчої, природоохоронної та рекреаційної діяльності на цінних заповідних територіях, визначення норм антропогенного навантаження на певні регіони, виділення охоронних зон.

Для підвищення ефективності рекреаційних комплексів Автономної республіки Крим в умовах одночасної відповідності вимогам ринкової економіки та питанням соціалізації природних ресурсів пропонується використовувати цільову систему управління комплексним розвитком всього заповідного господарства держави. Основними положеннями створення такої системи є: підвищення ефективності природоохоронних комплексів у спрямуванні досягнення світового рівня їх розвитку у ринкових умовах; підвищення зацікавленості місцевих органів влади, підприємств, організацій, населення та персоналу установ у розширенні рекреаційної мережі та ефективності розвитку заповідного господарства; максимальне задоволення потреб населення в комплексі рекреаційних послуг; забезпечення відповідності ціни сервісу сукупності послуг у екологічному туризмі. Перехід рекреаційних комплексів регіону на модель сталого розвитку означає збалансоване рішення задач соціально-економічного розвитку та збереження сприятливого стану навколишнього середовища й природно-ресурсного потенціалу з метою задоволення життєвих потреб існуючого та майбутнього поколінь.

## О СТАНОВЛЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

И.А. Карягин, В.Г. Ефимов, В.Н. Артамонов  
Донецкий национальный технический университет

Современное состояние угольной промышленности Украины является кризисным. Для устранения такого положения в отрасли целенаправленно проводятся процессы ее реструктуризации, смены форм собственности и методов управления. Эти процессы в полной мере затрагивают проблему охраны окружающей природной среды на горнодобывающих предприятиях.

В Украине принят пакет законов и подзаконных актов, ограничивающих загрязнение окружающей природной среды промышленными производствами. Но соблюдение требований законодательства наталкивается на отсутствие эффективного механизма его реализации.

На горных предприятиях в настоящее время имеются службы охраны природы. Среди их сотрудников 12,5 % - специалисты с горным образованием, 57,5% - с инженерно-экологическим, 30% - с иным. В их функции не входит разработка проектов предельно допустимых выбросов, наладка газоочистного оборудования, проектирование очистных сооружений, осуществление мониторинга состояния окружающей среды, ибо все перечисленные виды работ выполняют специализированные лицензированные организации.

У инженера по охране природы остались вторичные функции: ведение первичного учета загрязнений, составление статистических отчетов и оформление загрязнений.

Однако в современных условиях введения в мировую практику принципов устойчивого развития, реструктуризации угольной отрасли предприятия должны развивать абсолютно новый образ мышления. Это касается всех сторон производственных отношений, и, прежде всего, деятельности природоохранных служб.

С учетом изложенного от службы охраны природы и его работников руководство предприятий ожидает, в первую очередь, подготовки не технических, а обоснованных управленческих решений, адекватных негативному воздействию производства на окружающую природную среду. Функции работника службы охраны природы становятся функциями менеджера, потеснившего инженерные задачи.

Существующая система управления на предприятии должна быть адаптирована к новым условиям. При этом нет необходимости менять систему управления на предприятии коренным образом.

Одним из инструментов управления на предприятии, позволяющих реализовать принципы экологической эффективности, является внедрение системы экологического менеджмента.

С 1998 года в Украине вступили в силу стандарты в области систем управления окружающей средой серии ISO 14000, что явилось значимой природоохранной инициативой. Стандарты серии ISO 14000 могут применяться в деятельности каждой организации, ставящей своей целью введение системы экологического менеджмента и обеспечения её устойчивого функционирования, а также высокой эффективности на основе разработанной экологической политики.

Практикой экологического менеджмента доказана возможность для любого предприятия (включая горные) снизить отрицательное воздействие на окружающую среду на 20-40% на основе использования простых, понятных, доступных и малозатратных подходов и методов, связанных с наведением экологического порядка на производстве (на промышленной площадке в целом, в санитарно-защитной зоне, в рабочих зонах и офисах, в размещении отходов и др.).

Еще больший эффект можно получить путем правильно разработанной стратегической экологической политики предприятия на основе использования альтернативных вариантов развития производства, применения малоотходных и безотходных технологий, а также прямых природоохранных мероприятий.

С экологическим менеджментом связывается создание более благоприятных условий и дополнительных возможностей для инвестиций в отрасль. Предприятия, которые являются экологически более убедительными, экологически более культурными, более чистыми и проводят эффективную деятельность в области экологического менеджмента, получают очевидные экономические преимущества и дополнительные перспективы для своего развития. Ответственность руководителей предприятий за состояние окружающей среды в развитых странах по сути является добровольной инициативой, так как она подкреплена экономическими механизмами. Экономические механизмы обеспечивают в будущем окупаемость капиталовложений в экологические программы.

Так, швейцарская фирма "SQS" провела опрос около 500 известных компаний Европы в отношении эффективности экологической сертификации, который показал: свыше 80% респондентов считают её эффективной, 60% - окупили свои капиталовложения за год, а 80% - уверены в получении прибыли от соответствующих капиталовложений в недалеком будущем.

Экологический менеджмент предполагает обязательное вовлечение в осознанную, целенаправленную, многостороннюю экологическую деятельность не только отдельных специалистов, но и руководителей, ответственных лиц, принимающих решения, производственного персонала в целом, а также всех других сторон, заинтересованных в экологической деятельности предприятия.

Для успешного внедрения и соблюдения на предприятиях системы управления окружающей средой в соответствии со стандартами ISO 14000 необходимо:

- 1) провести аудит системы управления окружающей средой на всех иерархических уровнях управления производством на соответствие критериям ISO 14000;
- 2) установить направления возможного совершенствования этой системы;
- 3) разработать механизм внутреннего анализа системы для обеспечения постоянного её совершенствования;
- 4) осуществить определение и разделение функций, полномочий и ответственности на всех иерархических уровнях управления в области охраны окружающей природной среды, разработать проекты должностных инструкций для работников служб охраны природы, соответствующие целям и задачам экологической политики, включая требования готовности к аварийным ситуациям и реагирования на них;

включить в положение о холдинговых компаниях, производственных объединений, предприятиях функции, связанные с охраной окружающей природной среды.

## ВІДПРАВНІ ТОЧКИ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ

К.І Ковтонюк

Харківський банківський інститут Української академії банківської справи  
Національного банку України

У наш час екологічні проблеми набули надзвичайної актуальності, вони не обминули жодної держави. Маленькі екологічні негаразди, які виникали в окремих регіонах, переросли в локальні екологічні кризи та катастрофи, що почали трансформуватись у глобальні. Людству життєво необхідно знайти шлях вирішення цих проблем.

Я вважаю, що цей шлях треба почати з людини. Лише змінивши саму людину, її думки та світогляд, її внутрішню філософію, ми зможемо змінити світ. Наприклад, у розвинених країнах дуже поширена концепція сталого розвитку, в якій одна з основних ролей відводиться громадськості, її активній позиції у рішенні питань, пов'язаних з впливом суспільства на навколишнє середовище. У цих країнах проводяться різні програми, спрямовані на підвищення активності громадян. У нашій країні громадськість має незначний вплив на процес прийняття рішень, пов'язаних з екологічними проблемами, і в більшості випадків не орієнтується в них взагалі.

Тому потрібно повернути людину обличчям до природи та екологічних проблем, вивести її з і стану байдужості та відношення за типом “моя хата з краю”. Для виконання цієї мети треба по-справжньому зацікавити своїх читачів чи слухачів проблемами екології. Тобто донести інформацію людям так, щоб вона викликала певну емоційну реакцію або зацікавлення. Тут потрібен певний психологічний підхід, щоб, беручи початок з людського світосприйняття, екологічна концепція логічно продовжувалася в усіх сферах життя. В даній роботі пропоную програму “6 відправних точок поступу”, яка складається з наступних етапів: новий лозунг ⇒ зацікавлення ⇒ громадянські об'єднання ⇒ екологічно чисті технології ⇒ гармонія ⇒ єдність. Кожна з цих шести “точок” – певний крок, за яким йде наступний, і так до верхівки екологічної структури. Вони розташовані в логічній послідовності і являють собою певний комплекс заходів, спрямованих на покращення екологічної ситуації.

Нові лозунги. Змінити лозунги потрібно тому, що попередні не викликають жодної позитивної емоційної реакції. І, звичайно, вони не можуть не тільки змусити людину якимось змінити своє ставлення до природи, а й навіть викликати хоча б певний інтерес. Потрібно щось нове, оригінальне, яскраве; щось на зразок вдалої рекламної кампанії з популяризації екологічного стилю життя, так названий екологічний бренд. Можна скористатися досвідом східних релігій, які досягли значного успіху у створенні гармонії людини з природою, і досвідом, здобутим нашою нацією. Відновити наші екологічні традиції та звичаї, адже нашій нації споконвічно була притаманна любов до природи.

Зацікавлення. Враховуючи вплив який здійснюють на людей засоби масової інформації, особливо телебачення, можна пропагувати екологічний тип мислення в фільмах, телепередачах або в інтернеті, комп'ютерних іграх, розвиваючих програмах. Також можна опікуватись цими проблемами в книжках, як науково-популярних, так і у пригодницьких та фантастичних. Тобто поширювати нові екологічні лозунги серед населення. Має застосовуватись загальна й ефективна екологічна освіта населення, особливо осіб, що приймають зараз чи у майбутньому рішення державного значення. Необхідно розробити сертифікат муніципального службовця, що передбачає наявність

необхідного рівня екологічних знань, і не допускати до виконання обов'язків осіб, що не мають таких сертифікатів. Чисто інженерних рішень екологічних проблем мегаполісів немає і бути не може. Суспільство повинне стати іншим, висококультурним екологічно, і виховувати людей, прищеплюючи їм ідеї нової екологічної філософії життя. У кожній людини є свої основні мотивації поведінки, вмільо натискаючи на які, можна досягти зацікавлення цією особою проблемами екології. Треба також враховувати, що наші міста відрізняються як низкою екологічних проблем, так і специфічним ставленням до цього його мешканців. “Менталітет міста” залежить від переважаючої вікової групи (місто молоді чи місто пенсіонерів), активності, згуртованості та освіти місцевого населення, відповідального ставлення органів місцевої влади. Відповідно до цього “менталітету міста” потрібно проводити акції зацікавлення, акції по озелененню міста, по збору металобрухту і ін. До цих акцій активно можуть підключатися радіостанції та місцеві канали телебачення. Тобто люди повинні бачити реальне відображення на обличчі природи кожної їхньої дії, спрямованої на покращення або погіршення екологічної ситуації.

Громадські організації є логічним наступним кроком прояву свідомого ставлення населення до природи та екологічних проблем. Саме тому давно вже час створити свою, рідну, реально дієву незалежну організацію, яка б мала тісний зв'язок з населенням, контролювала дії органів місцевої влади, дії громадян, пропонувала нові шляхи вирішення проблем, ініціювала проведення акцій та програм, проводила незалежний моніторинг, активно та об'єктивно оприлюднювала результати аналізу ґрунтів, води і взагалі екологічного стану навколишнього середовища на всій території нашої держави.

Екологічно чисті технології є наступним кроком на шляху вирішення екологічних проблем. І це природно, якщо попередні “точки” були пройдені суспільством. Людина не байдужа до природи, до навколишньої екологічної ситуації буде розробляти технології, які водночас приносять економічні блага і не наноситимуть шкоду навколишньому середовищу. Бо вона чудово знає ціну, яку заплатить сама або її нащадки, за недбальство та нераціональне ставлення до кошика життя. Найголовніше, щоб нові надбання науки не лежали роками в шухляді, а втілювались у життя. Під час планування і реалізації будь-якого втручання в природне середовище потрібно дотримуватись принципів природної раціональності.

Гармонія - “точка”, яка має декілька значень своєї назви. Гармонія має бути у людини з самою собою, гармонія людини з природою, гармонія технологій (виробництва) з природою. Сучасне місто наповнене шумом, різноманітними звуками, гомоном; темп життя втомлює людей. Вчені для опису цього явища спеціально вивели і використовують термін “грусть більших городів”. У такому стані людина навмисно наносить природі шкоду. Тому ми маємо вживати заходів, спрямованих на подолання шумових та емоційних забруднень навколишнього середовища, використовуючи, наприклад, кольорову та музичну терапію.

Єдність. На мою думку, має бути єдність людей у зусиллях, направлених на подолання екологічної кризи. Єдність та комплексність у застосуванні нових екологічно чистих технологій. Єдність може бути “точкою”, яка замкне або з'єднає шестикутник відправних точок поступу. Таким чином, екологія має починатись з людини, її екологічної свідомості, продовжуватися в об'єднаннях людини, техніки, природи в ціле. Ми до цього маємо цілеспрямовано йти.



## НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ БЕЗПЕКИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ

Д. О. Палехов, Ю. С. Шемшученко

Інститут держави і права ім. В. Корецького НАН України

В Україні проблема безпеки атмосферного повітря продовжує залишатися однією із самих актуальних. Високий рівень забруднення атмосфери наносить відчутну шкоду здоров'ю людей і навколишньому середовищу в цілому, що загострює необхідність державного регулювання антропогенного впливу на атмосферне повітря.

Євроінтеграційні інтереси України орієнтують на послідовну імплементацію європейських норм з забезпечення якості навколишнього середовища для проживання населення. “План дій Україна – ЄС”, що був розроблений Європейською Комісією в рамках Європейської політики сусідства, визначив розвиток екологічної політики України дією двох імперативів.

По-перше, необхідно змінити концепцію управління суспільством на всіх рівнях з метою досягнення збалансованості інтересів виробничого комплексу, природи і населення, превенції охорони навколишнього середовища, екологічної безпеки для життя і здоров'я людини. По-друге, варто гармонізувати нормативно-правову базу з регулятивними механізмами Європейського Союзу. Встановлені напрямки реформ тісно пов'язані між собою і вимагають проведення відповідних досліджень.

Доповідь присвячена аналізу української практики нормування у галузі охорони навколишнього середовища, зокрема атмосферного повітря, оцінці його відповідності європейським вимогам, формулюванню напрямків розвитку нормативно-правового регулювання безпеки атмосферного повітря в Україні.

Відзначимо, що в Україні сучасне екологічне законодавство формувалося з 1991 р. після одержання незалежності. У його основу закладені фундаментальні принципи екологізації суспільного розвитку. В Конституції країни (1996) закріплюється зобов'язання держави забезпечувати на території країни екологічну безпеку й екологічну рівновагу (ст. 16), проголошується право громадян на безпечне для життя і здоров'я навколишнє середовище (ст. 50). Правове регулювання охорони атмосферного повітря здійснюється відповідно до Законів України “Про охорону атмосферного повітря” (1992), “Про охорону навколишнього природного середовища” (1991), “Про забезпечення санітарного й епідемічного благополуччя населення” (1994).

Як показав порівняльний аналіз основних закордонних документів в галузі охорони атмосферного повітря, Закон України “Про охорону атмосферного повітря” у цілому відповідає європейським підходам з цих питань. Разом з тим, на відміну від українського, аналогічні закони країн Європи, як правило, більш деталізовані, мають велику практичну спрямованість.

У Німеччині, наприклад, таку задачу виконує Федеральний закон про охорону навколишнього середовища від впливу екологічно шкідливих викидів (Bundesimmissionsschutzgesetz від 1974 р., далі BImSchG). BImSchG регулює охорону навколишнього середовища від шкідливого впливу забруднювачів атмосфери, шуму, вібрації і подібних процесів, установлює порядок надання дозволів на будівництво й експлуатацію установок і споруджень, які внаслідок особливого розміру здатні викликати екологічно несприятливі наслідки.

У юридичному змісті безпека атмосферного повітря забезпечується встановленими в правовому порядку стандартами і нормативами. В області охорони

атмосферного повітря стандарти покликані визначити поняття і терміни, режим використання й охорони атмосферного повітря, методи і правила контролю за його станом. До таких документів відносяться, наприклад, ГОСТ 17.2.3.02–78 “Охорона природи. Атмосфера. Правила встановлення допустимих викидів шкідливих речовин промисловими підприємствами”, ГОСТ 17.2.3.01-86 “Охорона природи. Атмосфера. Правила контролю якості повітря населених пунктів”.

Екологічні нормативи відповідно ст. 33 Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища” установлюють гранично припустимі викиди і скиди в навколишнє природне середовище забруднюючих хімічних речовин, рівні припустимого шкідливого впливу на нього фізичних і біологічних факторів.

Але поняття “екологічні стандарти” і “екологічні нормативи” в українській практиці застосовуються досить широко і не завжди розділені. Ряд стандартів визначає екологічні нормативи. Наприклад, ДСТУ 4277-2004 “Норми і методи вимірів змісту окису вуглецю і вуглеводнів у газах автомобілів, що відробили, із двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі”, ГОСТ 20444-85 “Шум. Транспортні потоки. Методи виміру шумової характеристики”.

Дуже серйозною для нас проблемою є застосування в українському законодавстві термінології, що не завжди відповідає європейському розумінню.

У багатьох державах (США, Японії, Німеччині й ін.) аналогами українських екологічних нормативів є саме стандарти: стандарти якості повітря (air quality standards), стандарти шуму (noise standards) і ін.

Українські екологічні стандарти більш схожі на технічні інструкції, які існують у багатьох європейських державах.

Наприклад, в Німеччині до закону BimSch в 1986 році були введені Технічні інструкції з санітарної охорони атмосферного повітря (TI-Атмосфера). TI-Атмосфера застосовуються у першу чергу відносно організацій, яким потрібні дозволи з експлуатації устаткування; інструкції прописують емісійні максимально припустимі показники забруднення навколишнього середовища (пилоподібних та газоподібних речовин), а також зобов'язують організації експлуатувати устаткування відповідно до встановленого технічного рівня (норми DIN). При цьому обмеження надходження забруднюючих речовин у атмосферне повітря розроблено виходячи з принципу найкращих технологій.

В порівнянні з українською практикою такі інструкції є не тільки адміністративним розпорядженням з метою тлумачення положень відповідного закону, але й являють собою докладний та гнучкий інструмент управління екологічними ризиками, що реалістично забезпечують баланс різних інтересів, гласність та широту охоплення зацікавлених сторін у прийнятті екологічно значимих рішень.

Крім того, для компетентних органів такі інструкції є основою для проведення екологічної оцінки різних рівнів: оцінки впливу на навколишнє середовище проектних рішень (ОВНС) та видачі первинного дозволу на експлуатацію (будівництво) або стратегічної екологічної оцінки передпроектних рішень (СЕО).

Проведений порівняльний аналіз показує, що до важливих напрямків розвитку українського законодавства в області охорони атмосферного повітря можна віднести насамперед: по-перше, приведення у відповідність до європейської практики та правове закріплення поняттєво-термінологічного апарату; по-друге, розробка гнучкого та реалістичного інструменту управління надходженням забруднюючих речовин у атмосферне повітря; по-третє, забезпечення превенції екологічних ризиків та балансу інтересів суспільства, у тому числі за допомогою імплементації таких прогресивних процедур, як СЕО.

## **ЗДОРОВ'Я ДИТЯЧОГО НАСЕЛЕННЯ - МАРКЕР СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТА МАКІЇВКА**

О. О. Стребкова, Л. В. Чайка

Донецький національний технічний університет

Відомо, що інтегральним показником якості навколишнього природного середовища є стан здоров'я населення. Серед екологічних факторів, від яких залежить цей показник, крім природних і соціальних, все частіше називається антропогенний. Особливо чітко дана залежність простежується на прикладі міст, що перетворюються у “паразитів біосфери”, забруднюючи навколишнє середовище продуктами цивілізації.

Промислові викиди, вихлопні гази від автотранспорту вміщують промислові токсини. Разом із продуктами харчування в людський організм потрапляють засоби хімічного захисту рослин (пестициди, гербициди) і засоби підвищення вражайності сільськогосподарської продукції (нітриди, нітрати). Якщо взяти до уваги різні побутові несприятливі фактори, то стає зрозумілим, що людина неспроможна захистити себе від наслідків своїх “творінь”.

На сучасному етапі розвитку людства необхідно вирішувати всі протиріччя, що виникли між виробничою діяльністю людини і стабільністю природного середовища її існування на всіх рівнях, починаючи з локальних.

Взаємозалежність якості життя та якості навколишнього середовища необхідно розглядати, виходячи з того, що в соціальному плані людина сформувалася та розвивається на біологічному рівні і її не можливо відділити від довкілля. Негативний вплив зворотнього процесу, тобто залежність здоров'я людини як показника якості життя від стану навколишнього середовища, особливо простежується на здоров'ї дитячого населення України.

Кількість хворих першокласників і хворих випускників шкіл коливається від 60% до 90% у різних регіонах. Статистика стверджує, що основними захворюваннями є захворювання психосоматичного характеру, органів травлення та дихання, хребта, вегето-судинної дистонії та інші. Основною причиною таких захворювань визнається неправильний образ життя та харчування, нервові стреси і навантаження, незбалансована організація навчального процесу, відпочинку і фізичних навантажень дітей.

У даній роботі показана залежність здоров'я населення на прикладі дитячого віком 7-14 років від техногенного навантаження міста Макіївки.

За економіко – географічним становищем місто Макіївка відноситься до категорії міст, що розташовані в крупних гірничодобувних районах, і є одним із високо промислових центрів Донецької області. Техногенну сферу міста складають 83 промислових підприємства, в результаті чого наслідком техногенного навантаження є той факт, що показник кількості шкідливих речовин на 1 особу в 1,2 рази перевищує середній по області.

В свою чергу, високі рівні техногенного забруднення призводять до порушення в антиоксидантній системі організму людини, адже людські органи та тканини живуть за законами живої природи.

За останні 5 років загальна чисельність населення міста Макіївки, в тому числі і дитячого, скоротилася на 31,2%. За цей жн період викиди від стаціонарних джерел забруднення збільшилися на 26 %.

У структурі викинутих забруднюючих речовин майже третину займає метан, приблизно стільки ж (27,5%) становить частка оксиду вуглецю, для сполук сірки відсоток складає 19,3%, для оксидів азоту – 6,9%. Метали та їх сполуки, в складі яких ртуть, свинець, хром, цинк, мідь, залізо та інші, складають у загальному обсязі викидів близько 1,5%.

Слід відмітити, що перелічені шкідливі речовини найчастіше потрапляють до організму людини через систему дихання. Тому для Донецької області характерні хвороби даного класу захворювань і, особливо, в останні роки різко зростає захворюваність туберкульозом. Макіївка за цим показником займає перше місце.

Протягом останніх років в області, а також і в Макіївці, залишається складною ситуація щодо обладнання газоочисним устаткуванням джерел викидів. Устаткування найчастіше морально застаріле і ступінь очищення викидів менше 80%. До того ж різке збільшення автотранспорту також не сприяє покращенню чистоти атмосферного повітря.

Щорічні обстеження учнів віком 7-14 років показують значне погіршення стану їх здоров'я. Інтенсивний показник захворюваності, що розраховується на 100 тисяч учнів за рік, протягом 2000-2004 років збільшився на 17,7%.

У таблиці наведено дані окремих класів захворюваності учнів у Донецькій області та в місті Макіївка, питома вага яких у загальній структурі захворюваності найбільш значна.

Таблиця – Порівняльні дані окремих класів захворювань дитячого населення, випадки

Клас захворювань	Роки			
	2000		2004	
	Донецька область	місто Макіївка	Донецька область	місто Макіївка
Захворювання:				
- органів дихання	29917	1627	25240	1170
- органів травлення	11858	110	10052	116
- кістково – м'язової системи	7896	164	5456	155
- ендокринної системи	4809	24	4232	39
- нервової системи та органів відчуття	2989	330	2063	348

Аналіз показує, що “лідерами” є захворювання органів дихання (майже 40%), більше 15% належить хворобам органів травлення, близько 10% - це хвороби кістково – м'язової системи. Таким чином, трійці “призерів” належать 65% від загальної кількості захворювань.

У висновках санітарно – епідеміологічних служб міста відмічається, що погіршення стану здоров'я дітей пов'язане не тільки з соціальними умовами життя, а, в першу чергу, з несприятливими екологічними умовами.

Згідно Конституції України людина, її життя і здоров'я визнаються найвищою соціальною цінністю. Тому основним завданням усіх ланок суспільства є мета покращення якості життя для кожного тепер і для поколінь, що приходять. Досягнення мети можливе за багатьма критеріями, серед яких розвиток людського потенціалу та ефективна захищеність природного довкілля є найголовнішими.

## **ЕКОНОМІКО-ПРАВОВІ, СОЦІАЛЬНІ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОДОЛАННЯ ПРОБЛЕМ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ В ЛУГАНСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

А.В. Токунова  
Донецький національний університет

Луганська область є недостатньо забезпеченою щодо водних ресурсів. Забезпеченість території і населення області водними ресурсами загальнодержавного значення в 1,1 - 1,4 рази нижче, ніж у середньому по Україні. На одного жителя припадає від 0,16 до 0,5 тис. куб.м на рік, проти 1,01 тис. куб. м на рік в середньому по Україні. По території Луганської області протікає лише 88 малих річок. Природний режим річок значно змінився внаслідок наявності 72 водосховищ і 360 ставків та іншого антропогенного впливу. Найбільш значний антропогенний тягар несуть річки лівобережжя р. Сіверський Донець та річки басейну р. Міус.

Природньо, що населення області відчуває потребу в воді. Ситуація значно погіршується тим, що на території області у водні об'єкти скидаються забруднюючі речовини підприємствами практично всіх галузей промисловості. Це призводить до надзвичайно гострого дефіциту питної води.

Тільки 2% води, яка видобувається в Луганській області, відповідає вимогам ГОСТ «Вода питна» 2874-82. Спостереження за станом підземних вод на централізованих водозаборах області свідчить, що останнім часом якість води погіршується.

Основним джерелом водопостачання мешканців населених пунктів області є підземні води. З поверхневих джерел забирають воду тільки 4 водозабори. Питні водоносні горизонти водозаборів області не захищені від проникнення забруднень з поверхні землі і мають тісний гідравлічний зв'язок з ґрунтовими і поверхневими джерелами вод. Забруднення підземних вод на території області пов'язано зі скидом у питний водоносний горизонт забруднених промислових, господарсько-побутових, а також високомінералізованих шахтних вод, продуктів розпаду отрутохімікатів.

Також серед істотних причин незадовільного стану питної води треба назвати наступні фактори:

відсутність зон санітарної охорони джерел водопостачання або порушення їх санітарного режиму.

погану роботу очищувальних споруд, пов'язана з несвоєчасним їх ремонтом; недостатня бар'єрна функція навіть тих очисних споруд, які працюють нормально;

поганий стан розподільчої мережі, обумовлений використанням труб без антикорозійного захисту, порушенням термінів заміни тих труб, які зносилися, порушенням регламентів промивання мереж; недостача коштів для проведення ремонтних робіт. У населених пунктах фіксується велика кількість поривів та аварій на водопостачальних мережах, і кількість їх постійно зростає. Як результат – відсутні умови для дотримання санітарно-епідеміологічного режиму навіть на об'єктах підвищеного епідеміологічного ризику: дитячих дошкільних, лікувально-профілактичних установах, харчових об'єктах тощо. Істотно знизився рівень особистої гігієни населення та санітарно-побутового режиму у жилих будинках. Через відсутність води населення змушене використовувати інші джерела, вода з яких не відповідає санітарним нормам.

Поганою залишається обстановка в сільському господарстві. Тут більшість водопроводів експлуатуються з грубим порушенням санітарних норм та правил. У багатьох сільських населених пунктах планові перевірки та дезінфекція водогінних мереж та споруд не відбуваються, при сільських, селищних радах не створюються служби з експлуатації сільських водопроводів, відсутня необхідна техніка, немає процедури окремого фінансування вирішення цих питань, тим паче, що деякі водопроводи зараз стали безхозними і не знаходяться на будь-якому балансі. Дуже розповсюдженим є перебої з водопостачанням через раптові відключення електроенергії. Через це утворюються пориви на водопостачальних мережах, ламаються насоси на водопостачальних свердловинах. Для ліквідації навіть технічних проблем не вистачає коштів.

Велику роль у забрудненні вод відіграє закриття шахт. Через те, що заповнення шахт відбувається високо мінералізованими та забрудненими шахтними водами, процес забруднення підземних водоносних жил є практично необоротним.

Для подолання названих проблем було б корисним запровадити заходи за такими напрямками:

Організаційний напрямок:

- оголошення конкурсів, програм для науковців щодо розробки очищувальних систем, проведення заходів з охорони, поліпшення стану вод з фінансуванням впровадження роботи переможців;

- своєчасне попередження населення про стан навколишнього середовища, оголошення в разі раптових забруднень;

- вдосконалення систем моніторингу на локальному та регіональному рівнях;

- залучення іноземних спонсорів шляхом участі в написанні грантів та проектів;

- забезпечення населення фільтрами для води.

Технічний напрямок:

- підвищення контролю за якістю води;

- запровадження інноваційних очисних систем, технологій з наданням дотацій підприємствам, які їх використовують;

Економічний напрямок:

- впровадження суворо цільового фінансування на охорону оточуючого середовища;

Правовий напрямок:

- неухильне виконання органами влади та місцевого самоврядування, фізичними, юридичними особами положень екологічної безпеки, що містять нормативно-правові акти;

- розробка на основі національного законодавства локальних нормативно-правових актів з урахуванням специфіки проблем регіону;

- підвищення відповідальності посадових осіб, які зобов'язані стежити за екологічним станом довкілля;

Соціальний напрямок:

- залучення громадськості до здійснення профілактичної роботи з охорони довкілля;

- проведення виховної та навчальної роботи з дітьми та молоддю.

І, нарешті, треба зважати, що екосистема кожної області не є окремою, вона включена в загальну екосистему країни. Тому при впровадженні певних заходів треба зважати на специфіку регіонів, які знаходяться поруч і провадити зміни з урахуванням їх особливостей.

Людина не може жити без води. І якість питної води істотно впливає на її здоров'я. Держава може бути сильною, якщо її основою є здорова нація. Тому добробут нашої держави напряму залежить від рівня та якості водопостачання. Тож є дуже важливим впроваджувати у цій сфері позитивні зміни.

## МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА

Т.В. Завгородняя, С.С. Куруленко, И.Л. Данилкина  
Донецкий национальный технический университет, УкрЭкоАудит

В июне 2004 г. В Украине принят Закон «Об экологическом аудите». Закон определяет основные правовые и организационные основы осуществления экологического аудита и направлен на повышение экологической обоснованности деятельности субъектов хозяйствования. Действие закона распространяется на все субъекты хозяйствования независимо от формы собственности и видов деятельности.

Для Украины экологический аудит – новый инструмент экономического механизма охраны окружающей природной среды. Его появление обусловлено рядом объективных причин, к которым относятся: несовершенство системы государственного контроля; требования иностранных инвесторов; необходимость учета экологического фактора при приватизации и передаче в аренду; обоснование выделения средств экологических фондов; развитие отношений с общественностью; необходимость определения страхового поля, ставок страховых платежей при проведении экологического страхования хозяйствующих субъектов; требования стандартов ИСО 14000.

В настоящее время в Украине формируется система экологического аудита, представляющая собой координационную форму управления со своими правилами действия, в том числе обеспечивающую взаимодействие между всеми участниками. Цель формирования системы экологического аудита - обеспечить необходимый научно-технический уровень и комплексность охвата при всех видах проверок, оценок и контроля деятельности по охране окружающей среды и природопользованию.

С нашей точки зрения система экологического аудита должна обеспечивать выполнение следующих функций: подготовку и аттестацию экологов и экспертов; аккредитацию организаций по экологическому аудированию; повышение квалификации специалистов в области экологического аудирования; обеспечение информационных и консультационно-методических услуг; ведение Реестра и собственно экологическое аудирование выбранных объектов.

На сегодняшний день действие системы определено Законом «Об экологическом аудите», рядом приказов Минприроды по сертификации и ведению Реестра экологических аудиторов. Государственным экологическим институтом Минприроды Украины при участии Центра экологического аудита и сертификации (г.Киев) и УкрЭкоАудит (г.Донецк) разработана программа и проводится обучение экологических аудиторов.

В то же время ряд вопросов обеспечения системы: нормативно-правового, организационного, методического, финансового, информационного остаются не решенными. В связи с этим возникают трудности при организации и проведении экологических аудитов, особенно обязательных его видов.

Согласно Закону «Об экологическом аудите» в ходе аудита должны решаться задачи: сбор достоверной информации об экологических аспектах производственной деятельности объекта; установление соответствия объектов экологического аудита требованиям законодательства об охране окружающей природной среды и другим критериям экологического аудита; оценка влияния деятельности объекта на состояние окружающей природной среды; оценка эффективности, полноты и

обоснованности меро-приятий по охране окружающей природной среды на объекте экологического аудита.

Для такой совокупной эколого-экономической оценки необходимо проводить комплексный экологический аудит, включающий аудит производственных площадей, отходов, систем экоменеджмента, оценку воздействия на окружающую среду и др. с выявлением существующих проблем и выработкой рекомендаций по улучшению природоохранной деятельности объекта аудита. В настоящее время в Украине отсутствует методическое обеспечение такого вида аудита.

Целью нашей работы является создание методического обеспечения для проведения комплексного экологического аудита предприятия, которое может быть легко адаптировано к целям различных экспресс-аудитов. Для решения указанной задачи разработана программа, формат отчета и вопросник для осуществления комплексного экологического аудита на промышленном предприятии с учетом требований законодательства Украины. Эти документы могут использоваться как при проведении обязательного экологического аудита, так и для добровольных аудитов в целях совершенствования эколого-экономических показателей и системы управления окружающей средой на предприятии.

Особенностью разработанных документов является то, что они с одной стороны соответствуют требованиям Закона Украины «Об экологическом аудите», с другой стороны адаптированы к стандартам экологических аудиторских отчетов международных банков. Еще одним преимуществом является то, что при проведении экологического аудита в соответствии с разработанными документами наряду с вопросами соответствия деятельности объекта экодита требованиям природоохранного законодательства, оценкой воздействия на окружающую среду рассматривается актуальный для украинских предприятий вопрос: соответствие действующих систем управления требованиям стандартов ДСТУ ISO серии 14000. Предусмотрена так же разработка мероприятий по совершенствованию деятельности в сфере охраны окружающей природной среды, которые могут быть включены в программы и планы развития предприятий, в том числе и в планы приватизации, условия аренды и др.

Структура документов представлена семью разделами: общие положения (критерии, доказательства, термины, сведения о заказчике и исполнителе); характеристика объекта экологического аудита (в историческом аспекте и текущая деятельность); оценка соответствия деятельности объекта требованиям природоохранного законодательства и оценка воздействия на окружающую среду (включает подразделы атмосферный воздух, водные, земельные ресурсы, почвы, отходы, шумы, опасные материалы, сборы и платежи, энергопотребление и сбережение, контроль); оценка эффективности, полноты и обоснованности природоохранных мероприятий; анализ существующей системы управления окружающей средой; техника безопасности; выводы.

В каждом из указанных разделов оценка проводится по разработанной системе вопросов, которая включает анализ: нормативно-правовых требований, системы экоменеджмента, планирования, документации, характеристик источников и видов загрязнения, систем мониторинга и контроля, статистической отчетности, аварий и системы реагирования на них, природоохранных мероприятий и других аспектов.

Документы структурированы таким образом, что они легко сокращаются для целей экспресс-аудитов, могут быть использованы при условиях ограниченности ресурсов проведения экологического аудита.



## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ДОНЕТЧИНЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ПОВЫШЕНИЯ

П.К. Егоров, Р.Г. Синельщиков  
Донецкий национальный технический университет

Лесистость Донецкой области в 1946г. составляла 2.8%, а в настоящее время – 7.2%, однако оптимального уровня ещё не достигла. Поэтому весьма актуальной остаётся проблема создания на Донетчине новых лесов, в том числе сосновых.

Экологический потенциал сосны определяют: высокая биологическая продуктивность, безупречная форма ствола и кроны, крупные размеры дерева, отличное качество древесины, неприхотливость к почве, прекрасные рекреационные и бальнеологические свойства, декоративность (как вечнозелёного дерева), отменные защитно-мелиоративные возможности. Что касается условий реализации этого потенциала, то они обусловлены, в частности, хорологическими, генезисными и репродуктивными особенностями сосны.

**Хорология** – раздел экологии, изучающий пространственное размещение таксонов растений и животных. В данном случае проблемы связаны с тем, что территория Донецкой области относится к степной зоне и характеризуется так называемым «географическим несоответствием» для леса. Однако допускается, что в пределах названных территорий есть места «экологического соответствия». В условиях Донбасса этим требованиям отвечают пониженные элементы рельефа – долины рек и балки (байраки). В частности, для сосны таковыми являются характерные участки местности на севере Донецкой области, где ведущая ландшафтообразующая роль принадлежит реке Северский Донец, а местность в целом известна как «Придонцовье».

Основной тип природного ландшафта здесь террасово-долинный. На правом высоком берегу реки произрастают дубовые насаждения, а на своеобразных меловых холмах – сосновые. Для левобережной поймы, наряду с лугами, характерны насаждения дуба, тополей, ольхи. А ещё дальше от реки, над поймой поднимается «арена» – песчаные террасы, занятые сосновым лесом. В научной экологической терминологии для типологического обозначения соснового леса используется давнее народное название «бор». В связи с этим употребляются характерные названия «аренные боры», «меловые боры». Названные типы леса в Придонцовье можно считать потенциально соответствующими экологическим потребностям сосны.

Что касается **генезисных** особенностей сосняков в регионе, то с ними тесно связана история возникновения придонцовских боров. По мнению авторитетных ботаников, в Донецкой области практически нет сосновых лесов естественного происхождения, а имеющиеся сосняки почти исключительно созданы человеком, то есть являются лесными культурами. Важно то, что искусственное лесоразведение позволяет преодолевать сопротивление среды, обусловленное географическим несоответствием, как, например, на чернозёмах равнинного Великоанадольского леса.

В целом на Донетчине сосновые леса занимают 25% лесопокрытой площади и находятся на втором месте после дубовых (51%). Насаждения представлены почти исключительно сосной обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) и лишь изредка (менее 10%) – сосной крымской (*Pinus Pallasiana* Lamb.). Благодаря боровым типам леса, Славянский и Краснолиманский районы на северной окраине Донецкой области обладают высоким уровнем лесистости (около 22%). А территория находящегося здесь Национального природного парка «Святые Горы» вообще имеет лесостепной облик.

С учётом вышеизложенного, в течение последних трёх десятилетий студентами и преподавателями ДонНУ и ДонНТУ исследовались сосновые леса Донетчины с использованием методов, принятых в лесной таксации и лесоустройстве. Предметом изучения являлись особенности строения, роста и естественного возобновления культур сосны в специфических экологических условиях меловых холмов и песчаных террас Придонцовья, а также равнинных обыкновенных чернозёмов Великоанадолья.

В аспекте экологического потенциала **ход роста** характеризуется следующим.

***Лесные культуриценозы сосны на меловых субстратах Придонцовья***

1. Сосна крымская и сосна обыкновенная растут одинаково успешно с сосной меловой.
2. На ранней стадии формирования (10-30 лет) бонитет повышается на одну-полторы единицы.
3. Сосна обыкновенная превосходит сосну крымскую по высоте, но уступает ей по диаметру ствола.
4. Ввиду неоднородности эдафо-орографических условий различаются две группы экотопов: а) на крутых склонах южных экспозиций с мелкими и смытыми меловыми почвами; б) на глубоких почвах вершин меловых холмов и гумусированном делювии склоновых подножий.

***Лесные культуриценозы сосны на арене Придонцовья***

1. Успешно произрастают культуры сосны обыкновенной и бесперспективны посадки сосны крымской и сосны меловой.
2. В отношении культуриценозов сосны следует различать следующие части арены:
  - боровая зона арены, тип леса сухой бор А1 (Ш бонитет) – 14% площади арены;
  - боровая зона арены, тип леса свежий бор А2С (П бонитет) – 54% площади арены;
  - суборовая зона арены, тип леса свежая дубово-сосновая суборь В2ДС (1 бонитет) – 32% площади арены.
3. Рост культуриценозов по высоте согласуется с общепонитировочной шкалой М.М. Орлова, в связи с чем классы бонитета можно рассматривать в качестве количественного градиента в ряду типов леса.

***Лесные культуриценозы сосны на чернозёмах Великоанадольского леса***

1. Чистые культуры сосны обыкновенной недолговечны из-за конкуренции со стороны клёна ясенелистного, ясеня ланцетного, клёна остролистного, черёмухи обыкновенной, бузины чёрной и других стихийно подсеменяющихся пород. Ограничивающим фактором служит не лимит влаги или плодородия, а конкуренция других пород.
2. У сосны крымской в чистой культуре на чернозёмах наблюдается хороший рост, что свидетельствует о её более высокой устойчивости.

**Репродуктивные** особенности сосны в регионе (репродукция – воспроизведение особей в процессе размножения) изучались в аспекте естественного возобновления лесных культур на арене Северского Донца. Актуальность проблемы состоит в том, что спустя несколько десятилетий нынешние средневозрастные культуриценозы достигнут возраста рубки и остро встанет вопрос о путях восстановления леса на вырубленных площадях. Исследованием выявлена явная зависимость среднего количества подроста на 1 гектар от класса возраста материнского древостоя:

в IУ классе возраста 0.13 тысячи, в У классе – 2.52 тысячи, в У1 – 3.81 тысяч, в УП классе – 4.22 тысячи.

Результаты исследования послужили основанием, чтобы предложить технологию вторичного восстановления искусственно созданных сосновых лесов в регионе.

Таким образом, обращение к объектам, первоначальное изучение которых было проведено в 70-е и 80-е годы, придаёт нынешним наблюдениям ценное качество мониторинговых исследований экологического потенциала лесов Донетчины.

## УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО СБЕРЕЖЕНИЮ И РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЛЕСНЫХ РЕКРЕАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ НПП «СВЯТЫЕ ГОРЫ»

Ю.С. Распитюкова, Е.В. Ермакова  
Донецкий национальный технический университет

Важным направлением в современной экологической науке является рекреация. Под рекреацией понимают восстановление здоровья и трудоспособности путем отдыха вне жилища, например, на лоне природы. Под природными рекреационными ресурсами понимают факторы и свойства природной среды, которые обладают благоприятными для рекреационной деятельности качественными и количественными параметрами и используются (или могут быть использованы) для отдыха, туризма, лечения и оздоровления.

Одной из острейших проблем промышленных регионов, таких, в частности, как Донбасс, является ухудшение качества рекреационных ресурсов, сокращение их объема в наиболее доступных зонах. Общеизвестно, что на территории Донецкой области, составляющей 4% площади Украины, сосредоточено 10 % населения, 15 % промышленного производства, около 30 % загрязненных стоков в гидрографическую сеть, 40% выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Это обуславливает высокую потребность в рекреационных ресурсах, размещающихся на территории области достаточно неравномерно, а также необходимость их охраны и рационального использования.

Существенным экологическим механизмом сбережения природных ресурсов является, прежде всего, их качественная и количественная оценка. До сих пор такого рода оценки для большинства рекреационных территорий отсутствуют, что негативно сказывается на эффективном управлении потоками отдыхающих, и неизбежно ведет к чрезмерным рекреационным нагрузкам и рекреационной дигрессии природных ресурсов.

**Объект.** В качестве объекта исследования было выбрано Святогорское лесничество, являющееся частью национального природного парка (НПП) «Святые Горы». Парк - одно из популярнейших мест отдыха на территории области. Он включает в себя Славянский, Краснолиманский районы и город Святогорск.

Целью работы являлась детальная рекреационная оценка выбранной территории для разных видов отдыха. Исходный материал составляла подробная таксационная характеристика изучаемой территории и собственные полевые исследования.

**Методика.** В основу оценки была положена методика, предложенная литовским исследователем Э. Репшасом. В соответствии с ней основными направлениями оценки рекреативности лесов являются:

1. Эстетические свойства.
2. Санитарно-гигиенические свойства.
3. Технологические и ситуационные свойства.
4. Устойчивость экосистемы.

Для получения рекреационных оценок каждого выдела была создана и применена компьютерная программа, определяющая оценки по четырем направлениям в балльном эквиваленте.

**Оценка эстетических свойств** проводилась по трем факторам, каждый из которых оценивался по определенному набору показателей: фактор пространственной структуры леса; фактор натуральности леса; фактор разнообразия леса. **Оценка**

*санитарно-гигиенических свойств* леса проводилась по пяти факторам: фактор антропоклиматических свойств леса; фактор кислородопродуктивности леса; фактор загрязнённости атмосферы; фактор стерильности воздуха; фактор наличия беспокоящих насекомых. *Оценка технологических и ситуационных свойств* включала в себя два фактора: фактор типа условий местопроизрастания по Погребняку, фактор расстояния от основного местожительства (км). *Оценка рекреационной устойчивости* участка включала в себя четыре показателя: тип условий местопроизрастания по Погребняку, преобладающую породу, структуру насаждений, стадию рекреационной дигрессии.

В результате расчетов были получены рекреационные оценки для активного, прогулочного отдыха и соляриев каждого выдела, а также средневзвешенные рекреационные оценки по кварталам.

Анализируя результаты, следует отметить, что насаждения песчаной террасы отличаются более высокими ситуационно-технологическими свойствами по сравнению с пойменными лесами. Кроме того, сосновые насаждения являются более подходящими для соляриев и прогулок. Пойменные же насаждения отличаются более высокой оценкой эстетических свойств, что связано, прежде всего, с их богатым видовым разнообразием и наличием объектов аттракции (Святогорская Свято-Успенская лавра).

Наивысшая оценка рекреационных свойств пойменных территорий связана с их санитарно-гигиеническими свойствами и устойчивостью к рекреационным нагрузкам. Произрастающие здесь древесные породы характеризуются высокой кислородопродуктивностью. Низкая оценка технологических свойств объясняется труднопроходимостью территорий, наличием многочисленных болот.

Лесные насаждения расположенные на первой надпойменной террасе, наиболее благоприятны по их санитарно-гигиеническим свойствам, что связано с преобладанием здесь сосны обыкновенной, отличающейся высокой способностью к выделению фитонцидов и ионизации воздуха. Невысокая эстетическая оценка лесных насаждений этой территории связана с их искусственным происхождением, в связи с чем достаточно хорошо прослеживается равномерная структура размещения деревьев и их низкое видовое разнообразие.

**Выводы и рекомендации.** Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод, что пойменные территории с их песчаными и травянистыми пляжами, значительным видовым разнообразием будут привлекать чрезмерный поток рекреантов, а следовательно, и испытывать на себе большую рекреационную нагрузку, по сравнению с песчаной боровой террасой.

С целью более рационального использования этих уникальных природных ресурсов и во избежание их деградации необходимо своевременное проведение комплекса организационных и хозяйственных мероприятий, способствующих более равномерному распределению туристов по территории парка.

Основу этих мероприятий должна составлять воспитательная работа с детьми в детских оздоровительных лагерях, информирование туристов посредством информационных стендов, листовок, рекламных биг-бордов о малоизвестных широкому кругу населения особых объектах песчаной боровой террасы, распространение памяток, пропагандирующих правила поведения в лесу. Существенным шагом в достижении задачи перераспределения отдыхающих является также проведение тематических экскурсий и создание экологических троп на территории, испытывающей меньшие рекреационные нагрузки.

## ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОХОРОНИ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

В.М. Кулик, Е.В. Янковська  
Донецький національний технічний університет

Усі води (водні об'єкти) на території України є національним надбанням народу України, однією з природних основ його економічного розвитку і соціального добробуту.

В Україні ведеться Державний водний кадастр, який містить дані державного обліку поверхневих і підземних вод та державного обліку водокористування.

Водні ресурси забезпечують існування людей, тваринного і рослинного світу і є обмеженими та уразливими природними об'єктами.

В умовах нарощування антропогенних навантажень на природне середовище, розвитку суспільного виробництва і зростання матеріальних потреб виникла необхідність розробки і додержання особливих правил користування водними ресурсами, раціонального їх використання та екологічно спрямованого захисту, які були прийняті та закріплені на державному рівні у численних Законах України („Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення”, „Про затвердження Загальнодержавної програми охорони та відновлення навколишнього середовища Азовського і Чорного морів”, „Про Загальнодержавну програму розвитку водного господарства”,...), Постановах Верховної Ради України („Про Національну програму екологічного оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості питної води”,...), Указах Президента України („Про вдосконалення системи реагування на надзвичайні ситуації на водних об'єктах”,...), Постановах КМУ („Про затвердження Порядку розробки паспортів річок та Порядку встановлення берегових зон водних об'єктів і користування ними”, „Про програму розвитку водопровідно-каналізаційного господарства”, „Про вдосконалення Порядку видачі спеціальних дозволів (ліцензій) на користування джерелами мінеральних вод”...), нормативних документах, розпорядженнях, інструкціях,...

Водний кодекс України (від 6 червня 1995 р., з внесеними змінами 2000 р.), в комплексі з заходами організаційного, правового, економічного і виховного впливу, сприяє формуванню водо-екологічного правопорядку і забезпеченню екологічної безпеки населення України, а також більш ефективному, науково обґрунтованому використанню вод та їх охороні від забруднення, засмічення та вичерпання.

Водні об'єкти або їх частини місцевого значення та ставки, що знаходяться в басейнах річок загальнодержавного значення можуть надаватися в користування на умовах оренди, але лише для риборозведення, виробництва, сільськогосподарської і промислової продукції, а також у лікувальних і оздоровчих цілях (ст. 51 ВК України).

Користування водними об'єктами може бути частково або повністю заборонено, якщо ці водні об'єкти мають особливе державне значення, наукову або культурну цінність, а також якщо вони входять до складу систем оборонного водопостачання теплових та атомних електростанцій. На водних об'єктах повністю заборонено лісосплав (ст. 54 ВК України).

Скидання стічних вод промисловими та іншими об'єктами допускається лише за умови наявності нормативів гранично допустимих концентрацій та встановлених нормативів допустимого скидання забруднюючих речовин.

Скидати стічні води, використовуючи рельєф місцевості забороняється.

Законодавчі акти і державні програми передбачають застосування комплексних заходів під час вирішення проблем водокористування, які мають велике значення для функціонування економіки країни в цілому та її окремих галузей, з метою соціально-економічного розвитку та забезпечення безпечних умов життя населення. Комплексний підхід містить в собі і правове регулювання різноманітних аспектів поводження з національним надбанням народу України (водами, водними об'єктами), зокрема вирішення спорів і застосування юридичної відповідальності за скоєння правопорушень в цій галузі, які мають місце в нашому, досить не легкому, житті.

Вирішення спорів, що виникають в області водокористування здійснюється судами згідно діючого законодавства. Судовий порядок вирішення спорів розповсюджується як на розгляд судами загальної юрисдикції, так і арбітражними судами. Згідно ст. 67 природоохоронного закону, спори в області охорони навколишнього середовища вирішуються не тільки судами, але й відповідними Радами або створеними ними органами, у відповідності до їх компетенції та в порядку, встановленому законодавством.

Органи спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади у галузі водного господарства розглядають справи про адміністративні правопорушення, пов'язані з порушенням правил використання, охорони водних ресурсів (статті 48, 59, 60, 61 Кодексу про адміністративні правопорушення, за винятком випадків забруднення та вичерпання підземних вод або порушення водоохоронного режиму на водозборах, яке спричинило забруднення цих вод).

Органи спеціально уповноваженого органу виконавчої влади у галузі геології та використання надр розглядають справи про адміністративні правопорушення, передбачені статтями 59, 60, 61 Кодексу про адміністративні правопорушення, у випадках забруднення та вичерпання підземних вод або порушення водоохоронного режиму на водозборах, яке спричинило забруднення цих вод.

Найбільш поширеними формами адміністративної відповідальності за порушення вимог законодавства в галузі водного господарства є адміністративне попередження і адміністративний штраф.

Дисциплінарна відповідальність за порушення законодавства в галузі водного господарства може застосовуватися до робітників підприємств, установ та організацій за нормами трудового законодавства (найбільше покарання – звільнення).

Кримінальна відповідальність, згідно КК України настає під час порушення правил охорони вод (ст. 242), забруднення моря (ст. 243), порушення законодавства про континентальний шельф України (ст. 244). Суб'єктом цих справ може виступати як посадова особа, так і фізична осудна особа з 16 років, яка за вироком суду відповідатиме перед законом за скоєний злочин проти України, навколишнього середовища.

Дотримання санітарно-гігієнічних вимог до якості та безпеки вод здійснюється санітарно-епідеміологічною службою України. Громадський контроль у цій галузі здійснюється громадськими інспекторами з охорони навколишнього середовища відповідно до Положення про громадських інспекторів з охорони навколишнього природного середовища, затвердженого наказом Мінекобезпеки України від 5 липня 1999 р. №150.

Важливими засобами охорони вод є встановлення водоохоронних зон, прибережних захисних смуг навколо водних об'єктів, смуг відведення на річках, греблях, водоймах, берегових смуг на судноплавних водних шляхах, зон санітарної охорони.

## ЕКОЛОГІЧНЕ ІНФОРМУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ – КРОК У НАПРЯМУ СТАЛОГО РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА

Г.П.Пефтієва, А.І. Панасенко  
Донецький національний технічний університет

Демократичний шлях розвитку суспільства передбачає безпосередню участь громадськості у процесі будівництва державного устрою в усіх його проявах. На жаль, позиція громадян здебільшого пасивна. Така ситуація не може сприяти конструктивній співпраці держструктур та населення у вирішенні проблем, що стоять перед нашою країною. Серед них і проблема охорони довкілля, яку не можливо вирішити суто силовими методами. Адже на стан довкілля впливають не лише підприємства. Кожна людина протягом життя може збагачувати рідну природу, або знищувати її. Все залежить від екологічної свідомості особи, незалежно від її професії, посади, або освіти. А свідомість кожного формується протягом життя під впливом інформації, яку ми отримуємо, починаючи з малку.

З часу ратифікації Україною Оргуської конвенції, яка передбачає вільний доступ громадськості до екологічної інформації та участь у прийнятті управлінських рішень, що впливають на стан довкілля широке інформування населення стало обов'язковою складовою державної екологічної політики нашої держави. Країною були зроблені кроки щодо вдосконалення національного законодавства з урахуванням вимог Оргуської конвенції, зокрема: вийшов Закон України від 28 листопада 2002 року № 254-IV “Про внесення змін до деяких законодавчих актів України”, внесені зміни до Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища” та ін.

Держуправління, як уповноважений орган Міністерства охорони навколишнього природного середовища України, що впроваджує державну екологічну політику на території Донецької області, здійснює інформування населення області про екологічні проблеми регіону і про стратегію державної екологічної політики, спрямовану на їх вирішення.

В Держуправлінні розроблена система заходів, яка передбачає інформування населення з використанням усіх можливих засобів розповсюдження інформації серед мешканців області. Незамінними партнерами Держуправління у цьому питанні виступають засоби масової інформації усіх рівнів. Серед них: газети “Вечерний Донецьк”, «Жизнь», «Донбасс», «Донецькие новости», аналітично-інформаційний журнал “Схід”, всеукраїнський журнал “Наш вибір”, всеукраїнський діловий журнал “Меркурій”.

За підтримкою Держуправління двічі на місяць видається єдина в Донецькій області масова екологічна газета «Наш край», популярність якої зростає рік від року. На сторінках газети представникам громадських організацій області надається можливість надрукувати свої матеріали. Держуправління сприяє діяльності газети, надає їй постійну інформаційну підтримку.

Починаючи з 1998 року Держуправлінням щорічно видається екологічна збірка “Земля тривоги нашої” за матеріалами національної доповіді про стан навколишнього природного середовища у Донецькій області. Це видання має попит серед студентів, викладачів, керівників підприємств, громадськості.

За сприянням Держуправління на ДТРК “Регіон” щомісяця виходить передача “Довкілля”. В ефірі телерадіокомпаній “Інтер”, “Регіон”, “Україна”, “КРТ” та ін. регулярно лунають репортажі та анонси з екологічної тематики, ініційовані Держуправлінням.

Значну роль у формуванні екологічної свідомості населення відіграють громадські екологічні організації. Тому Держуправління намагається сприяти активізації громадського екологічного руху, залучає громадськість до участі у природоохоронних акціях, компаніях та сприяє реалізації громадських ініціатив. Таким чином, у полі зору Держуправління знаходяться не лише підприємства, робота яких негативно впливає на стан довкілля, а також громадські організації, які працюють у дитсадках, школах та ВУЗах.

У напрямку налагодження співпраці між громадськістю та державними установами з охорони довкілля діє Громадська рада при Держуправлінні, створена у 1999 році, до складу якої увійшли найактивніші громадські екологічні організації області. До основних завдань Громадської ради належать : сприяння участі громадськості у прийнятті рішень в сфері охорони довкілля, поширення екологічної інформації серед мешканців області, підвищення екологічної свідомості школярів, практична діяльність з охорони довкілля, зокрема щорічне проведення громадських акцій та компаній таких як: “Живи, ялинка”, “Зелені легені Донбасу”, “Свій голос віддаю на захист природи”, “Збережемо первоцвіти”, “Натисни на сміття”, с “Наше зелене оточення”, “Акція водохрещення” у межах всеукраїнської акції “До чистих джерел”.

Однак реальні можливості доступу громадськості до екологічної інформації залишаються обмеженими через відсутність технологій, що забезпечують ефективність такого доступу, або через витрати, необхідні для його забезпечення. Тому необхідно активізувати роботу у цьому напрямку та особливу увагу слід приділити використанню і розвитку електронних засобів інформації, а з урахуванням того, що довкілля не має кордонів вкрай потрібно задіяти у цій справі потенціал Всесвітньої комп’ютерної мережі Інтернет.

Таким чином, для суттєвого підвищення рівня інформування і екологічної свідомості населення Донецької області та залучення громадськості до участі в прийнятті екологічно вагомих рішень, необхідно вжити наступні кроки:

- створити Веб-сайт Держуправління для інформування мешканців - користувачів Інтернет-мережі;
- створити екологічний інформаційний центр, що дозволить організувати банк екологічної інформації та започаткувати на новому рівні систему збору, накопичення та надання екологічної інформації мешканцям регіону;
- формувати електронні та друковані каталоги, довідники з екологічної інформації у вигляді електронних баз даних, кадастри, реєстри, поліграфічні видання, переліки нормативно-правових актів, тощо, орієнтованих на різні групи користувачів;

Розвиток суспільства передбачає використання природних ресурсів, а сталий розвиток забезпечує раціональне використання без шкоди оточуючому середовищу. Чим нам загрожує зневажливе ставлення до природи, як уникнути загрозованих наслідків від забруднення довкілля, що може зробити кожний з нас – ось не повний перелік питань, які цікавлять громаду. І Держуправління сприятиме інформаційному задоволенню найширшого кола мешканців, небайдужих до оточуючого середовища.



## ЭКОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИШАЙНИКОВ В УСЛОВИЯХ ДОНБАССА

А.С. Аверчук, А.В. Машталер  
Донецкий национальный университет

Лишайники (*Lichenophyta*) широко распространены во всех экосистемах, удивляют разнообразием видов, физиолого-биохимическими процессами, способностью синтезировать химические вещества, из которых более 300 являются специфичными для них. Одновременно лишайники чрезвычайно чувствительны к загрязнению атмосферы, одними из первых погибают при высоком содержании в воздухе двуокиси серы, угарных газов, содержании летучих фракций ацетоновых растворителей, выхлопных газов автомобилей и др. Уже одна сотая той концентрации двуокиси серы, которая вредна для древесных растений, у лишайников вызывает нарушение дыхания, разрушение хлорофилла в водорослевом компоненте и угнетение роста. В зоне максимального загрязнения воздуха двуокисью серы образуется “лишайниковая пустыня”, что нами отмечено в зоне расположения Донецкого металлургического завода (ДМЗ) и коксохимического цеха. Степень чувствительности имеет узкие видовые диапазоны, что указывает на возможное использование их в качестве биоиндикаторов загрязнения окружающей среды.

С целью изучения эколого-биохимических особенностей лишайников в условиях Донбасса нами были обследованы деревья парков, скверов, рядовых посадок и центральных улиц гг. Донецка и Тореза, для которых характерна высокая антропогенная нагрузка. Также рекогносцировочными маршрутами были охвачены лесные массивы Артемовского и Славянского районов, расположенные на северо-востоке Донецкой области. Таким образом, пробные площади охватывают участки с различной степенью антропогенной нагрузки и загрязнения воздуха.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что наиболее распространенными лишайниками являются виды родов *Pertusaria* D.C. и *Flavoparmelia* Ach., которые встречаются на коре обследованных деревьев (30 и 37% соответственно). Из рода *Flavoparmelia* наиболее распространен *F. superata* (L.) Hall. В целом, заселенность лишайниками отмечена от 10 до 100% деревьев, на которых встречены указанные лишайники (табл.).

В зеленой зоне городов чаще лишайники встречаются на тополе Болле (*Populus bolleana* Lauche.) и пирамидальном тополе (*P. italica* Moench.). Реже на указанных видах тополей встречаются *F. sulcata* и *Parmeliopsis* (Wulf.) Nyl. Из других видов деревьев лишайники распространены на клене ясенелистом (*Acer negundo* L.), здесь отмечены *P. ambigua*, тополе черном (*P. nigra*), а также на вязах граболистном (*Ulmus caprinifolia* Rupr. ex Suckow) и голом (*U. glabra* Huds.) – *F. superata*, берёзе пушистой (*Betula pubescens* Ehrh), почти не заселены лишайниками, липа сердцевидная (*Tilia cordata* Mill.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), черемуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.), робиния ложноакация (*Robinia pseudoacacia* L.). Здесь встречены единичные экземпляры *F. superata* и виды рода *Pertusaria* (табл.).

Наблюдения показали, что средняя высота распространения лишайников по стволу – 1 метр ( $\pm 20\text{--}30$  см), что позволяет отнести приведенные выше виды к гелиофитам. Однако наблюдается зависимость от положения ствола дерева, если ствол

имеет четко выраженный наклон, то лишайники поднимаются на 3–4 метра по нему, но не более 1,5 метра в высоту над землей.

Распространение лишайников в зависимости от породы дерева

№	Порода дерева	Вид лишайника, встречаемость %					
		<i>Pertusaria</i>	<i>F. caperata</i>	<i>F. sulcata</i> Tayl.	<i>Parmeliopsis</i>	<i>Psora ostrea</i>	В среднем
1	<i>P. italica</i>	78	90	78	78	20	68,8
2	<i>P. bolleana</i>	78	82	1	73	20	50,8
3	<i>P. nigra</i>	8	-	6	6	-	4
4	<i>U. glabra</i>	2	10	-	-	1	2,6
5	<i>U. aprinifolia</i>	1	11	-	-	1	2,6
6	<i>T. cordata</i>	-	-	-	-	-	-
7	<i>S. aucuparia</i>	-	-	-	-	-	-
8	<i>P. avium</i>	-	-	-	-	-	-
9	<i>A. negundo</i>	1	2	-	30	-	6,6
10	<i>B. pubescens</i>	9	2	2	-	1	2,8
11	<i>R. pseudoacacia</i>	3	1	-	-	-	0,8

Совершенно иную картину наблюдаем в лесу. На участках с хвойным лесом, где лесобразующей породой является сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.) формируется довольно толстый слой лесной постилки, состоящий из опавшей хвои и отмерших частей высших травянистых растений, на поверхности которой порой образуются дернины мхов, площадь которых может достигать значительных размеров (50 – 80%). В большинстве случаев моховая синузия включает и отдельных представителей лишайнофлоры - *Cladonia foliacea* (Huds.) Schaer. и *C. turgida* (Ehrh.) Hoffm. Мхи в данном случае служат источником влаги для лишайников. Лесная подстилка не задерживает влагу, однако сомкнутый моховый покров сохраняет её для себя и внедрившихся в сообщество лишайников. Такие группировки состоят из двух-трех видов. Как правило, из мхов это *Funaria hygrometrica* Hedw., *Polytrichum commune* Hedw., *P. piliferum* Hedw., *P. juniperium* Hedw., *Brachythecium campestre* C. Müll., *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Pleurosium schreberi* (Brid.) Mitt.

Коровый лишайниковый покров достигает в высоту 3 – 4 метра. От основания деревьев до высоты 25 – 30 см. формируется мохово-лишайниковое сообщество, далее чисто лишайниковое. Необходимая для них влага заключена в трещинах древесной коры. В осинниках на коре деревьев поселяются *X. parietina* (L.) Th. Fr., образуя округлые слоевища яркой желто-оранжевой окраски размером до 2,5 – 3 см. в диаметре. Наличие в слоевище париединовой кислоты дает лишайнику данную окраску, оттенки которой варьируют в зависимости от интенсивности освещения солнечным светом. На открытых местах *X. parietina* имеет интенсивную оранжевую окраску, в наиболее затененных – окраска может быть зеленой.

По данным наших наблюдений можно также отметить зависимость распространения лишайников от их экспозиции: виды рода *Pertusaria* – северное, северо-восточное направление, иногда опоясывают ствол; на южной и западной экспозиции встречаются виды родов *Flavoparmelia* и *Parmeliopsis*. Эта особенность характеризует их как тепло- и светолюбивые лишайники.

Таким образом, произрастание лишайников на различных древесных породах может быть лимитировано следующими факторами: интенсивностью освещения (густота кроны); микрорельефом субстрата (форма, исчерченность и кислотность коры), влажностью, наклоном ствола, возрастом дерева.

## СТРУКТУРНА РІЗНОЯКІСНІСТЬ ВИДІВ РОСЛИН З ШИРОКОЮ ЕКОЛОГІЧНОЮ АМПЛІТУДОЮ В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО РЕГІОНУ

П.С. Беломеря, Н.М. Пихота, А.І. Сафонов  
Донецький національний університет

Критерієм антропотолерантності рослини може бути її пластичність, яка відбивається у диференціації її гістохімічних структур, що робить можливою адаптацію потенційного фітотестора до широкого спектру умов існування. Вивчення феноменології фенотипічної пластичності в умовах 1) різних екологічних ніш, 2) природних флуктуацій екологічних факторів та 3) дії “надлишкової” дози того чи іншого екологічного фактора або пошкоджуючих факторів антропогенного походження може бути спрямоване на визначення критичного або критичних факторів у контрастній екологічній ніші, які обумовлюють продуктивність ценопопуляцій і формування локальних рас або екотипів. Закономірності формування відповідних реакцій біологічних об’єктів на слабкі та значні за силою впливи суттєво різняться.

До цієї серії експерименту було залучено два рослинних об’єкти у двох принципово різних аспектах: *Plantago major* L. у фоліологічному (структурно-листяковому) аспекті та *Dactylis glomerata* L. – у палінологічному (при вивченні структурної різноякісності пилкових зерен).

Про пластичність виду можна судити, якщо відома морфологічна будова рослини, зокрема листка, як найбільш пластичного органа, в будові якого відображається екологічна еволюція виду, що відбувається під впливом умов середовища. За відносно однорідних едафо-кліматичних умов відмінності анатомо-морфологічної будови листка опосередковано свідчать про наявність додаткового чинника, який порушує рівновагу природної системи та індукує гетерогенність середовища, наприклад, у токсикологічному аспекті. Тому нами було обрано декілька дискретних ознак структури листка, гетерогенність атипичного характеру яких можна шкалувати для подальшого встановлення інформативного значення індикаторних видів при тестуванні забруднення ґрунтів важкими металами.

Фундаментальні дослідження структурної організації будови листкової пластинки відображені у роботах Ю.В. Гамалея, В.Е. Juniper, Є.А. Мірославова, W. Barthlott, С. Neinhuis, D. Cutter, С.Р. Metcalfe, L. Chalk. Н.А. Журавльовою досліджено процес продихового руху; Н.Є. Павловська зі співавторами вивчали реакцію продихового апарату листової пластинки деяких рослин на території забруднення важкими металами, що є аспектом біоіндикаційного плану. Слід зауважити на часту невідповідність результатів лабораторного аналізу та даних, отриманих за умов зростання рослин в природних умовах. Структура покривної тканини асиміляційно-транспіраційних органів визначається специфікою її функції в загальній системі тканин листка. Нами було визначено, що у контрастних біогеохімічних умовах деякі види рослин найбільш толерантні до впливу токсичних факторів. В якості модельного виду було обрано *Plantago major* L. Процеси формування листкових пластинок рослин техногенних екотопів Донецької області сполучені з загальними змінами, що відбуваються в рослинах під дією неспецифічного стресу. Скорочення вегетаційного періоду, поява ксероморфних ознак, підвищення структурної гетерогенності особин властиві для видів природної флори, що зростають у несприятливих умовах середовища. З польових спостережень можна зазначити, що, хоча кільчення насінин та

етапи початкового розвитку до періоду цвітіння *P. major* співпадають у часі, онтогенетичні перетворення генеративного періоду рослин значно скорочуються у пробних площах антропогенних екотопів (різниця становить не менше двох тижнів). Однорідний рослинний матеріал у фоліологічному аспекті доцільно збирати у передгенеративний період (середина червня), однак деякі дискретні ознаки, наприклад, елементи будови “межового шару” листових пластинок можна зареєструвати тільки на певному етапі онтогенезу, що обумовило додаткові збори у різні відрізки вегетаційного періоду. Також для рослин *P. major*, що зростають під впливом посиленої антропопресії, нами були зазначені наступні якісні ознаки пригнічення стану: пожовтіння та швидке відмирання перших листків, листові пластинки були майже червоного забарвлення, особливо на периферії та повздовж центральних жилок; маленькі розміри особин (до 7 см у пробних площах). Ці ознаки зрідка були відзначені і на умовно контрольних пробних площах, але не частіше 5%, до того ж їх не можна вважати дискретними, оскільки вони комплексні, а при абстрагованому шкалотворенні в такому випадку не залишається біологічного сенсу. Отже, для фітоіндикаційної оцінки ступеня металопресингу ми обрали ознаки, варіювання яких можна простежити за табличними шкалами або встановити при наочно-порівняльному індексуванні. Для аналізу інформативності структурної пластичності листових пластинок *Plantago major* нами були обрані: ступінь деформованості базових епідермальних клітин (ДЕК), товщина кутикули (ТК), кількість деформованих продихових комплексів (ДПК), частота стрівальності простих покривних трихом (ППТ), частота стрівальності спеціальних одноклітинних простих трихом (СТ) та частота стрівальності залозистих трихом (ЗТ).

Для встановлення індикаторної інформативності варіабельності ознак будови рослин у палінологічному аспекті ми обрали показник ступеня дефектності пилку (СДП) *Dactylis glomerata* L. Діапазон пластичності пилкових зерен рослин-індикаторів у зонах забруднення важкими металами розширюється, але загальний поліморфізм пилку – це дуже комплексна ознака для факторіального визначення забруднення та встановлення причинного зв'язку появи атипової будови рослин зі специфікою металопресингу на ґрунти. Для визначення кращого барвника за інформативністю при встановленні ступеня дефектності пилку провели порівняльний аналіз цього показника за умов забарвлення пилкових зерен метиленовим синім – СДП(М), ацетокарміном – СДП(А), гематоксилином – СДП(Г) та орсеїном – СДП(О). Отримані дані вірогідні при  $P < 0,05$ . Максимальні значення СДП здебільшого визначені при забарвленні метиленовим синім, у цьому ж випадку зареєстровані нижчі значення коефіцієнту варіації. Характер розподілення показників СДП для різних пробних площ при різному забарвленні в цілому зберігається та, якщо використовувати уніфіковану шкалу, значення СДП(М) є більш інформативними. За ступенем визначеної варіабельності СДП барвники можна розташувати у наступний ряд за зменшенням їх значущості для фітоіндикаційного тестування ґрунтів: метиленовий синій, ацетокармін, гематоксилін, орсеїн. Але використані барвники по-різному забарвлюють пилкові зерна, що обумовлено їх хімічними особливостями та спорідненістю зі структурними елементами пилку. Окремі елементи будови пилку та їх варіабельність, яка часто може розцінюватися як атипова, можна оцінити тільки за умов застосування певних барвників. В цілому, показник СДП можна вважати інформативним для загального визначення ступеня металопресингу на ґрунти, але при використанні певних фітоіндикаторів та барвників можна отримати більш детальну характеристику та диференціювати елементні забруднення ґрунтів як окремі фактори неспецифічного стресу.

## ОСТОРОЖНО: АМБРОЗИЯ

Я.И. Лавская, Л.А. Цымбал, Н.К. Бондаренко  
Донецкий национальный технический университет

Загрязнение окружающей природной среды может быть не только результатом хозяйственной деятельности людей, но и результатом их бесхозяйственности. В этом нас убедили результаты обследований, полученные при прохождении производственной практики.

Целью исследований являлось обнаружение или отсутствие злостного карантинного сорняка – амброзии полыннолистной на поверхностных комплексах некоторых шахт, расположенных в черте города Донецка.

В частности, нами были изучены породные отвалы шахт им. А.М Горького, им. М.И. Калинина. Визуальное обследование проводилось по всей территории земельного отвода, принадлежащего данной шахте. Это и шахтный двор, и очистные сооружения и подъездные пути, и хозяйственно-производственные комплексы и породные отвалы, включая санитарно-защитную зону предприятия. Обнаруженные, засеянные в огромных количествах подножья поверхностных комплексов амброзией, заставили нас больше узнать об этом адвентивном сорняке, и влияние его на окружающую среду и на здоровье населения в целом.

Диапазон выносливости экологических факторов этим растением сравнительно широкий, а человек своей халатностью и бесхозяйственностью создает самые благоприятные условия для его интенсивного размножения.

Как занесенное к нам растение, амброзия не имеет прямых природных врагов. Животные ее не едят, хотя над этим вопросом работают многие энтомологи. Она обладает высокой биологической активностью и способна заглушить не только культурное, но и дикорастущее растение, захватывая, таким образом, новые земельные территории и площади, хотя этот тезис требует доказательств, которыми мы пока не располагаем. Это однолетний, злостный карантинный сорняк высотой 20 – 180 см. Сильно разрастаясь, одно растение может давать 1000 – 2000 и более семян, которые, существенно пополняют семенной почвенный банк. Распространяется только семенами, с продовольственным фуражом (исторически так попало растение на территорию бывшего Советского Союза) и др. способами.

Наиболее опасным периодом для населения является период цветения амброзии. Цветет она в июле – августе. Во время цветения это растение очень агрессивно: его пыльца, семена и листья очень опасны и вызывают заболевания, называемый специалистами амброзийный поллиноз, многочисленные аллергические проявления. Согласно древним преданиям амброзия была пищей богов, которая дарила им вечную жизнь. В современном же мире это карантинное растение является сильнейшим аллергеном, от пыльцы, которого страдают миллионы людей. Попадая на слизистую глаз, носа, др. органов, пыльца амброзии вызывает неспецифические реакции. Лечение продолжительное и не всегда успешное. Также в этот перечень входит и отек Квинке (от 3 до 31% в структуре аллергических заболеваний) называемый еще ангионевротическим, и тяжелые приступы удушья, и нарушения в работе внутренних органов. Несмотря на все усилия по предупреждению карантинных инспекций и медиков, борьба с амброзией в Украине практически не ведется.

Аллергия может привести к нежелательным последствиям. Она вызывает заболевание амброзийным поллинозом, но при своевременном лечении – бед можно избежать. В Донецкой области численность больных составляет 18,5%.

Самым страшным есть тот факт, что люди до конца не осознают всей опасности этого сорняка.

Достучаться до сознания обычных граждан очень сложно. Многие из них даже не понимают, что амброзию в собственном огороде надо уничтожить. Должны заметить, что не только рядовые граждане не понимают, директора крупных предприятий, в частности шахт, тоже. А ведь на шахтах работают люди, которые вынуждены дышать и без того загрязненным воздухом. У одних не доходят руки, другие не встречают взаимопонимания. Скорей всего это объясняется тем, что штраф за необработанную территорию составляет чуть больше семнадцати гривен, его легче заплатить, чем бороться с сорняками. Решение вопроса упирается в отсутствии контроля за санитарным состоянием подведомственных территорий. Из года в год санитарно-эпидемиологические службы области и города вместе с медиками бьют тревогу и призывают коммунальные службы, руководителей больших предприятий и различных фирм уничтожить амброзию. После того как сезонная аллергия стала приобретать все признаки эпидемии, а медики заговорили, что в одиночку им не справиться, к этой проблеме обратились природоохранные, санитарные и экологические службы города. Однако до сих пор так и не выработаны действенные методы по уборке амброзии.

В связи со сложной ситуацией вокруг аллергенных сорняков и в соответствии с законом Украины «О карантинных растениях» еще в 2004 г. Кабинет министров постановил утвердить «Концепцию по ликвидации амброзии полыннолистной на территории Украины на протяжении 2005-2010 гг.» утверждена также Программа реализации указанной Концепции, в которой среди задач по ее выполнению, говорится о том, что основное внимание необходимо уделить ознакомлению с карантинным сорняком всех учащихся: школ, техникумов, университетов и др. Кроме того: «...на государственном уровне определить месяц май – месяцем общегосударственной борьбы и ликвидации амброзии полыннолистной».

Установлено, что на всех обследованных территориях шахт амброзия, в большей или меньшей мере – произрастает.

Хочется обратить общее внимание на то, что приближается лето. Борьбу с сорняком надо начинать в начале лета. В июне амброзия еще не цветет, и корни у нее слабые. Траву легко вырвать даже вручную. Многократное скашивание эффективно в более ранние периоды. Одиночные растения достаточно вырвать с корнем, а солидные заросли приходится уничтожать при помощи гербицидов. Для большего эффекта необходимо принимать более серьезные меры, такие как культивация, скашивание, сжигание, прополка. Распространение сорняка можно приостановить общими усилиями, уничтожая его везде, в течение всего вегетационного периода. Этим самым мы не дадим распространиться сильнейшему аллергену и внесем определенный вклад в оздоровление экологической безопасности области.

Естественно, это полностью не уничтожит амброзию, но значительно снизит темпы ее роста, ее распространения.

Призываем всех студентов, аспирантов и преподавателей не оставаться в стороне от борьбы с нашим общим врагом. Напоминаем, что живем мы уже в третьем тысячелетии, пытаемся войти в цивилизованное Европейское сообщество и для этого просто необходимо навести элементарный порядок в своем доме – Украине.

## АЛЬГОФЛОРА ПРУДОВ КИРОВСКОГО РАЙОНА Г. ДОНЕЦКА

Е.Н. Верхогляд, Н.М. Лялюк  
Донецкий национальный университет

Пруды относятся к искусственным гидрологическим объектам, сооруженным в основном для рыборазведения, водоснабжения, полива полей, очистки воды и других целей. Иногда пруды появляются как результат хозяйственной деятельности человека. Например, строительные котловины могут заполняться водой в результате подземных грунтовых вод. Пруды, чаще всего, мелкие водоемы с небольшой площадью водного зеркала, часто спускаемые на зиму. Сообщества организмов прудов отличаются видовым однообразием, продукция при этом очень высокая. Часто пруды сильно эфтрофированы и в них отмечаются «цветения», определяемые водорослями различных систематических групп (в том числе, токсическими сине-зелеными водорослями). Пруды в черте города используются населением в хозяйственных целях (для полива, для ловли рыбы и др.) и рекреационных целях, поэтому необходим контроль экологического состояния прудов.

В связи с вышесказанным, целью нашей работы стало изучение гидрологических особенностей прудов Кировского района г. Донецка и особенностей развития альгофлоры. Для выполнения исследования были заложены мониторинговые точки в прудах. Изучаемые водные объекты расположены в Кировском районе. Первый пруд располагается в поселке Жилкоп, второй и третий – в районе Рутченковского машиностроительного завода (ДРМЗ), четвертый – отстойник ДРМЗ. Эти пруды относятся к копаному типу и наполняются за счет атмосферных осадков и подземных вод. Котловина по общему очертанию округло-овальная. Пруды не имеют искусственных и естественных притоков.

Пруд № 1 имеет каменистые берега, прибрежная зона и дно сложены гравийно-галечниковым материалом, местами с илистыми отложениями – как результат интенсивного размножения организмов. Пруд характеризуется обрывистым характером берегов с северо-восточной и юго-восточной сторон. Остальная часть берегового откоса – пологая. Данный пруд используется в рекреационных целях и населением для ловли рыбы.

Пруд № 2 (Чунь-Чунь большой) и пруд № 3 (Чунь-Чунь малый) сообщаются между собой и имеют округлые берега, заросшие рогозом. Образование прудов связано с формированием перешейка в срединной части водоема в период засухи. Водное зеркало покрыто ряской. Пруды используют для полива полей, огородов и ловли рыбы.

Пруд № 4 имеет илистое дно; берега покрыты почвенным покровом и заросшие растительностью. Пруд с северной стороны граничит с ограждениями ДРМЗ. Берега пруда покатые, их часть и часть акватории занято стихийной бытовой свалкой.

Гидрохимический анализ, проведенный в 2005 г. показал (табл.), что рН воды прудов Кировского района колеблется от 6,42 до 7, т.е. относится к нейтральному слабо кислому типу. Общая минерализация воды в среднем составляла 0,71 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание взвешенных веществ было на уровне 0,1 – 0,26 мг/дм<sup>3</sup>. Оценка растворенного органического вещества (РОВ), проводимого по перманганатной окисляемости, показала, что РОВ водоемов в исследуемый период (осень 2005 г.) составила 9,62 – 14,10 мг/дм<sup>3</sup>. По экологической классификации качества

поверхностных вод суши и эстуариев по трофо-сапробиологическим критериям исследованные водоемы относились к I классу качества воды 1 категории.

Таблица

Некоторые гидрохимические показатели воды прудов Кировского района

Водоёмы	Содержание взвешенных веществ, мг/дм <sup>3</sup>	Перманганатная окисляемость воды, мг О/дм <sup>3</sup>	рН	Общая минерализация солей, мг/дм <sup>3</sup>
Отстойник ДРМЗ	0,15	9,62	6,42	0,75
Чуень-Чуень (маленький)	0,26	13,72	7,00	0,72
Чуень-чуень (большой)	0,10	14,10	6,78	0,65

Для анализа альгологических характеристик прудов пробы воды отбирали летом, зимой и осенью 2004 – 2005 гг. Предварительный анализ видового состава водорослей показал наличие представителей отделов *Bacillariophyta* и *Chlorophyta*.

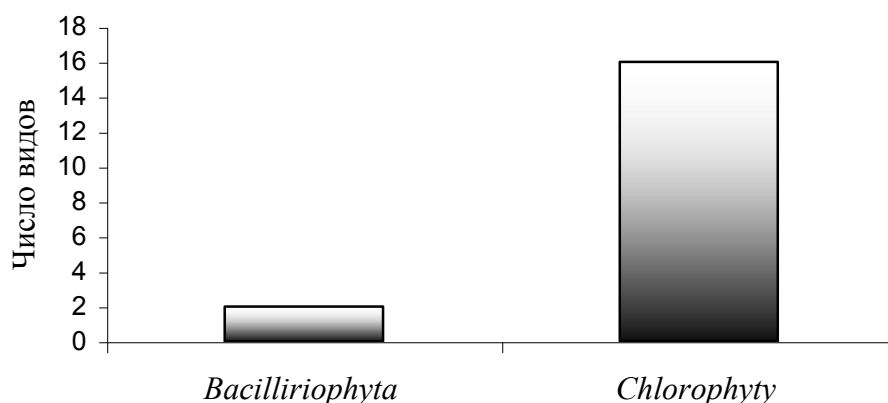


Рис. 1 Соотношения видов водорослей фитопланктона

Всего определено 18 видов водорослей, 4 семейств, 7 родов. В пробах часто встречались: *Monoraphidium contortum*, *Scenedesmus quadricauda*, *Sc. falcatus*. Единично в образцах были отмечены *Sc. qitwinskii*, *Crucigenia tetrapedia*. Систематическая структура сообществ фитопланктона прудов показала, что ядро альгофлоры составляет семейство *Scenedesmaceae*, которому принадлежало 43% родов и 67% видов водорослей. Второе место по представленности видов принадлежало семейству *Selenastraceae* (28,6% от общего числа родов, 17% от общего числа видов). Третье место по числу видов и родов

Таким образом, предварительные исследования альгофлоры прудов Кировского района показали доминирование в сообществах фитопланктона протококково-диатомового комплекса. В дальнейшем будет продолжен анализ альгологического состава, определена сезонная динамика развития фитопланктона, а также проведена биоиндикационная оценка качества воды.



## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СООБЩЕСТВ ФИТОПЛАНКТОНА КАНАЛА СЕВЕРСКИЙ ДОНЕЦ – ДОНБАСС

С.В. Гапоненко, М.А. Колошко, Н.М. Лялюк  
Донецкий национальный университет

Для обеспечения пресной водой Донецкого региона – крупного промышленного центра Украины был создан канал Северский Донец – Донбасс. Как искусственно созданный водоем, он в большой степени подвержен факторам, ухудшающим качество воды. Экосистема канала испытывает двойную нагрузку: с одной стороны, естественное течение внутриводоемных процессов в каналах весьма своеобразное и отличается большой динамичностью с формированием на поздних стадиях развития однотипных сообществ организмов с доминированием небольшой группы видов и зачастую их гиперразвитием. С другой стороны, цель создания канала и связанных с ним водоемов, в том числе и Артемовского водохранилища, предусматривает интенсивное антропогенное воздействие, которое не может не сказываться на качестве воды. Гиперразвитие сообществ водорослей или отдельных видов водорослей вызывает «цветение» воды канала и сопряженных с ним водоемов. «Цветение» водорослей не только ухудшает условия эксплуатации канала, но и сказывается на качестве воды. При этом следует учитывать, что канал Северский Донец – Донбасс имеет значение для питьевого водоснабжения. Таким образом, состояние, уровень развития. Состав сообществ водорослей требует постоянного, тщательного контроля с прогностической оценкой будущего развития.

В связи с выше сказанным, целью настоящей работы было проанализировать особенности развития сообществ водорослей фитопланктона среднего течения канала Северский Донец – Донбасс и Артемовского водохранилища. Исследования, проведенные в 2000 – 2005 гг. показали. Что в сообществах фитопланктона канала Северский Донец – Донбасс (акватория прилегающая к Артемовской фильтровальной станции) встречаются водоросли шести систематических отделов: *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Chrysophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*. Всего в альгофлоре отмечено 117 видов водорослей 7 классов, 11 порядков, 27 семейств, 52 родов.

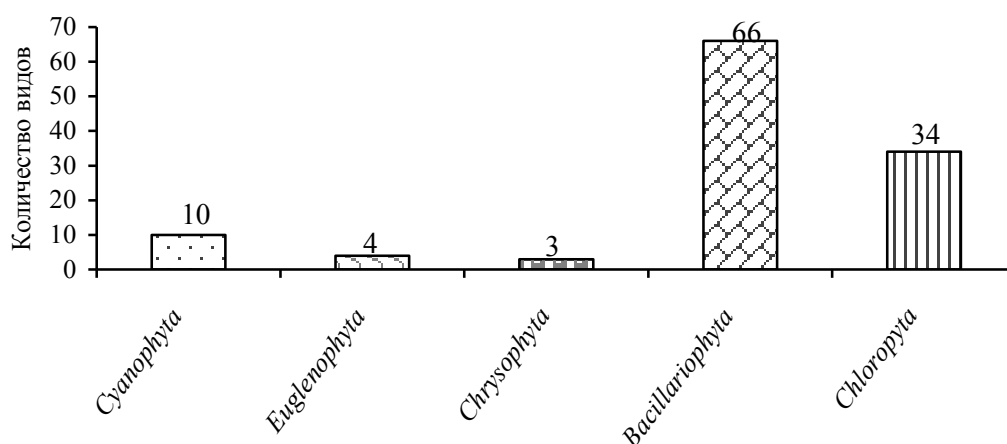


Рис. 1. Количество идентифицированных видов водорослей планктона канала Северский Донец – Донбасс

В сообществах доминируют диатомовые водоросли (56,7% от общего числа видов альгофлоры) и зеленые водоросли (29% от общего числа видов альгофлоры). В фитопланктоне на исследуемом участке доминирует диатомово-протококковый комплекс, систематическую структуру которого определяют семейства *Naviculaceae*, *Nitzschiaceae*, *Scenedesmaceae*.

В сезонной динамике по видовому разнообразию отмечены следующие особенности: в зимнем и весеннем планктоне формируется диатомовый комплекс с незначительным участием зеленых водорослей; в летнем и осеннем – диатомово-протококковый с участием синезеленых водорослей. Зимний фитопланктон определяла диатомовая водоросль *Stephanodiscus hantzschii* Grun., субдоминантами являлись *Diatoma vulgare* Bory., *Nitzschia pabaceae* Grun., *N. distans*. В весеннем фитопланктоне доминантный вид сохранялся, а субдоминантом выступала *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr. По средним показателям частоты встречаемости в летнем фитопланктоне доминировали синезеленые водоросли (*Microcystis pulverea* Kutz. f. *parasitica*, *Gomphosphaeria lacustris* Chod., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs.). Также в осенний период по частоте встречаемости в среднем за сезон преобладали синезеленые водоросли (*Oscillatoria limosa* Ag., *O. tenuis* Ag. и др.).

В сообществах фитопланктона Артемовского водохранилища встречались представители шести систематических отделов: *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Dinophyta*, *Chrysophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* (рис. 2). Всего в альгофлоре отмечено 130 видов водорослей 9 классов, 13 порядков, 9 семейств, 57 родов.

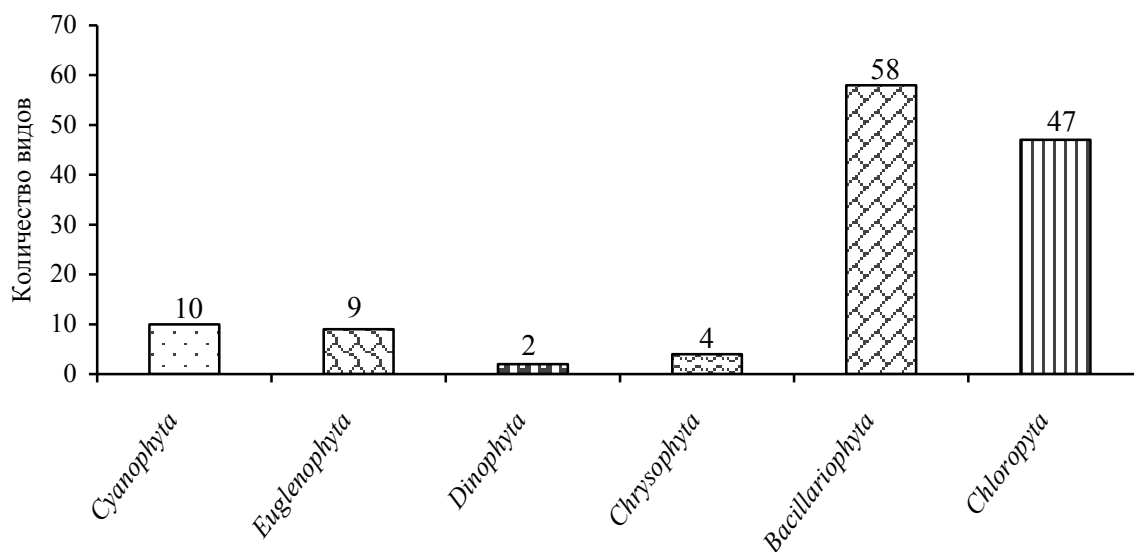


Рис. 2. Количество идентифицированных видов водорослей планктона Артемовского водохранилища

По числу видов доминировали представители отдела *Bacillariophyta* (94,6% от общего числа видов альгофлоры) и *Chlorophyta* (36,1% от общего числа видов). В целом в водохранилище доминировал диатомово-протококковый комплекс, систематическую структуру которого определяли представители семейств: *Naviculaceae*, *Nitzschiaceae*, *Scenedesmaceae* Olthm.

Таким образом, в фитопланктоне канала Северский Донец-Донбасс и сопряженных с ним водоемах в целом формируется диатомово-протококковый комплекс, определяющий основные тенденции развития сообществ.

## ЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД ЧЕБРЕЦІВ В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО ДОНБАСУ

О.О. Гридько, І.М. Остапко  
Донецький національний університет  
Донецький ботанічний сад НАН України

Донецька область – одна з найбільш промислово розвинених та екологічно напружених регіонів України. Важливим джерелом антропогенного постачання важких металів на земну поверхню є промислові викиди, що пов'язані з вугледобувальною, металургійною та хімічною промисловістю регіона.

В техногенних умовах Донбасу актуальним залишається питання можливості збору якісної та екологічно-чистої лікарської сировини. За останій час у зв'язку зі зростанням викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря та надлишку токсичних елементів у ґрунті, виникла потреба догляду вмісту хімічних елементів, зокрема у лікарських рослинах, що не перевищує санітарно-гігієнічну норму. Більш того, до фармацевтичних підприємств України надходить сировина більше 10 видів роду *Thymus* L., об'єднана під загальною назвою *Herba serpylli*. Проте види, через акумуляцію надмірної кількості важких металів, що перебільшує гранично допустиму концентрацію (ГДК), небезпечно використовувати у лікарських цілях.

Таким чином, залишається не вивченим питання ефективності та екологічної доцільності використання видів роду чебрець південного сходу України для задоволення потреб фармацевтичної промисловості і аптечної мережі у високоякісній екологічно-чистій сировині в умовах промислового регіону.

Вивчення елементного складу видів роду *Thymus* надає можливість визначити, наскільки рослини, зібрані в техногенно забруднених регіонах, екологічно безпечні для вживання. З метою вивчення акумуляції та можливості використання видів роду *Thymus* в якості лікарської сировини нами визначено загальний вміст важких металів в рослинних зразках.

Зразки наземної частини та коріння 11 видів роду *Thymus* відбирали з колекції чебреців Донецького ботанічного саду НАН України (ДБС) у фазі цвітіння. Необхідно зазначити, що ДБС розміщений безпосередньо біля автомобільної магістралі, а також в зоні викидів металургійного та коксохімічного заводів м.Макиївки. Підготовку зразків проводили за загальноприйнятими методиками. Вміст 10 елементів вимірювали на приладі "Спектроскан" рентгенофлуоресцентним методом. Статистичне опрацювання даних проводили з використанням прикладних програм на персональному комп'ютері. Отримані дані достовірні за  $P < 0,05$ .

В результаті експеримента виявлено, що наземна частина та корні вивчених видів містять важливі (Zn, Cu, Fe, Mn, Cr, Mo), умовно важливі (Ni), токсичні (Cd, Pb) та потенціально токсичні (Ti) елементи.

Для вивчених видів концентрація елементів максимальна в наземній частині рослин. Найбільший вміст Zn, Ti, Mo, Cu, Pb, Cr, Ni та Cd виявлений у *Th. cretaceus*, Mn - у *Th. pseudograniticus* а Fe - у *Th. kalmijussicuss*. Найменша кількість Zn, Cu, Cr та Ni встановлена для *Th. graniticus*, Fe, Mo, Pb та Cd - для *Th. pallasianus*, Mn та Ti - для *Th. dimorphus*. Найбільший вміст досліджених елементів зосереджений в коріннях *Th. marschallianus*, зокрема Ti, максимальна концентрація якого виявлена у *Th. cretaceus*. Мінімальною концентрацією досліджених елементів відрізняється *Th. calcareus*, Fe та Ti - *Th. kondratjukii* та *Th. pseudograniticus* відповідно.

Як показали дослідження, максимальна концентрація перебільшує мінімальну в наземній частині рослин для Fe (у 8,6 раза), Mo (5,1), Pb (4,3), Ni (4,0) та Cd (4,0). Встановлено, що концентрації вивчених елементів коливаються для Zn – 13,89-54,95 мг/кг сухої речовини; для Cr – 0,34-1,07; для Mn – 55,28-159,43; для Cu – 0,98-2,37; для Ti – 5,55-12,69.

Для встановлення вибіркової поглинальної здатності видами роду *Thymus*, середні значення досліджених елементів у сировинних зразках можливо розташувати в наступний нисхідний ряд: Fe>Mn>Zn>Ti>Mo>Cu>Pb>Cr>Ni>Cd.

Перевищення ГДК у надмірній кількості в наземній частині чебреців за кадмієм (у 15,3 раз), залізом (7,7), цинком (3,8), хромом (3,7), свинцем (3,0), марганцем (1,5) та нікелем (1,4) зазначено у *Th. cretaceus*. Найменша концентрація елементів акумулюється у *Th. pallasianus* – перевищення ПДК спостерігається лише за кадмієм (у 4,0 раза), залізом (2,2) та хромом (1,3).

Отже, при аналізі вмісту елементів в рослинних зразках лікарської сировини встановлено, що накопичення заліза, хрома та кадмія відбувається у всіх видах роду, причому найбільшу їх кількість спостерігаємо у *Th. kalmijussicus*, та *Th. cretaceus* відповідно. Рослини не акумулюють в надлишкових концентраціях такі елементи, як мідь, молібден та нікель (крім *Th. cretaceus* щодо двох останніх).

По вмісту у надмірних концентраціях важких металів, досліджені види можливо розмістити наступним чином від найбільшого: *Th. cretaceus* → *Th. kalmijussicus* → *Th. pseudograniticus* → *Th. marschallianus* → *Th. calcareus* → *Th. kondratjukii* → *Th. dimorphus* → *Th. graniticus* → *Th. pallasianus*.

Серед вивчених видів найбільш небезпечним за вмістом великих концентрацій елементів є *Th. cretaceus*, а найбільш пристосованими до умов навколишнього техногенно-забрудненого середовища є *Th. pallasianus*.

Морфолого-анатомічна будова рослини відіграє суттєву роль у накопиченні важких металів. Так, для видів з максимальним та мінімальним кількісним складом важких металів в наземній частині притаманий перехід від густого опушення до майже голої поверхні листової пластинки з щетинками біля основи. Також рівень забруднення рослин залежить від шорсткуватої поверхні та рівня змочуваності листя.

Специфічна будова асиміляційного апарату сприяє накопиченню токсичних елементів на поверхні листків та в тканинах рослин. В ході дослідів також встановлена деяка закономірність газостійкості видів від щільності розташування та розмірів продихів на листовій пластинці. Так, найменша кількість продихів (15 одиниць в полі зору мікроскопа при збільшенні 15x40) з найменшими розмірами ( $X \pm m_x = 9,1 \pm 0,17$ ;  $X \pm m_x = 5,7 \pm 0,41$  за довжиною та шириною відповідно) зустрічається у *Th. pallasianus*, найбільша кількість (20) з найбільшими розмірами ( $9,4 \pm 0,17$ ;  $5,9 \pm 0,15$ ) – у *Th. cretaceus*.

Ми припускаємо, що види всередині роду володіють комплексом пристосувань до умов навколишнього середовища, а саме морфолого-анатомічною, біологічною та фізіологічною стійкістю. Але більшість видів містять небезпечну кількість елементів. Перевищення ГДК, вважаємо, пов'язано з неспроможністю "комплекса захисту" рослинного організму протидіяти постачанню важких металів з ґрунту та атмосфери в умовах сучасного стану довкілля. Вибірковість поглинання елементів, можливо, визначається різним біохімічним складом рослин.

За проведеними дослідженнями встановлено, що кількість вивчених елементів у видів роду *Thymus* видоспецефічна. Зазначено перевищення ГДК за кадмієм, залізом, цинком, хромом, свинцем, марганцем та нікелем. Серед чебреців південного сходу України найбільш безпечним для використання в якості лікарської сировини є *Th. pallasianus*.

## ВПЛИВ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ СПОЛУКАМИ СІРКИ, ФТОРУ ТА ХЛОРУ НА ВМІСТ ПІГМЕНТІВ ТА ПЛОЩУ ЛИСТОВОЇ ПЛАСТИНКИ ПРОРОСТКІВ ДЕРЕВ

Т.О. Гришко

Донецький національний університет

Виробнича діяльність людини призводить до забруднення ґрунтів, які містять ряд хімічних елементів, що в великих кількостях порушують родючий шар ґрунту та являються токсичними для рослин. Одними з розповсюджених і токсичних речовин є сполуки сірки, фтору та хлору. Разом з тим рослини сприяють оптимізації довкілля. Але не існує універсальної стійкості рослин до всіх несприятливих умов.

Основним дискусійним питанням проблеми толерантності рослин до дії несприятливих факторів середовища залишається специфічність і не специфічність відповідних реакцій рослин на дію полютантів. Важливою функціональною та діагностичною ознакою адаптивного процесу у рослин є вміст та якісний склад фотосинтетичних пігментів.

У зв'язку з цим нами досліджувався вплив забруднення ґрунту сполуками сірки, фтору та хлору на вміст хлорофілів, каротиноїдів та площу листової пластинки деревних рослин.

У дослідженнях використовували проростки деревних рослин *Ulmus scabra Mill.*, *Quercus robur L.*, *Fraxinus lanceolata Borkh.*, які вирощували в умовах забруднення ґрунту сполуками сірки (0 – 2 г/кг), фтору (0 – 0,2 г/кг), хлору (0 – 1,5 г/кг). Проростки висаджували у підготовлений ґрунт, та вирощували протягом 30 діб при освітленні світлом люмінесцентних ламп 7000 лк, 12 годин на добу, при температурі 15 - 20°C, вологості ґрунту близько 70% повної вологоємності. Досліди проводили за планом трьох факторного експерименту з трьома рівнями кожного фактору. Досліди проводили в трьох кратній повторності. Площу листової поверхні визначали ваговим методом. Фракційний склад фотосинтетичних пігментів визначали спектрофотометричним методом. Для визначення хлорофілів та каротиноїдів в листках екстракцію проводили 80% ацетоном і концентрацію встановлювали за допомогою СФ-26. Концентрацію хлорофілів розраховували за формулами Арнона, Вернона. Концентрацію каротиноїдів розраховували за формулою Ветштейна. Вміст пігментів в рослинному матеріалі виражали в мг на 1 г сирої ваги. Обробку результатів досліджень проводили за допомогою дисперсійного аналізу. Порівнювали середні значення за методом Данетта. Обчислення вели за допомогою ПЕОМ

При забрудненні ґрунту сполуками сірки, фтору та хлору вміст хлорофілу а, b та суми каротиноїдів в листках проростків ясеня зеленого достовірно не змінювались при всіх типах аніонного забруднення. До того ж не було відмічено єдиної тенденції у зміні вмісту зелених пігментів. Було помічено деяке підвищення вмісту хлорофілу а (з 9,04 % до 83,50%) в листках паростків ясеня при незначних кількостях даних полютантів в ґрунті (як при сумісному забрудненні так і при окремому внесенні аніонів до ґрунту) та зменшення хлорофілу а ( 94,70%) при збільшенні концентрації сполук сірки, фтору та хлору в ґрунті ( 2 г/кг, 0,2 г/кг, 1,5 к/кг відповідно). Відношення хлорофілу а до хлорофілу b в листках знижувалось. Це свідчить про різний вплив забруднювачей на вміст обох форм зелених пігментів. Вміст жовтих пігментів у проростках *Fraxinus lanceolata Borkh.* в меншому ступені піддається коливанню залежно від забруднення

грунту сполуками сірки, фтору та хлору. Спостерігали зниження середнього вмісту каротиноїдів (до 80,80% - 94,80%). Середня площа листової пластинки даного виду деревних рослин достовірно не змінювалась, проте була відмічена тенденція щодо зменшення площі фотосинтезуючої поверхні проростків ясеня зеленого.

Забруднення ґрунту сполуками сірки, фтору та хлору чинило негативний вплив на проростки *Ulmus scabra Mill.* Внесення до ґрунту окремо сполук хлору (0,75 – 1,5 г/кг) та сірки (1 – 2 г/кг) незначно вплинули на вміст хлорофілу а проростків *Ulmus scabra Mill.* При інших типах сольового забруднення спостерігали достовірне збільшення вмісту хлорофілу а в листках проростків *Ulmus scabra Mill.*, так при забрудненні ґрунту фтором 0,1 – 0,2 г/кг вміст хлорофілу а збільшувався на 32,00 – 34,35 %, при сумісному засоленні ґрунту фтором та хлором середнє значення вмісту хлорофілу а збільшувалось на 46,85% - 50,50%, при сульфід хлористому 42,20%, при сульфід фтористому на 38,7% – 42,06%. При комплексному забрудненні ґрунту сполуками сірки, фтору та хлору спостерігали збільшення вмісту хлорофілу а до 44,20%. Хлорофіл б виявився більш чутливим. В проростках в'язя голого у відповідь на всі типи сольового забруднення ґрунту відмічали збільшення вмісту хлорофілу b (до 92,80%). Середнє значення суми жовтих пігментів мало тенденцію до зменшення при всіх типах засолення ґрунту (до 90,30%), проте відмічали збільшення вмісту каротиноїдів при забрудненні ґрунту хлором 1,5 г/кг (на 0,43 – 0,86%). Слід також відмітити, що спостерігали ксероморфізм листків.

Забруднення ґрунту сполуками сірки, фтору та хлору достовірно не вплинули на вміст хлорофілу а, суму каротиноїдів у проростків *Quercus robur L.*, але була відмічена тенденція щодо збільшення вмісту хлорофілу а та зменшення каротиноїдів у відповідь на зростання концентрації полютантів в ґрунті. Вміст хлорофілу b знижувався (на 35,74% - 95,90%). При збільшенні кількості забруднюючих речовин в ґрунті всі вимірюванні показники дуба черешчатого знижувались. Значення відношення двох форм хлорофілу а до b збільшувалось. Також спостерігали зменшення середнього значення площі одного листа у відповідь на забруднення ґрунту хлором 0 – 1,5 г/кг (зменшення до 69,90%), фтором 0 – 0,2 г/кг (до 57,90%), сіркою 0 – 2 г/кг (до 73,30%). Сумісне засолення зменшувало значення площі листової поверхні на 38,90% – 81,40% при фторид хлористому засоленні, на 29,10% - 91,90% при сульфід хлористому, 55,05% - 92,20% при сульфід фтористому, та на 30,30% - 99,90% при комплексному забрудненні ґрунту сполуками сірки, фтору та хлору.

Так у дослідах з проростками *Ulmus scabra Mill.*, *Quercus robur L.*, *Fraxinus lanceolata Borkh.* листки набували ознак ксероморфності, спостерігали зміни у кількісному вмісті хлорофілів та каротиноїдів у відповідь на збільшення концентрації забруднюючих речовин у ґрунті. До того ж не лише загальний вміст, але й тип сольового забруднення ґрунту визначали вимірюванні показники деревних рослин. Для проростків *Ulmus scabra Mill.*, *Fraxinus lanceolata Borkh.* відмічено, що вміст хлорофілу а збільшувався, вміст каротиноїдів дещо зменшувався при односторонньому забрудненні ґрунту сполуками сірки, фтору та хлору, та при поєднанні двох аніонів в ґрунті.

Але комплексне забруднення ґрунту сполуками сірки, фтору та хлору зменшувало всі вимірюванні показники проростків *Ulmus scabra Mill.*, *Fraxinus lanceolata Borkh.* Вміст пігментів проростків дуба черешчатого визначався типом засолення ґрунту. Була відмічена тенденція до збільшення пігментів при незначному забрудненні, та зниження хлорофілів та каротиноїдів при зростанні дози полютанта в ґрунті.

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ НА КАЧЕСТВО СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА НЕКОТОРЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Н.А. Гутько, И.В. Щербина, А.Н. Сумская  
Донецкий национальный университет

Современная официальная медицина развивается на основе глубокого изучения народного опыта. Особого внимания заслуживает опыт использования в профилактике, лечении различной сложности заболеваний человека и животных препаратами растительного происхождения. Основной резерв появления новых лекарственных средств находится среди растений, которые издавна использует человек, однако из-за недостаточной изученности официальной медициной не признанных. Иногда широко известное растение также не входит в списки Фармакопеи которые законодательно формируют качество лекарственных препаратов и средств. При выращивании лекарственных растений успех, в значительной мере, зависит от качества семян.

Объектом наших исследований служил семенной материал вида *Betonika peraucta* f. *alba* Klok. (буквица), относящееся к семейству *Lamiaceae* (яснотковые). Как лекарственное это растение применяется в народной медицине с давних пор. Во Франции, Германии, других странах является официальным лекарственным сырьем. Мировая флора насчитывает 15 видов рода, которые распространены в умеренных зонах обоих полушарий. В Украине известны 4 вида, в нашем регионе в диком виде произрастает лишь вид *B. peraucta*. Это кистекорневой многолетник с коротким восходящим корневищем. Четырехгранные стебли одиночные, прямостоячие, высотой до 75 см, несут только две пары супротивных продолговато-яйцевидно-городчатых листьев без прилистников. Цветки обоеполые, опушенные, с характерным для яснотковых двугубым венчиком. Цвет розовый, пурпурный, желтый, белый. Цветки собраны на верхушке стебля в мутовки, составляющие плотное колосовидное соцветие. Растение имеет своеобразный неприятный, резкий запах и солоновато-горький вкус, который определяется присутствием на всем растении железок, выделяющих эфирные летучие масла сложного химического состава (в него входят ароматические спирты, фенолы, терпены, альдегиды и другие органические соединения. Именно наличие эфирного масла определяет лекарственные свойства этого растения. Отмечены его ядовитые свойства. В народной медицине растение находит широкое применение: при туберкулезе легких, стойком кашле, гастритах, желтухе, гепатитах, коклюше, падагре и полиартритах, нервных заболеваниях, эпилепсии. Внешне используется при золотухе, варикозном расширении вен, раке кожи, потливости ног, заживлении гноящихся ран. Семенным материалом, по сути, являются плоды. Для эксперимента был взят семенной материал, собранный и хранившийся в условиях Донецкого ботанического сада НАН Украины (ДБС) (3 варианта : 2001-2003 гг. сбора), а также полученный, в качестве обмена семенным материалом из Польши(сбор 2003 года и вариант, год сбора которого неизвестен). В культуре ДБС *Betonika peraucta* выращивается из семян, собранных в Стрелецкой степи в 1977 году. При осеннем посеве 1977 г. всходы получены весной 1978 г., в этом же году растения в июле.

Второе растение – два вида рода *Petroselinum*, относящиеся к семейству *Apiaceae* (сельдерейные), хорошо известные и пользующиеся большой популярностью и любовью *P. sativum* (Mill.) L. (петрушка огородная) и *P. crispum* Hoff. (петрушка кудрявая). У петрушки корнеплоды и листья содержат в большом количестве витамин

С, во всех органах имеются секреторные каналы, содержащие специфические эфирные масла и смолистые вещества, которых особенно много в семенах. Листья петрушки очередные, без прилистников, разделены на сильно расчлененную пластинку, черешок и охватывающее стебель влагалище. Цветки актиноморфные, 5-членные, собраны в сложные зонтики. Плод – вислоплодник. При созревании распадается на 2 половинки – мерикарпии, которые некоторое время висят на вильчато разветвленной колонке, образованной вентральной частью плодолистиков – карпофоре, который однако у петрушки слабо заметен. В Донбассе петрушка цветет в июне-июле, плоды созревают в августе. Петрушка используется в кулинарии, как пряноароматическое растение. Известно, что петрушку со времен древности многие народы используют при мочекаменной болезни. На всей территории Украины петрушку культивируют как пряноароматическую культуру; часто дичает. Галеновые препараты петрушки улучшают работу кишечника, усиливают диурез, проявляют желчегонное действие. Препараты петрушки дают хороший терапевтический эффект при отеках сердечного происхождения, воспалениях мочевого пузыря, диспепсии, маточных кровотечениях в послеродовом периоде. Однако во многих случаях бесконтрольное использование как препаратов из растительного сырья петрушки, так и в качестве приправы может привести к тяжелым последствиям при нефрите и даже способствует самооборту. Для эксперимента взят семенной материал: *P. sativum* (сбор 2004-05 гг. сбора с Павлоградка Донецкой обл.) и *P. crispum* (3 варианта разных мест произрастания).

В процессе эксперимента изучали характеристики согласно Международным правилам анализа семян, установленным Международной ассоциацией по семенному контролю (ИСТА): ширину и длину семян (в мм), вес 100 семян, количество семян в определенной навеске, полноценность семян, всхожесть и энергию прорастания. В эксперименте использована пятикратная повторность по 100 семян в каждой. Результаты эксперимента статистически обработаны и оценены с использованием *t*-критерия Стьюдента. Как свидетельствуют полученные данные, размеры плодов у *B. peraucta* по высоте (длине) варьируют в пределах от 2,7 до 2,9 мм по ширине от 1,2 до 1,5 мм, т.е. различия не существенны. Вес 100 орешков колебался от 40,00 мг у семян, собранных в 2001 г. (ДБС) до 110,00, полученных из Польши (год сбора неизвестен). Более высокий вес семян ДБС был 89,99 мг (собраны в 2003 г.), т.е. семена в процессе хранения теряют в весе более, чем в два раза. При определении полноценности семян оказалось, что сроки хранения существенно снижают этот показатель. Полноценность плодов 2001 г. сбора была на уровне 4%, 2002 и 2003 гг. – 16%. Количество плодов в 50 мг в зависимости от варианта колебалось от 42 (Польша) до 118 (ДБС). Семенной материал, собранный в ДБС, характеризовался цифрами: 53 (2002 г.) – 118 (2001 г.). Большое количество плодов в навеске говорит о мелкосемянности, т.е. более низком качестве семенного материала. Для *P. sativum* отмечена длина плодов в пределах 2,22 (2005 г.) – 3,24 мм, т.е. различия существенны. Меньшие различия, однако также существенные были отмечены для *P. crispum* – 1,72-2,71 мм. По ширине соответственно: 1,15–1,54 и 1,18–1,25 мм. Вес 100 плодов находился для *P. sativum* в пределах 190,01 – 220,00 мг, для *P. crispum* – от 130,00 до 160,01 мг; количество в 200 мг – 88-154 и 121-180 соответственно. Полноценность семян зависела от варианта, так для *P. sativum* 2005 г. сбора этот показатель оказался выше почти в два раза (72%), чем для семян 2004 г. (37%), а для *P. crispum* – в пределах (27-66%). Отмеченные различия свидетельствуют о зависимости качества семенного материала от условий хранения и времени сбора. В процессе определения всхожести и энергии прорастания плодов *B. peraucta* и видов рода *Petroselinum* отмечена прямая зависимость этих показателей от полноценности семенного материала.



## ИЗУЧЕНИЕ АНТАГОНИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДВУХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ПО ОТНОШЕНИЮ К ГАЛЛОВОЙ НЕМАТОДЕ НА КОРНЯХ *CAPSICUM* *ANNUUM L.*

А.Г. Деревянская, А.Ф. Лиханов, И.В. Бондаренко-Борисова  
Донецкий национальный университет  
Донецкий ботанический сад НАН Украины

Современное украинское законодательство жёстко ограничивает использование пестицидов и, особенно, различного рода протравителей, в защищённом грунте. Поэтому для борьбы с вредителями растений наряду с химическими, физическими, агротехническими методами в последнее время стали широко применяться биологические методы, являющиеся безопасными как для человека, так и для окружающей среды.

Целью данной работы является проверка возможности использования аллелопатических свойств растений-антагонистов для борьбы с галловой нематодой (*Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) Chitwood) в защищенном грунте Донецкого ботанического сада НАН Украины (ДБС). Исследования были проведены на базе фондовых оранжерей ДБС.

Представители рода *Meloidogyne sp.* (отряд *Tylenchida*, семейство *Criconematidae*) относятся к корневым галловым нематодам. Вред, причиняемый мелойдогинами в условиях защищённого грунта ДБС, заключается в непосредственном ущербе нормальному функционированию корней (образование галлов, редукция корневых систем), а также в косвенном, поскольку поражение корней галловой нематодой благоприятствует проникновению в них патогенных бактерий, вирусов и грибов, вызывающих корневые гнили и, как следствие, гибель растений.

Принцип действия растений-антагонистов основан на их аллелопатических свойствах, т.е. химическом взаимодействии с различными компонентами биоценоза. Эти растения выделяют физиологически активные вещества, благодаря чему способны угнетать рост и размножение некоторых видов почвенных организмов, например нематод. В последнем случае считается, что растения обладают нематотоксической активностью.

Для достижения поставленной цели были отобраны 2 вида растений – полынь горькая (*Artemisia absinthium L.*) и чистотел обыкновенный (*Chelidonium majus L.*), которые, согласно литературным данным, обладают выраженными нематотоксическими свойствами и используются в борьбе с мелойдогинозами в открытом и защищённом грунте. В качестве опытного растения мы использовали перец однолетний (*Capsicum annuum L.*), т.к. в условиях защищенного грунта ДБС этот декоративный вид достаточно сильно поражается галловой нематодой. Кроме того, растение имеет непродолжительный жизненный цикл, что позволяет проследить результаты эксперимента в течение 3-4 месяцев.

Суть эксперимента заключалась в следующем. Почву, зараженную галловой нематодой (исходная плотность личинок *Meloidogyne sp.* в почве составляла 136,5 экз./100 см<sup>3</sup>), мы разделили на 3 части: одну оставили для контроля, другую смешали в соотношении 4:1 с мелко нарубленным свежим чистотелом, а оставшуюся часть смешали в таком же соотношении с сухой полынью. В подготовленные грунтосмеси высадили по 8 растений перца. Ежедневно в течение трех месяцев проводились

измерения длины вегетативной части опытных растений. По окончании эксперимента растения были извлечены из почвы и тщательно осмотрены.

В результате проведения эксперимента нами получены весьма неоднозначные данные. Отмечено, что наиболее высокие показатели прироста вегетативной массы и урожайности (средний процент прироста надземной части, общее количество образовавшихся плодов) наблюдаются у растений, высаженных в почву с примесью чистотела. Тем не менее, процент вызревших плодов был максимальным именно в контрольной группе растений (37,0 %), в то время как в опыте с полынью он составил 31,0 %, а с чистотелом – 12,5 %.

Что касается показателей поражённости корневой системы экспериментальных групп растений, приведенных в таблице, то они оказались максимальными для контроля.

Таблица

Показатели поражённости корневой системы *Capsicum annuum L.* галловой нематодой

Опыт	Ср. кол-во галлов на придаточный корень	Ср. кол-во сингалов на придаточн. корень	Ср. балл поражения корней	Кол-во личинок в 1 г корней
С полынью горькой	2,6 ± 1,5	0,25 ± 0,25	1,9	0,3 ± 0,01
С чистотелом обыкновенным	2,3 ± 0,6	0,50 ± 0,50	2,4	23,0 ± 5,74
Контроль	3,15 ± 0,8	0,70 ± 0,30	2,8	12,1 ± 3,21

Интересным является факт максимальной численности личинок II возраста нематоды в корнях растений, высаженных в почву с чистотелом. Можно предположить, что наличие в грунте экстракта чистотела препятствует выходу личинок из корней и способствует их накоплению в повреждённых эпидермальных тканях. В случае же с применением мульчи полыни горькой, по всей видимости, механизм действия экстракта растения-антагониста несколько отличен. При этом физиологически активные вещества экстракта отрицательно влияют не только на мигрирующих личинок, (т.е. на их выход-проникновение в корни) но также на жизнедеятельность нематод внутри корневой системы. Вероятно, поэтому показатели поражённости растений в опыте с полынью оказываются минимальными (см. табл.).

Таким образом, можно заключить, что экстракты полыни и чистотела обладают определённой нематодцидной активностью, однако механизмы их действия на личинок и взрослых особей мелойдогин отличаются. Основываясь на показателях поражённости опытных растений *C. annuum L.* можно сказать, что в нашем эксперименте наилучшую эффективность в борьбе против галловой нематоды в качестве растения-антагониста продемонстрировала полынь горькая.

Для разработки схемы защиты декоративных растений защищённого грунта ДБС от мелойдогиноза необходимы дополнительные исследования, базирующиеся на выборках большего объёма и направленные на выяснение оптимальных пропорций при внесении в почвосмеси сухой или сырой мульчи растений-антагонистов.

## ВПЛИВ ГЕТЕРОАУКСИНУ НА КОРЕНЕУТВОРЕННЯ ЖИВЦІВ ВИДІВ РОДУ *CLEMATIS* L.

Т.В.Євгажукова, А.М. Сумська  
Донецький національний університет

У зеленому будівництві важливу екологічну, емоційну, санітарно-гігієнічну роль відіграє вертикальне озеленення. Особливу увагу заслуговують ломиноси – багаторічні декоративні ліани, що представлені багаточисельними й різноманітними видами, сортами. Більшість з них високодекоративні, порівняно невимогливі до ґрунту, відрізняються стійкістю до низьких температур, посухи, швидким ростом, яскравим і тривалим цвітінням, слабо пошкоджуються грибними захворюваннями, що дозволяє їх включати в асортимент рослин, що використовуються для зовнішнього озеленення. Крім того, ломиноси, як і інші ліани, займають при посадці мало місця. Ломиноси – це високо декоративні рослини, що дають багато зелені, здатні покривати значну поверхню, розкішно цвітуть з весни до холодів квітами різного забарвлення і форми.

Найбільш декоративні крупноквіткові ломиноси, квіти яких в діаметрі досягають 12-20 см. Заслуговують на увагу і дрібноквіткові ломиноси, що мають декоративне непарно-перисто-розсічене ажурне листя, що вкриває опору, до якій прикріплюється.

Ломиноси можна вирощувати на балконах, лоджіях, використовувати для внутрішнього озеленення приміщень. Вони створюють сприятливий мікроклімат, через те, що багато ломиносів виділяють у повітря фітонциди, очищуючи повітря від шкідливих мікроорганізмів.

Ломиноси – вимогливі до світла та ґрунту. При вирощуванні слід використовувати водопроникливий, пухкий ґрунт зі слабко лужною реакцією, багатий на органічні речовини. Це вологолюбні рослини.

Є декілька типів розведення ломиносів – насінний і вегетативний. Вегетативне розмноження гарантує отримання нащадків, які повністю зберігають ознаки і властивості материнської рослини. Вони швидше зацвітають, більш стійкі, продуктивні і довговічні. Існує декілька способів вегетативного розмноження ломиносів: живцювання, розмноження відводками, поділом куща, щеплення.

При розмноженні живцями, можливо використовувати зелені і здерев'янілі живці. Зелені живці заготовляють під час активного росту, здерев'янілі – восени в період спокою.

Наші дослідження проводилися із зеленими живцями. Метою нашої роботи було вивчення впливу синтетичного стимулятора на утворення коренів у видів роду *Clematis* родини *Ranunculaceae* L. Дослід проводилися із 3 сортами 3 видів: *C.lanuginosa* L. (л. шерстистий) – сорт *Bal tsvetov*; *C.jackmanii* *The Moore* (л. Жакмана) – сорт *Jackmanii*; *C.viticella* L. (л.фіолетовий) – сорт *Ville de Lyon*.

Вказані сорти належать до крупно квіткових, так у сорту *Bal tsvetov* квітки поодинокі, діаметром 14-18 см, чашолистки бузково-блакитні, гофровані, цвітіння триває з травня до липня; *Ville de Lyon* - квіти 9-12 см, кармінно-червоні, пиляки великі, жовті, цвіте у червні-вересні. *Jackmanii* – квіти 12-15 см, яскраво-синьо-фіолетові, оксамитові, цвіте у липні-вересні.

Із дрібноквіткових для експерименту відібрали 2 види: *C.vitalba* L. (л.виноградолисний) та *C.recta* L. (л. прямий). *Clematis vitalba* L. – квіти зібрані у суцвіттях, 2-2,5 см, чашолистки білуваті. Цвітіння тривале, з червня по вересень. *C.recta* L. – квіти розкриті, до 3 см діаметром, білі, зібрані у багатоквіткові суцвіття,

пиляки жовті. Цвіте у травні-липні. На живцях вказаних сортів та видів вивчали вплив синтетичного стимулятора утворення коріння індолилоцтової кислоти (ІОК) – це гормон рослин з групи ауксинів. Стимулюючи обмін речовин в рослинній клітині, сприяє формуванню калюсу, загоюванню ран, росту у довжину, диференціюванню рослинних тканин. Заготовка живців проводилася у липні з рослин відкритого ґрунту. Найбільш придатна для живцювання середня частина пагону з добре розвинутими вегетативними бруньками. Пагін був поділений на живці з одним вузлом. Верхня частина живця над вузлом мала довжину 1,5-2 см, а нижня – 3-5 см. Верхній зріз зроблений прямим, а нижній – косим. Листову платівку вкоротили до ¼ її площі. Верхній шар (2-3 см) субстрату для живцювання – річний пісок, який перед висадкою живців обробили розчином марганця, а нижній (15-20 см) – суміш із піску, чорнозему і торфу у співвідношенні 1:1:1.

В ході дослідів підтримували необхідні умови для вдалого живцювання – температуру повітря та ґрунту підтримувалася на рівні +22...+25, вологість повітря - 85-95%, яка досягалася за рахунок туманоутворюючих приладів. Дуже важливо добре освітлення, але не прямі сонячні промені.

Для обробки живців використовувався 0,05%-й розчин гетероауксину з експозицією 8, 16, 12 годин. Розчин стимулятора наливали у скляний посуд і опускали живці, зв'язані в пучки по 10-20 штук.

При висадці живці були висаджені у вологий субстрат на відстані 5\*5 см. Одразу після цього їх поливали.

Із літературних даних відомо, що в залежності від виду додаткові корені можуть утворюватися із калюсу, ендогенно з перициклу, камбію, перимодулярної зони, фелогену. Різняться між собою рослини і за формою калюсу. У одних рослин він утворюється у вигляді валика по краю нижнього зрізу, у інших вкриває весь нижній зріз товстим шаром живих щільно розташованих клітин.

В ході нашого дослідів встановлено, що через 20-25 днів у частини живців утворився калюс, а через 3 тижня – утворилися коріння. У деяких живців калюс не утворився. Серед рослин, які були оброблені гетероауксином, середня кількість живців з добре розвинутим корінням (0,5-2 см) складає 63,6%, з утвореним калюсом – 23,3%. У ломиносів, які не обробляли стимулятором, результати гірші – 15,4% живців загинуло. В групі найкраще відбулось живцювання у рослин сорту *Ville de Lyon* і *S.vitalba*. Найгірше вкорінювалися живці сорту *Jackmanii* – порівняно велика частина рослин не утворила калюсу через визначений період. Непогані результати щодо утворення калюсу спостерігалися у сорту *Bal tsvetov*.

Серед ломиносів, які живцювали без застосування ІОК, спостерігається така ж тенденція до утворення калюсу – 26,4%, як у першій групі. Найкращі результати виявили живці сорту *Ville de Lyon* і *S.vitalba*. Найважче живцювання відбувалось у *Jackmanii* і *S.recta*. При аналізі результатів живцювання дрібноквіткових і крупноквіткових ломиносів, видно, що краще приживаються дрібноквіткові ломиноси. Таким чином, результати живцювання ломиносів зеленими живцями залежить від виду рослин. Гетероауксин суттєво прискорює утворення коріння. Найбільш вдало піддається живцюванню сорт *Ville de Lyon* і *S.vitalba*. Вони дуже поширені і широко застосовуються для вертикального озеленення.

Отже, використання гетероауксину для вкорінення живців на прикладі видів і сортів роду *Clematis* підтверджує можливість ефективного використання синтетично виготовленого препарату для прискореного розмноження цінних рослин у зеленому будівництві.

## **СТРОЕНИЕ ХВОИ ЛИСТВЕННИЦЫ СУКАЧЁВА (*LARIX SUKACZEWII* DYL.) В УСЛОВИЯХ СТРЕССА (НА ПРИМЕРЕ ОТВАЛОВ КУМЕРТАУСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА)**

Н.Н. Егорова, А.А. Кулагин  
Институт биологии УНЦ РАН

Древесные растения техногенных экосистем, как искусственно образованный компонент биогеоценотического покрова, нуждаются в постоянном формировании и поддержании биологического разнообразия – пополнении видового состава, совершенствовании пространственной структуры ценоза, защите от вредителей и патогенов (Поляков, 1998, 2002).

Древесные растений в промышленных районах и урбанизированных комплексах рассматриваются как основное средство улучшения качества техногенной среды. Смешанный состав насаждений существенно увеличивает устойчивость, биохимическую мощь и максимальное накопление фитомассы. Поэтому создание специальных насаждений направлено на обогащение их видового состава и поиск такого сочетания древесных пород, при котором аллелопатически стимулируется обмен веществ, увеличивается продуктивность повышается устойчивость и долговечность.

В сложных экологических условиях важно учитывать способность растений не только адаптироваться к местным природно-климатическим условиям, но и выдерживать угрожающий и опасный уровень загрязнения воздуха, почвы.

Комплексный подход к решению вопросов формирования и целевого использования дендрологических ресурсов с учетом природных условий, последствий техногенеза и социального развития региона представляется одним из путей прогрессирующей приостановки деградации ландшафтов и оптимизации окружающей среды.

Существенное влияние оказывает техногенное загрязнение на состояние хвойных растений, вследствие чего возникают проблемы восстановления и сохранения хвойных пород в техногенно загрязненных районах.

В качестве тест-объекта для исследований была выбрана хвоя растений лиственницы Сукачева, отобранная со 100 растений из средней части кроны, на отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза (КБР) в течение вегетационного периода – июнь, июль, август. Возраст растений - 40 лет. Фиксировались образцы в этиловом спирте.

Для экспериментальных данных анатомо-морфологической структуры хвои из средней части ассимиляционного аппарата готовили поперечные срезы толщиной 20 мкм, приготовленные с использованием охладителя микротомы электрического (ОМТ – 02-28"Е") и санного микротомы (МС-2). Работы проводились опираясь на руководство по эксплуатации ОМТ-01.00.000РЭ (Руководство..., 1999). Приготовив временные препараты, изучали форму клеток, толщину отдельных слоёв, размеры хвои. Временные препараты просматривали на световом микроскопе Amplival (Carl Zeiss Jena, Germany) при различном увеличении объектива.

Статистическая обработка результатов проводилась общепринятыми методами (Зайцев, 1990) с использованием электронного пакета MS Excel 2000.

Результаты настоящих исследований показывают изменения значений толщины отдельных слоёв и приведены в табл.

**Сезонная динамика изменчивости тканей ассимиляционного аппарата  
лиственницы Сукачёва (*Larix sukaczewii* Dyl.) на отвалах Кумертауского  
буроугольного разреза**

название слоёв	июнь	июль	август
Верхний эпидермис	1,75± 0,07	1,79± 0,19	1,94± 0,09
Верхняя гиподерма	1,33± 0,07	1,68± 0,13	1,81± 0,05
Верхняя столбчатая паренхима	<b>7,56± 1,06</b>	<b>4,35± 0,41</b>	<b>9,92± 0,34</b>
Верхняя эндодерма	1,12± 0,14	1,93± 0,04	2,06± 0,04
Верхняя трансфузионная паренхима	6,93± 0,95	8,51± 0,11	13,44± 0,67
Склеренхима	2,73± 0,61	4,41± 0,63	6,35± 0,30
Нижняя трансфузионная паренхима	<b>6,72± 0,42</b>	<b>7± 0,28</b>	<b>4,92± 0,30</b>
Ксилема	2,38± 0,28	3,09± 0,15	4,33± 0,05
Флоэма	2,1± 0,24	2,94± 0	4,33± 0,05
Нижняя эндодерма	1,47± 0,21	1,84± 0,29	1,97± 0,21
Нижняя столбчатая паренхима	<b>12,67± 0,31</b>	<b>6,05± 0,67</b>	<b>14,28± 0,17</b>
Нижняя гиподерма	1,47± 0,12	1,68± 0,13	1,81± 0,05
Нижний эпидермис	1,82± 0,14	1,6± 0,21	1,89± 0,04

Примечание: ± показывает стандартную ошибку при проведении описательной статистики

Установлено, что у лиственницы на промышленном отвале КБР в течение вегетационного периода наблюдается уменьшение толщины отдельных слоев хвоинок.

Показано, что ошибки средних параметров составили от 0 до 1,06 мкм. На отвалах КБР толщина всех слоёв уменьшается, кроме: верхней эндодермы, верхней трансфузионной паренхимы, нижней складчатой паренхимы и нижней эндодермы.

Процентное соотношение площади смоляных ходов к площади поперечного среза хвои уменьшается к концу вегетации при произрастании в исследуемых ЛРУ и составляет 0,1%. Следует отметить, что в хвое лиственницы имеется два смоляных хода.

В результате проведённой работы изучены анатомо-морфологические особенности ассимиляционного аппарата лиственницы Сукачёва (*Larix sukaczewii* Dyl.). Изменения ряда исследуемых признаков (толщины хвои, толщины эпидермиса, гиподермы, эндодермы и др.) зависит от стрессовых условий окружающей среды. Выявлено, что на протяжении вегетационного периода толщина хвои в целом уменьшается.

Работа выполнена в рамках исследований, поддержанных РФФИ – гранты №№ 05-04-97901, 05-04-97903, 05-04-97906, 05-04-97922.

## ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРА – АДАПТОГЕНА НА ПРИЖИВАЕМОСТЬ ЧЕРЕНКОВ *FICUS LAURIFOLIA* TOURN.

О.В. Иевлева, Н.А. Хижняк  
Донецкий национальный университет

Существующий видовой состав растений, которые используются для внутреннего озеленения, в последние 10-15 лет пополнен большим количеством видов трех основных групп: декоративнолиственные, декоративноцветущие и суккуленты. Особенно разнообразен видовой состав первой группы. Связано это с тем, что крупные декоративнолиственные виды широко используются для создания внутренних интерьеров помещений, различного назначения: гостиниц, ресторанов, офисов, цеховых помещений и т.п. Группа декоративнолиственных растений – это, как правило, выходцы из тропиков и субтропиков с непадающими на зиму листьями. Основной декоративностью этих растений является красиво расцвеченные или интересные по форме листья.

Среди таких растений особое уважение и внимание у фитодизайнеров уделяется видам рода *Ficus* L. (Tourn.) L. семейства *Moraceae* Idl. Фикусы очень устойчивы в комнатных условиях, довольно нетребовательны к условиям освещения. Выдерживают высокую сухость воздуха и температуру. Требуют умеренного полива. Легко поддаются формированию путем переплетения побегов, быстро при этом одревесневают. При достаточном освещении, оптимальных температуре и поливе достигают в крупногабаритных помещениях размеров до 20-30 метров.

Еще до недавнего времени у нас был известен в комнатном цветоводстве только вид *F.elastica* Roxb. К настоящему времени завезены и широко используются более 15 видов и форм фикусов, которые внедрены для озеленения средне- и крупногабаритных жилых, служебных, бытовых, учебных и производственных помещений, витрин магазинов, остекленных лоджий, эркеров, зимних садов и т.п.

Потребность в растениях возрастает. Размножение в условиях юго-востока Украины возможно лишь черенками. Нами исследовалось влияние на укореняемость зеленых полуодревесневших черенков растворов гумата аммония–ГК–6М-А, произведенного в лаборатории “Нетопливное использование углей” Донецкого национального университета. В состав стимулятора–адаптогена растений для овощных культур входят следующие элементы медь, цинк, бор, молибден, кобальт, германий. Исходный раствор органического происхождения, окрашен в почти черный цвет, является стимулятором роста растений.

Для опыта были использованы черенки вида *F. laurifolia* Tourn. Растение высокодекоративное, листья у него удлинненно-овальные, с небольшим оттянутым кончиком, жестковатые на ощупь, но не кожистые. Растет быстро, листьев на побегах много, что придает растению большую декоративность. Оптимальная температура для успешного содержания летом 18-20<sup>0</sup>, зимой желательно снижать до 12-15<sup>0</sup> С. Яркого освещения не переносит. Не любит как недостатка влаги, так и чрезмерного полива. Частое поворачивание к источнику света вызывает опадение листьев. В молодом возрасте пересаживать необходимо ежегодно, позже – менять верхний слой на питательную землесмесь, состоящую из двух частей лиственной и по одной части дерновой и парниковой земли с добавлением песка, перепревшего коровьего навоза или костной муки, с рН 6,5-7.

Маточное растение имеет возраст 5 лет. Растение хорошо развито, имеет одревесневшие гибкие побеги длиной до двух метров, обильно цвело своеобразными

цветками, собранными в соцветия – сиконии. В условиях интродукции *F.laurifolia*, как и другие виды, плоды не формирует, в связи с отсутствием опылителя. От него взяты верхушечные и срединные черенки, имеющие 2 междоузлия. Нижний лист был удален, нижний срез делали под прямым углом, верхний – косой, под углом 45°.

Черенки для укоренения были помещены в пластиковые стаканчики емкостью 125 миллилитров, в каждый из которых был налит соответствующий раствор гумата слоем 8 сантиметров. Контролем служили черенки, помещенные в отстоявшуюся водопроводную воду. Эксперимент заложен в марте 2005 года в лаборатории кафедры ботаники биологического факультета Донецкого национального университета.

Для эксперимента взяты разведения исходного раствора гумата в соотношениях от 1:10 до 1:1000000. В период проведения эксперимента не дали положительного результата разведения 1:10, 1:10000, 1:100000 и 1:1000000.

В процессе наблюдения отмечено появление на 7-8 день в большом количестве придаточных корней на черенках в растворах 0,001 и 0,0001. На 9 день черенки высадили в почвенный субстрат, которым были наполнены стаканчики на 3 четверти их объема. Растения разместили в условиях:

- 1 – химический факультет, западная экспозиция (хф, зэ);
- 2 – биологический факультет, северная экспозиция (бф, сэ);
- 3 – биологический факультет, южная экспозиция (бф, юэ).

В дальнейшем за растениями осуществлялся одинаковый уход: полив растений производился одновременно, отстоявшейся водопроводной водой комнатной температуры после подсыхания верхнего слоя почвенного субстрата до появления в поддоне воды.

Через полтора месяца у опытных растений начали развиваться новые листья. Через месяц проведены замеры длины и ширины листовых пластинок, а также их черешков. Отмечены визуальные различия как внутри вариантов с одинаковым разведением, так и между отдельными вариантами. Однако не во всех случаях эти различия оказались достоверными. Достоверность различий оценивалась с использованием t-критерия Стьюдента. Так, значимыми оказались различия длины и ширины листовых пластинок растений, которые содержались на химическом факультете. Длина колеблется от 3,70 сантиметров (разведение 0,01, хф, зэ) до 6,11 сантиметров (разведение 0,0001, хф, зэ).

Достоверных различий по длине листовых пластинок для растений, которые содержались на биологическом факультете не отмечено. Длина листовых пластинок на южной и северной экспозициях была соответственно 5,34 (разведение 0,001) и 5,42 сантиметров (разведение 0,01). Такая же тенденция сохраняется и для ширины листовых пластинок. Достоверные различия отмечены для растений в условиях химического факультета: 1,60 сантиметров (разведение 0,01) до 2,40 сантиметров (разведение 0,0001). На биологическом факультете: 2,3 сантиметров (разведение 0,01, юэ) и 2,42 сантиметров (разведение 0,001,сэ). По длине черешков достоверных различий не обнаружено: на химическом факультете – 3,3-3,4 сантиметров, биологическом – 2,5-3,5 сантиметров. Таким образом, использованный в эксперименте гумат аммония, может быть применен для укоренения черенков фикуса. Оптимальными разведениями исходного раствора являются 1:100, 1:1000. Достоверные различия размеров листовых пластинок, отмеченные в эксперименте, по-видимому, связаны с особыми условиями химического факультета, лаборатории которого насыщены летучими соединениями различных веществ, часть из которых может играть своеобразную роль стимуляторов роста. Известно, что для комнатных растений лучшими подкормками являются те, которые поступают из воздуха.



## БИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ МАЛОРАСПРАСТРАНЕННЫХ МНОГОЛЕТНИКОВ В УСЛОВИЯХ г. ДОНЕЦКА

В.Н. Кириченко, Г.А. Кудина, Л.Ю. Качур  
Донецкий национальный университет

В настоящее время в озеленении широко используется ландшафтный стиль, который предусматривает расширение ассортимента цветочно-декоративных видов. Определенный интерес представляет использование в озеленении малораспространенных многолетних декоративных растений. Биоэкологические особенности ряда представителей многие годы изучают в Донецком ботаническом саду. Проводятся фенологические наблюдения, определяются морфометрические показатели и длительность цветения, анализируется устойчивость растений к климатическим условиям Донбасса для проведения интродукционной оценки и возможности использования в озеленении Донбасса. Следует учесть, что умеренно-континентальный климат Донбасса отличается длительным периодом вегетации, однако в зимнее время нередко держится морозная погода при отсутствии снежного покрова, крайне негативное действие на растения оказывают весенние заморозки и летняя жара с минимальным количеством осадков.

Изучались декоративные многолетники из разных географических мест. 3 вида из семейства астровые (Asteraceae): астра кустарниковая (*Aster dumosus* L.), астра альпийская (*Aster alpinus* L.), кореопсис крупноцветковый (*Coreopsis grandiflora* Hogg ex Sweet.), 1 вид из семейства капустные (Brassicaceae) – этионема крупноцветковая (*Aetionema grandiflorum* Hausskn. & Bornm.), 1 вид из семейства чистовые (Cistaceae) – солнцезвезд альпийский (*Helianthemum alpestre* (Jako) Dc.) и 1 вид из семейства лилейные (Liliaceae) – асфоделина крымская (*Asphodelina taurica* (Pall. ex Bieb.) Kunth.). Наблюдения проводились в условиях Донецкого ботанического сада в 2004 – 2005 гг., сравнивались показатели растений, произрастающих в г.Донецке и в естественных природных условиях. Анализ данных позволил отметить, что существенных отклонений по высоте и диаметру куста, длине и ширине листьев, количеству побегов, диаметру соцветий и цветков, численностью одновременно открытых соцветий не отмечено, коэффициент вариации CV не превышал 20%. Исключением были показатели высоты астры кустарниковой. Растения, произрастающие в условиях г.Донецка достигли только 28,3 см (табл.), в то время как по ботаническому описанию им характерна высота 40 см.

Вместе с тем, размер соцветия асфоделины крымской по ботаническому описанию составляет 30см, а в условиях ботанического сада – 39 см.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием малораспространенных многолетников позволили выделить периоды начала вегетации (время обособления листа от почки), которые в условиях г.Донецка приходятся на первую декаду апреля, отмечалась фаза бутонизации, начало и завершение цветения. По двухлетним наблюдениям определены сроки цветения: самый короткий (1,5 месяца) у этионемы крупноцветковой – с середины апреля до конца мая. Цветение у астры альпийской и асфоделины крымской два месяца (май – июнь), астра кустарниковая также очень декоративна два месяца, но осеннего периода (сентябрь – октябрь). Кореопсису крупноцветковому характерно цветение на протяжении трех месяцев (с середины июня

до середины сентября). Самый длительный период цветения у солнцезвета альпийского – четыре месяца (с мая до конца августа).

Таблица

Морфометрические показатели вегетативных органов декоративных многолетников в условиях ДБС

Название растения	Морфометрические признаки			
	высота куста, см M±m	диаметр куста, см M±m	длина листа, см M±m	ширина листа, см M±m
астра кустарниковая	28,33±0,88	36,00±2,2	1,84±0,09	0,51±0,02
астра альпийская	16,08±0,47	18,14±0,53	5,49±0,10	0,81±0,02
асфоделина крымская	31,10±1,61	66,00±2,34	32,11±2,01	0,46±0,04
кореопсис крупноцветковый	35,10±0,88	36,00±2,25	21,77±0,95	1,54±0,09
солнцецвет альпийский	18,38±0,44	28,38±1,37	1,82±0,06	0,56±0,03
этионема крупноцветковая	25,3±0,54	20,3±1,24	2,31±0,07	0,64±0,15

Анализ зимостойкости исследуемых многолетников проводился по 5-бальной шкале С.Я. Соколова, где 1 балл, означающий полное отсутствие подмерзания, по наблюдениям ряда лет получили астра кустарниковая, астра альпийская, асфоделина крымская и кореопсис крупноцветковый. Балл 2 – это незначительные повреждения, замедленный рост в весенний период – отмечен у солнцезвета альпийского и этионемы крупноцветковой. Эти растения рекомендуется слегка укрывать на зиму.

Не менее важное значение для использования в зеленом строительстве Донбасса имеет изучение засухоустойчивости. Анализ этого качества проводился по 5-бальной шкале с визуальной оценкой повреждений растений летом в бездождевой период до проведения полива. Результаты показали высокую засухоустойчивость всех исследуемых видов, только у кореопсиса крупноцветкового отмечены незначительные повреждения – утрата тургора листьев в нижней части растения с последующим восстановлением.

Исследуемые многолетние декоративные растения по декоративным качествам могут быть использованы в различных композициях (для каменистых горок, миксбордеров и др.). Анализ биоэкологических особенностей многолетников в Донецком ботаническом саду позволил отметить, что они сохраняют декоративные качества в условиях Донбасса и их можно рекомендовать зеленому строительству.

## К ВОПРОСУ ИНТРОДУКЦИИ МНОГОЛЕТНИХ АСТР, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ЮГО-ВОСТОКЕ УКРАИНЫ

Е.И. Ковалева\*, О.В. Дубич\*\*  
Донецкий ботанический сад НАН Украины\*  
Донецкий национальный университет\*\*

Интродукция растений в ботанические сады является важнейшим приемом сохранения генофонда растительного мира и рационального использования растительных ресурсов. Кроме того, она помогает решить проблемы, возникающие в сфере изучения и использования полезных растений, сохранения биоразнообразия, а также увеличения ассортимента декоративных растений. Ежегодно появляются новые сорта, гибриды зарубежной селекции, обладающие различными хозяйственно полезными признаками и декоративными качествами. Поэтому, учитывая важность интродукции новых видов и сортов цветочно-декоративных культур мировой селекции для использования в озеленении, необходимо постоянное их изучение.

В последние годы цветочное оформление является неотъемлемой частью зеленого строительства и занимает особое место в озеленении населенных пунктов. Создавая цветники, прежде всего, необходимо обращать внимание на ассортимент растений, подбирая таким образом, чтобы в нем были представлены растения разных сроков цветения. Это предполагает широкое использование многолетних цветочных культур летнего и осеннего сроков цветения, что позволит расширить диапазон красивоцветущих растений.

Среди культур осеннего цветения многолетние астры и их гибридные формы выгодно отличаются возможностью применения в декоративных насаждениях различного типа. Экологическое и морфологическое разнообразие сортов позволяет использование их в качестве обсадных культур, для солитерных групп, рокариев. Особую ценность имеют виды, сорта, формы с широкой экологической амплитудой, устойчивые в условиях среды, к их числу относятся многие представители рода *Aster* L. (*Asteraceae* Dum.). Однако, как показал анализ литературных данных, ассортимент многолетних астр, широко используемых в цветоводстве открытого грунта, крайне ограничен. Для Украины указывается всего 6 видов, из них 4 дикорастущие, а 2 в культуре: *Aster amellus* L. (астра итальянская), *Aster alpinus* L. (астра альпийская), *Aster salignus* Willd. (астра ивовая), *Aster amelloides* Bess. (астра ложноитальянская), *Aster novae – angliae* L. (астра американская), *Aster novi – belgii* L. (астра виргинская). В то же время на территории СНГ распространено 26 видов со множеством культурных форм и сортов, выведенных на основе *Aster dumosus* L., *Aster amellus*, *Aster alpinus*, *Aster novae – angliae*, *Aster novi – belgii*. В мировой флоре насчитывается примерно 250 видов рода *Aster* L. Интродукция видов, сортов и форм рода *Aster* в Донецком ботаническом саду НАН Украины (ДБС) начата с 1966 года. На данный момент коллекция представлена 5 видами, 19 сортами, 5 формами и является объектом интродукционных исследований.

На основании данных фенологических наблюдений нами выделены следующие группы растений: ранние, среднеранние, поздние, очень поздние. Цветение видов, сортов и форм рода *Aster* отмечено с третьей декады июля по октябрь. Ранние виды, сорта, форма (*A. dumosus* 'Praecox Nanus', *A. dumosus* 'Goluboy Issykkul', *A. novi – belgii* 'Alba', *A. novi – belgii* 'Red Sun Set', *A. novi – belgii* 'Erica', *A. novae – angliae* f. violet, *A. novae – angliae* 'Violacea', *A. novae – angliae* 'Rubin', *A. novae – angliae* 'Cuclamen

*Purpurea*`, *A. greatai* Rarisch, *A. cordifolius* L.) вступают в фазу цветения с третьей декады июля – первой декады августа. Среднеранние сорта (*A. dumosus* `Lilac Time`, *A. dumosus* `Blue Bouquet`, *A. dumosus* `Alba`, *A. novi – belgii* `Nancy Ballard`, *A. novi – belgii* `Plenty`, *A. dumosus* `Yablonevy Zvet`, *A. dumosus* `Prof. Anton Kippenberg`, *A. dumosus* `Amarant`) вступают в фазу цветения во второй декаде августа – первой декаде сентября. Затем почти одновременно зацветают поздние сорта: *A. dumosus* `Niobe`, *A. dumosus* `Wolfii`, и формы: *A. dumosus f. nana alba*, *A. novae – angliae f. rosea*, *A. novae – angliae f. blue* (конец второй – начало третьей декады сентября). В коллекции есть очень позднецветущий сорт *A. novae – angliae* `Cascad` и форма *A. dumosus f. nana caerulea* (конец третьей декады сентября – первая декада октября).

Интродуцированные виды, сорта, формы рода *Aster* в зависимости от продолжительности цветения объединены в 3 группы: короткоцветущие (период цветения составляет от 20 до 30 дней) – *A. dumosus f. nana caerulea*, *A. dumosus f. nana alba*, *A. greatai*, *A. cordifolius*, *A. novi – belgii* `Alba`, *A. dumosus* `Wolfii`, *A. novae – angliae* `Cascad`; среднецветущие (период цветения от 30 до 40 дней) – *A. dumosus* `Niobe`, *A. dumosus* `Prof. Anton Kippenberg`, *A. novi – belgii* `Red Sun Set`, *A. novae – angliae* `Rubin`, *A. novae – angliae* `Cuclamen Purpurea`, *A. novae – angliae f. rosea*, *A. novae – angliae f. blue*; длительноцветущие (период цветения 40 – 50 и более дней) – *A. dumosus* `Praecox Nanus`, *A. dumosus* `Lilac Time`, *A. dumosus* `Blue Bouquet`, *A. dumosus* `Alba`, *A. dumosus* `Yablonevy Zvet`, *A. dumosus* `Amarant`, *A. dumosus* `Goluboy Issykkul`, *A. novi – belgii* `Nancy Ballard`, *A. novae – angliae f. violet*, *A. novae – angliae* `Violacea`, *A. novi – belgii* `Erica`, *A. novi – belgii* `Plenty`. Длительные сроки цветения позволяют создавать цветники с более продолжительным периодом декоративности.

Важным признаком, который учитывается при подборе цветочно-декоративных растений для озеленения, является продуктивность цветения. По среднему количеству корзинок на одном побеге представители рода *Aster* объединены нами в 3 группы: с низкой продуктивностью цветения (5 – 20 корзинок) – *A. dumosus* `Wolfii`, *A. novae – angliae f. rosea*, *A. novae – angliae f. violet*, *A. greatai*, *A. cordifolius*; со средней продуктивностью цветения (20 – 40 корзинок) – *A. dumosus f. nana alba*, *A. novae – angliae f. blue*, *A. novae – angliae* `Rubin`, *A. novae – angliae* `Cascad`, *A. novae – angliae* `Violacea`, *A. novi – belgii* `Plenty`; с высокой продуктивностью цветения (40 – 150 и более корзинок) – *A. dumosus f. nana caerulea*, *A. dumosus* `Praecox Nanus`, *A. dumosus* `Lilac Time`, *A. dumosus* `Blue Bouquet`, *A. dumosus* `Alba`, *A. dumosus* `Yablonevy Zvet`, *A. dumosus* `Amarant`, *A. dumosus* `Goluboy Issykkul`, *A. dumosus* `Niobe`, *A. dumosus* `Prof. Anton Kippenberg`, *A. novae – angliae* `Cuclamen Purpurea`, *A. novi – belgii* `Nancy Ballard`, *A. novi – belgii* `Erica`, *A. novi – belgii* `Plenty`, *A. novi – belgii* `Red Sun Set`, *A. novi – belgii* `Red Sun Set`.

Изучение видов, сортов, форм рода *Aster* в коллекции ДБС позволило установить – ритм развития растений полностью согласуется с природно-климатическими условиями Донбасса, что очень важно при интродукционном перемещении; изучены биологические особенности интродуцентов (габитус, сроки, продолжительность цветения и продуктивность), что имеет решающее значение в подборе ассортимента цветочно-декоративных растений и правильного их размещения при разработке цветочных композиций.

Вышеназванные виды, сорта, формы рода *Aster*, с учетом их биоморфологических особенностей, заслуживают широкого применения в практике зеленого строительства юго-востока Украины.

## ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К ЗАСУХЕ ПО ХАРАКТЕРИСТИКЕ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДООБМЕНА ВИДОВ, СОРТОВ, ФОРМ РОДА *ASTER L.* В ДОНБАССЕ

Е.И. Ковалева\*, А.Ю. Павленко\*\*  
Донецкий ботанический сад НАН Украины\*  
Донецкий национальный университет\*\*

Известно, что ни один из экологических факторов не определяет в такой мере возможности существования и распределения растений, как вода. В условиях почвенной и атмосферной засухи причинами преждевременного опадания листьев является нарушение водного баланса, вследствие чего происходит оттягивание влаги верхними листьями. Повреждение листьев высокими температурами, то есть ожоги, происходят из-за резкого снижения интенсивности транспирации.

В засушливых условиях юго-востока Украины водный баланс растений складывается весьма напряженно. Изучение его дает возможность раскрыть экологические особенности отдельных видов и разработать их агротехнику.

Цель настоящей работы – дать оценку устойчивости к засухе 5 видов, 19 сортов, 5 форм рода *Aster L.*, интродуцированных в Донецком ботаническом саду НАН Украины. Опыты проводились на коллекционном участке с выровненным агрофоном. Определялась общая оводненность тканей листьев, относительный тургор и степень его снижения, водный дефицит, водоудерживающая способность листьев (потеря воды от исходной сырой массы) в процессе завядания (8 часов); также проведена визуальная оценка повреждений листьев видов, сортов, форм рода *Aster* в полевых условиях.

Показатели водного режима растений определяли лабораторно – полевым методом "завядания листьев", разработанным М.Д. Кушниренко с соавторами (1976). Пробы листьев срединного яруса, собранные в фазе генеративной зрелости особей, в количестве по 10 штук в трех повторностях подвергали завяданию и взвешиванию через равные промежутки времени (через 2 часа) до момента, когда стали четко проявляться различия в степени завядания проб (8 часов). Далее пробы исследовали на способность восстанавливать тургор при насыщении листьев водой, а также учитывали долю тканей, поврежденных при завядании. Полученные данные, выраженные в процентах, являются критерием степени стойкости листьев к засушливым условиям. Обобщая физиологические показатели, мы можем сделать предварительные выводы о степени засухоустойчивости изучаемых растений и разделить их на условные группы с соответствующими значениями (табл. 1).

В результате исследования установлена взаимосвязь водоудерживающей способности тканей листьев астры многолетней с их восстановительной способностью после обезвоживания. У видов, сортов, форм с повышенной водоудерживающей способностью наблюдается лучшее восстановление тургора после обезвоживания. При потере листьями 30 – 35% воды от ее первоначального содержания еще возможно восстановление тургора клетками тканей. Причинами необратимых нарушений при дальнейшем обезвоживании является нарушение клеточных структур.

При нарастании почвенной и атмосферной засухи происходит повышение водоудерживающей способности тканей листьев у всех растений, независимо от степени их засухоустойчивости, но у сравнительно более засухоустойчивых видов, сортов, форм этот процесс осуществляется интенсивнее. При постепенном нарастании водного стресса растения легче приспосабливаются к дефициту влаги, чем при резком

обезвоживании. Экономное расходование воды листьями отдельных представителей рода в условиях недостаточного водообеспечения является приспособительной реакцией к действию засухи.

Таблица 1

Сравнительная характеристика засухоустойчивости образцов астры многолетней по некоторым физиологическим показателям

Физиологические показатели, %	Группы по засухоустойчивости		
	I—с показателями высокой засухоустойчивости	II – с показателями средней засухоустойчивости	III—с показателями низкой засухоустойчивости
Общая вода	70 – 80	60 – 70	50 – 60
Относительный тургор (до завядания)	80 – 95	65 – 80	50 – 65
Относительный тургор после завядания	50 – 60	35 – 50	20 – 35
Снижение тургора	15 – 25	25 – 35	35 – 50
Водный дефицит	0 – 20	20 – 40	40 – 60
Водоудерживающая способность (потеря воды от исходной сырой массы)	25 – 40	40 – 50	55 – 70
Степень повреждения	10 – 30	30 – 60	60 – 90

Засухоустойчивым растениям свойственны более высокая оводненность тканей листьев и относительный тургор, соответственно низкий водный дефицит.

Анализируя результаты опытов, к I группе (с показателями высокой засухоустойчивости) отнесены: *A. dumosus* L. 'Blue Bouquet', *A. dumosus* 'Alba', *A. dumosus* 'Niobea', *A. dumosus* 'Yablonevy Zvet', *A. dumosus* 'Prof. Anton Kippenberg', *A. dumosus* 'Goluboy Issykkul', *A. novi – belgii* L. 'Alba', *A. novi – belgii* 'Red Sun Set', *A. novi – belgii* 'Plenty', *A. novae – angliae* L. f. *rosea*.

Во II группу растений со средними показателями засухоустойчивости – *A. dumosus* f. *nana alba*, *A. dumosus* 'Lilac Time', *A. dumosus* 'Praecox Nanus', *A. dumosus* 'Amarant', *A. dumosus* 'Wolfii', *A. novi – belgii* 'Nancy Ballard', *A. novae – angliae* f. *blue*, *A. novae – angliae* 'Cascad', *A. novae – angliae* f. *violet*, *A. novae – angliae* 'Violacea', *A. greatai* Rarisch, *A. cordifolius* L.

К III группе – растения с низкой засухоустойчивостью: *A. dumosus* f. *nana caerulea*, *A. novi – belgii* 'Erica', *A. novae – angliae* 'Rubin', *A. novae – angliae* 'Cuclamen Purpurea'.

Изучение некоторых видов, сортов, форм рода *Aster* дало возможность оценить их устойчивость к засухе с целью выделения наиболее засухоустойчивых представителей рода в аридных условиях Донбасса для применения в садово-парковой архитектуре региона.

## АТМОСФЕРНЫЕ ВЫПАДЕНИЯ КАК ИСТОЧНИК ПОВЫШЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ СТРОНЦИЯ В РАСТЕНИЯХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Ю.Н. Кондрашина, Л.П. Свиренко

Харьковская национальная академия городского хозяйства

В 1991 – 1992 г.г. было проведено комплексное геолого-экологическое исследование территории Харьковской агломерации, в котором принимали участие сотрудники и студенты кафедры инженерной экологии городов Харьковской национальной академии городского хозяйства. Геохимическое картирование с целью оценки уровня загрязнения территории включало опробование не только абиотических компонентов окружающей среды (почв, донных отложений, поверхностных и грунтовых вод), но и растительности. Известно, что растения могут быть концентраторами некоторых элементов, в том числе металлов, поглощая их как из почвы, так и из атмосферного воздуха.

Кроме геохимического опробования территории города по сетке, проводили дополнительное исследование по профилям, приуроченным к поймам рек Уды, Харьков, Лопань, Немышля и их притоков. Поймы рек служат естественными геохимическими барьерами на пути движения миграционных потоков химических элементов. Пробы почв отбирали из поверхностного слоя (0-5мм). В качестве растений-индикаторов были использованы широко распространенные не только на территории Харькова, но и в Украине крапива двудомная (*Urtica dioica*) и ива белая (*Salix alba*), которые в биогеохимии относят к растениям-аккумуляторам некоторых металлов. Опробование проводили в конце вегетационного периода. Биоматериалом служила надземная часть растений крапивы и побеги ивы текущего года вегетации. Подготовка проб растительности к спектральному анализу включала их высушивание без предварительного смыва пыли с образца, измельчение, взвешивание и озоление. Методом эмиссионного спектрального анализа было определено валовое содержание в пробах 19 химических элементов. Особый интерес представляет распределение стронция в биотических и абиотических компонентах окружающей среды. В почвах речных пойм, как и в донных отложениях, содержание этого элемента находится на уровне регионального фона (100 мг/кг) или ниже (70 мг/кг), в то время как его содержание в растительных пробах колебались в пределах от 200 до 1500 мг/кг золы. Это позволяет предположить, что стронций мог поступить в ткани растений воздушным путем, а не из почвенного субстрата.

Стронций (Sr) – элемент II группы периодической системы, щелочноземельный металл, по геохимическим и биохимическим свойствам близкий к кальцию, с которым часто ассоциируется в природных условиях. Стронций относительно легко поглощается живыми организмами и входит в несущий скелет, выполняя в растениях функции, аналогичные кальцию.

Для подтверждения того, что содержание стронция, зафиксированное в фитопробах, отобранных в 1991-1992 г.г., связано с его аккумуляцией растительной тканью, а не с наличием осажденных пылевых частиц на поверхности листовых пластинок (не удаленных при подготовке проб к анализу), в 2005 г. был поставлен следующий эксперимент: проводился повторный отбор проб тех же видов растений (*Urtica dioica*) и (*Salix alba*), в период вегетации в тех же точках речных пойм. Пробы

формировались из одних и тех же частей растений. Количество точек отбора проб ивы – 26, крапивы – 39. Масса сырого вещества растений каждой пробы составила 20 – 50 г., которые были разделены на две части, которые отличались по подготовке их к озолению: одну часть фитопроб сушили сразу после отбора, а вторую – после предварительного смыва пыли с листьев; далее, как и в базовом исследовании, проводилось озоление проб при  $t = 400 - 500^\circ\text{C}$  до равномерной окраски золы (от белой до пепельно – серой), взвешивание и расчет зольности. При значимом вкладе формировании минерального остатка проб механически осажженной на листья растений пыли в значение зольности предварительно мытых и не мытых проб, отобранных с одного растения, должно существенно отличаться. Проверка наличия указанной связи осуществлялась для каждого вида растений на двух параллельных рядах значений зольности (мытых и немытых проб) с использованием метода линейной регрессионной зависимости. Результаты статистической обработки данных представлены в таблице.

Таблица. Результаты статистической обработки данных по зольности фитопроб

Расчетные показатели	Ива белая ( <i>Salix alba</i> )		Крапива двудомная ( <i>Urtica dioica</i> )	
	со смывом (n=26)	без смыва (n=26)	со смывом (n=39)	без смыва (n=39)
Среднее значение зольности	0,195	0,168	0,275	0,304
Среднее квадратичное	0,078	0,042	0,009	0,115
Стандартное отклонение	0,201	0,117	0,136	0,150
Коэффициент корреляции $r_{x,y}$	0,21		0,07	

В условиях формирования зольности под влиянием случайных факторов коэффициент корреляции  $r_{x,y}$  также является случайной величиной; следовало проверить, является ли вычисленное его значение значимым для принятия решения о наличии регрессионной зависимости. Проверив выполнение условия  $|r_{x,y}| < 2 \cdot \sigma_r$ , где стандартное выборочное отклонение коэффициента корреляции рассчитано по формуле:

$$\sigma_r = 1/\sqrt{n-3},$$

где  $n$  – количество проб, было установлено, что для ивы  $r_{x,y} < 0,417$ , для крапивы  $r_{x,y} < 0,333$ . Это свидетельствует об отсутствии статистической зависимости между различными видами пробоподготовки и значением зольности как у ивы, так и у крапивы.

Таким образом, высокие концентрации стронция, которые были обнаружены в растительных пробах 1991 – 1992 г.г. исследования, достоверно связаны с накоплением стронция тканью растения, в том числе и из атмосферных выпадений. Учитывая, что отбор проводили всего лишь через 5 – 6 лет после аварии на Чернобыльской АЭС, накопленный в растениях Sr, мог содержать радионуклиды этого элемента.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на уточнение соотношения между почвенным и атмосферным источниками поступления Sr в растения и на выбор видов, которые предпочтительно можно использовать в качестве фитобарьера для Sr-90.



## ИНТРОДУКЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *HEDERA* L. В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

Н.В. Корнева  
Донецкий национальный университет

На всем пути культурного развития не покидало человека стремление украшать свое жилище растениями. В настоящее время, когда большую часть суток человек проводит в закрытом помещении, общение с растениями стало не только эстетической потребностью. В условиях умеренного климата с сезонным ритмом развития растений, в условиях закрытых помещений используются тропические и субтропические виды, прошедшие интродукционное испытание. Одним из наиболее декоративных растений, используемых в озеленении интерьеров с недостаточным освещением, являются представители рода плющ (*Hedera* L.), относящиеся к семейству аралиевых (*Araliaceae* Juss. ).

Работа по интродукционному изучению представителей рода *Hedera* L. выполнена на основе коллекции тропических и субтропических растений фондовых оранжерей Донецкого Ботанического сада НАН Украины. В роде 15 видов, распространенных в умеренных горных областях Юго-Восточной Азии, в Средиземноморье, Европе, где они произрастают в субтропических и летне-зеленых лесах на стволах деревьев, на скалах и осыпях в горных районах. К изучению были привлечены 5 видов, 2 природные формы, 3 культивара плющей.

Фенологические наблюдения за растениями проводили с помощью методики фенологических наблюдений за тропическими и субтропическими растениями в условиях оранжерей. Математическая обработка статистических данных проведена методами вариационной статистики с использованием пакета прикладных программ «Londis» для ПК. Количество устьиц у исследуемых видов подсчитывали под микроскопом на пленке из бесцветного лака, нанесенного на нижнюю сторону листовой пластинки и снятой с отпечатками устьиц после высыхания.

Большинство видов выносят недостаток питательных веществ, что объясняется распространением плющей в естественных условиях по высокогорным массивам (1800-2100 м над уровнем моря). Поскольку условия умеренного климата, в котором расположен Донбасс, отличаются от условий произрастания плющей на исторической родине, все виды, разновидности, формы и культивары выращивают в защищенном грунте при освещенности от 500 лк до 10 000 лк, температуре воздуха (в зимний период) 8-18<sup>0</sup>С, грунта – 10-12<sup>0</sup>С, и относительной влажности воздуха 70-90%.

Интенсивность ростовых процессов видов плюща обыкновенного зависит от условий освещенности, температуры воздуха и почвы. Высокая толерантность растений к условиям среды позволяет выращивать их в прохладных помещениях с недостаточным освещением. Нами было проведено наблюдение за развитием представителей рода плющей в разных условиях освещенности, на основании которых представителей рода *Hedera* L. можно разделить на две группы по отношению к освещенности. К первой относятся виды, выдерживающие рассеянный свет и затенение (700-5000лк). Сюда можно отнести следующие виды: *Hedera helix* L., *H. colhica* C.Koch., *H. canariensis* Willd., *H. taurica* Carr. Во вторую группу входят формы и культивары, которые более требовательны к условиям освещения (2000-10 000лк). Это

*H. helix f. arborescens* (Loud.) C.K.Schneid., *H. helix f. aureo-variegata*, *H. helix cv. Lucida-aurea*, *H. helix cv. Gloire de Marengo*.

При изучении ростовых процессов, нами было выяснено, что прирост побега у плющей при хорошем освещении больше у *H. helix* (эта разница сохраняется зимой и летом при разных температурах), другие виды плющей более толерантны по отношению к температурным условиям. Особо следует выделить *H. taurica*, *H. canariensis*, *H. helix f. arborescens*, у которых различия в приросте побега незначительны. Эти виды в первую очередь можно рекомендовать для озеленения интерьеров с незначительными параметрами среды. Особо требовательны к условиям освещенности культивары с пестрой листовой пластинкой. Однако замечено, что зимой, при недостатке освещения, рисунок листовой пластинки не исчезают, хотя и становится бледнее. Также было выяснено, что оптимальная температура содержания видов плющей в зимний период  $+8...+12^{\circ}\text{C}$  (*H. canariensis*, *H. taurica*) или  $+10...+15^{\circ}\text{C}$  (*H. helix*, *H. colhica*, *H. nepalensis*). Культивары с пестрой окраской листовой пластинки нуждаются в более высокой температуре воздуха ( $+10...+18^{\circ}\text{C}$ : *H. helix f. arborescens* (Loud.) C.K.Schneid, *H. Helix f. aureo-variegata*, *H. helix cv. Lucida-aurea*, *H. helix cv. Gloire de Marengo*, *H. helix cv. Marginata*). По нашим наблюдениям, кратковременное снижение температуры воздуха до  $+3...+5^{\circ}\text{C}$  не вызывает повреждение растений и снижение декоративности. Поэтому они могут быть использованы в плохо отапливаемых помещениях, в холлах учреждений и учебных заведений.

Нами было проведено исследования числа устьиц у представителей рода плюща. В ходе исследования было установлено, что в зависимости от освещения, и летние и зимние листья на свету (до 4000 лк) имеют большее количество устьиц на единицу площади, чем теневые (900 лк).

В тоже время в условиях затенения и летние и зимние листья имеют примерно одинаковое количество устьиц на единицу площади, что свидетельствует о большей зависимости ростовых процессов от освещенности, чем от температурных условий. Нами было также установлено, что летние листья имеют большее количество устьиц на единицу площади, чем зимние листья, что, очевидно, объясняется более благоприятными микроклиматическими условиями и интенсивными ростовыми процессами в летний период. При этом размеры устьиц у всех видов одинаковые: длина – 0,05 мм и ширина – 0,01 мм.

Плющи хорошо размножаются черенками круглый год, но специфичны условия укоренения: в зимний период подогрев, летом притенение. При таких условиях наблюдается высокий процент укоренения (75-90%) за относительно короткие сроки (20-25 дней) - *Hedera helix* L., *H. colhica*. Лучше укореняются видовые плющи, несколько хуже культивары; слабо укореняется *H. Helix f. arborescens* (5-10%). Нами было установлено, что с увеличением температуры грунта и воздуха процент укоренения падает. Высокие показатели температуры грунта и воздуха отрицательно сказываются на процессы корнеобразования. Оптимальной температурой для лучшего укоренения черенков является температура воздуха  $+14...+16^{\circ}\text{C}$ , а субстрата -  $+16...+18$ , при относительной влажности воздуха 94-98%.

Таким образом, результаты исследований показывают, что виды рода *Hedera* L. экологически пластичны по отношению к условиям освещенности и температуре воздуха, что очень ценно при введении их в интерьеры с нерегулируемыми параметрами среды. Культивары и формы с пестрой окраской листьев более требовательны к содержанию, но вполне пригодны для выращивания в интерьерах разных типов.

## ФИТОСОЗОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОХРАНИВШИХСЯ ПРИРОДНЫХ СООБЩЕСТВ АЛЕКСАНДРОВСКОГО РАЙОНА ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

В.В. Куцак, Л.Н. Хоботкова

Донецкий национальный университет

Охрана и воспроизводство природного растительного покрова являются важнейшими вопросами рационального природопользования. Решение этой проблемы возможно на базе отдельных фитоценологических сводок, позволяющих не только охарактеризовать геоморфологические условия района исследования, но и наметить пути рационального использования сохранившихся природных ценозов.

В 2004 – 2006 гг. мы проводили инвентаризацию флоры байрачных лесов Александровского района. По физико-географическому положению район исследования относится к Бахмутско-Торецкому и Верхне-Волчанскому физико-географическим районам. По геоботаническому районированию данная территория расположена в Славянско-Артемовском районе Донецкого округа и Лозовском районе Павлоградского округа. Славянско-Артемовский геоботанический район представлен багаторазнотравно-типчаково-ковыльными степями, байрачными лесами и растительностью каменистых обнажений.

Несмотря на высокий уровень антропогенной трансформации растительного покрова, флористическое разнообразие района исследований остается богатым. Особую ценность в природоохранном отношении представляют сохранившиеся природные участки степной растительности и байрачные урочища.

Согласно программе расширения природозаповедного фонда Александровского района организовано 4 заказника местного значения и 4 заповедных урочища. Среди них 5 природоохранных объектов представлены байрачными лесами.

По данным Донецкого ботанического сада АН Украины и результатам наших исследований в составе охраняемых растительных сообществ произрастает 45 раритетных видов разного уровня охраны: 3 вида входящие в Мировой красный список, 3 вида входящие в Европейскую Красную книгу, 19 видов Красной книги Украины и 20 видов охраняемых на региональном уровне.

Байрачные леса района исследований представлены редкими татарскокленовыми дубравами и синузиями весенних эфемероидов, среди них: *Anemonoides ranunculoides* L., *Corydalis solida* S.F. Gray., *Corydalis marschalliana* Pers., *Ornithogalum boucheanum* (Kunth.) Aschers, *Scilla sibirica* Haw., *Tulipa quercetorum* Klok. Et Zoz, *Adonis wolgensis* Stev. Популяции этих видов полночленные, нормальные.

В составе охраняемых степных фитоценозов отмечены редкие сообщества *Stipa capillata* L., *Stipa grafiana* Stev., *Stipa borysfenica* Klok., *Stipa rubentiformis* P. Smirn., *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. Наиболее распространены формации *Stipa capillata* L., *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr., занимающие территории 69 га и 76,5 га соответственно. На участках с фрагментами псаммофитных степей сохранилась формация *Stipa borysfenica* Klok. площадью 1,7 га. Среди кустарников единичными особями представлены популяции *Stipa joannis* Celak. и *Stipa disjuncta* Klok. В урочище «Казанок» сохранилась полночленная популяция *Paeonia tenuifolia* L. на площади 0,5 га. Такие редкие виды как *Bulbocodium versicolor* (Ker. – Gawl.) Spreng., *Onosma tanaïtica* Klok., *Alyssum gymnopodium* P. Smirn., *Vincetoxicum intermedium* Taliev, *Dianthus elongates* С. А. Мей. имеют единичные местонахождения.

Начиная с 2004 г. нами было обследовано урочище «Софиевское» с целью разработки обоснований для выделения нового заповедного объекта. Охрана генофонда

флоры урочища на популяционно-видовом уровне предполагала проведение систематических и хорологических исследований, которые позволяют установить таксономическую и пространственную характеристики данной флоры. По данным инвентаризации флоры в урочище произрастает 177 видов сосудистых растений, относящихся к 126 родам и 37 семействам.

Лесные сообщества представлены редкими ассоциациями дубовых лесов из *Quercus robur* L. *Querceta* (*roboris*) *acerosa* (*tatarici*) и опушечно – кустарниковые сообщества представленные ассоциацией *Amygdalus nana* L. + *Elytrigia repens* (L.) Nevski. Ниже по склону, а также в верхней части восточных и западных склонов их заменяют сообщества ассоциации *Quercetum aceroso* (*tatarici*) - *melicosum* (*pictae*), уступающие в средней части склонов со свежими почвами наиболее распространенным сообществам ассоциации *Quercetum aceroso* (*tatarici*) – *stellariosum*. На дне балок и в нижней части их склонов формируются сообщества ассоциации *Quercetum aceroso* (*tatarici*) – *aegopodiosum*.

В урочище выявлены популяции раритетных видов: *Ornithogalum boucheanum* L., *Tulipa quercetorum* Klok. Et Zoz, *Adonis wolgensis* Stev., *Stipa capillata* L., *Stipa zalesskyi* Wilensky охраняемые на государственном уровне, а также *Scilla sibirica* Haw., *Anemonoides ranunculoides* L., *Corydalis solida* S.F. Gray., *Stachys czernjaevii* Shost., *Glechoma hirsuta* Waldst. et Kit., *Verbascum laxum* Filar. et Jav., *Veronica serpyllifolia* L. охраняемые на региональном уровне.

Ценные в практическом отношении дикорастущие виды урочища «Софиевское» составляют 87% от общего количества видов флоры урочища. Так в урочище произрастает 76 видов лекарственных растений. Особенно ценными являются: *Chelidonium majus* L., *Adonis wolgensis* Stev., *Fragaria vesca* L., *Rubus caesius* L., *Rhamnus cathartica* L., *Hypericum perforatum* L. и др. Нерациональное их использование привело к значительному истощению ресурсов лекарственного сырья, в связи с чем назрела необходимость сохранения популяций полезных лекарственных растений, то есть запрещение их сбора.

Около 60 видов обладают декоративным эффектом. Пригодны для устройства цветников такие почвопокровные растения как: *Corydalis*, *Anemonoides*, *Viola*, *Veronica*, *Centaurea*, *Potentilla*. Высокой степенью декоративности обладают некоторые деревья и кустарники: *Quercus*, *Ulmus*, *Malus*, *Prunus*, *Caragana*, *Amigdalus*, *Rosa* и т.д. Многие дикорастущие виды являются источником пищевого сырья и витаминов. Более 60 видов объединяет группа медоносных растений. Определенное значение в восстановлении природного растительного покрова урочища имеют фитомелиоративные виды, среди которых есть закрепители отложений.

Большое практическое значение имеют кормовые растения произрастающие на сенокосах и пастбищах. Группа эфиромасличных растений включает 9 видов: *Salvia stepposa* Shost., *Stachys czernjaevii* Shost., *Tanacetum vulgare* L., *Achillea collina* Becker ex Reichend и т.д.

В составе флоры урочища имеются относительно вредные сорные растения – 30 видов, и ядовитые – 12 видов. Значительная их часть обладает полезными свойствами и может использоваться в качестве лекарственных, декоративных, красильных и т. д.

Таким образом в лесных и степных охраняемых урочищах представлены редкие ковыльные сообщества, татарскокленовые дубравы и отмечены полночленные нормальные популяции раритетных видов. На основании проведенных исследований в урочище «Софиевское» нами разработаны научные обоснования на учреждение заказника местного значения «урочище Софиевское».

## ВЛИЯНИЕ pH И ГИГРОСКОПИЧНОСТИ ДРЕВЕСНОЙ КОРЫ НА ВИДОВОЙ СОСТАВ КОРТИКОФИЛЬНЫХ МИКСОМИЦЕТОВ

Д.В. Леонтьев

Харьковский национальный университет им. В.Н.Каразина

Миксомицеты (Mycetozoa) – грибоподобные протисты, широко распространенные в наземных экосистемах. Одной из наиболее разнообразных экологических групп миксомицетов являются *кортикофилы* – виды, развивающиеся на коре древесных растений.

Изучение миксомицетов Национального природного парка «Гомольшанские леса» (Харьковская обл., Украина) начато нами в 2000 г. В результате, на данной территории обнаружено 143 вида миксомицетов, 88 из которых были отмечены на древесной коре. В данной работе мы рассмотрим влияние pH и гигроскопичности коры на структуру биоты кортикофильных миксомицетов в условиях изучаемого резервата.

Материалом исследования послужили образцы коры 19 видов деревьев и кустарников: *Acer campestre* L., *A. platanoides* L., *A. tataricum* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Betula pendula* Roth., *Coryllus avelana* L., *Evonimus europea* L., *E. verrucosa* Scop., *Fraxinus excelsior* L., *Pinus sylvestris* L., *Picea abies*, *Populus albus* L., *P. tremula* L., *Pyrus communis* L., *Quercus robur* L., *Salix alba* L., *Sambucus nigra* L., *Tilia cordata* L., *Ulmus laevis* Pall. Основная часть материала была помещена во влажные камеры для получения плодоношений миксомицетов. Оставшийся материал был использован для определения pH и гигроскопичности.

Для определения pH, образцы коры измельчались в электрической мельнице до порошкообразного состояния. Далее 10 г порошка смешивали с 10 мл дистиллированной воды, и оставлялись на трое суток. После этого взвесь пропусклась через бумажный фильтр. В полученном экстракте, с помощью pH-метра определялась величина pH.

Для определения гигроскопичности, брались воздушно-сухие образцы коры массой 1-2 г, взвешивались на аналитических весах, и помещались в дистиллированную воду на 1 сутки. После этого, пропитавшиеся водой образцы взвешивались снова. Гигроскопичность вычислялась как частное от деления сухой (нативной) массы образца на его массу в увлажненном состоянии.

В результате проведенных измерений выяснилось, что изученные образцы коры древесных растений характеризуются различными величинами pH (от 4,13 до 6,75) и гигроскопичности (от 13,1 до 151,7%). Наибольшая численность миксомицетов наблюдалась при средних значениях pH. Так, на коре с кислотностью в диапазоне pH 4-4,9 найдено 39 образцов миксомицетов, в диапазоне pH 5-5,9 обнаружено 168 образцов, и наконец в диапазоне pH 6-6,9 – всего 17.

Наибольшее число образцов (68) и видов (33) найдено на коре *Quercus robur*, характеризующейся значением pH  $5,01 \pm 0,15$ . Таким образом, в условиях Гомольшанских лесов оптимальным для миксомицетов может быть признан диапазон pH 5-5,9.

Отношение миксомицетов к параметру гигроскопичности сходно. В диапазоне гигроскопичности 0-20% найдено 18 образцов миксомицетов, в интервале 20-50% обнаружено 106 образцов, при 50-100% – 87, при 100-150% – 29. Кора *Quercus robur*, на

которой найдено наибольшее число образцов и видов миксомицетов, характеризуется значением гигроскопичности 83,6%.

Таким образом, в условиях Гомольшанских лесов оптимальным для миксомицетов может быть признан диапазон гигроскопичности 20-100%.

Следует отметить, что виды растений, на которых вообще не найдены миксомицеты, характеризуются экстремальными значениями pH и гигроскопичности, значительно удаленными от оптимума: крайне низкий pH (*Acer tataricum*), крайне высокий pH (*Sambucus nigra*), крайне низкая гигроскопичность (*Acer tataricum*, *Evonimus europea*, *E. verrucosa*, *Sambucus nigra*). Таким образом, существенные отклонения от оптимума рассматриваемых параметров приводят к обеднению биоты миксомицетов.

Для выяснения значений pH и гигроскопичности, предпочитаемых отдельными видами, нами были использованы данные о встречаемости на коре различных деревьев видов миксомицетов, характеризующихся наибольшей численностью. В анализ были включены только виды, обнаруженные в условиях влажной камеры, т.к. только для них были произведены измерения соответствующих характеристик субстратов. Всего проанализировано распространение восьми видов: *Arcyria cinerea* (Bull.) Pers., *A. pomiformis* (Leers) Rostaf., *Cribraria violacea* Rex, *Echinostelium minutum* de Bary in Rostaf., *Macbrideola cornea* (G.Lister et Cran.) Alexop., *Paradiachaeopsis fimbriata* (G.Lister et Cran) Hertel ex Nann.-Bremek., *Perichaena chrysosperma* (Curr.) Lister и *P. corticalis* (Batsch) Rostaf.

Полученные результаты свидетельствуют о существовании для каждого из исследованных видов собственного оптимума pH. К наиболее кислым значениям тяготеет *Paradiachaeopsis fimbriata*, все образцы которого найдены в интервале pH от 4,3 до 4,9.

Средние значения pH предпочитают *Arcyria pomiformis* и *Echinostelium minutum*, большинство образцов которых найдено на субстрате с pH 5,0. Наконец, относительно щелочной оптимум (хотя по-прежнему находящийся в кислом диапазоне значений pH) продемонстрировали *Perichaena chrysosperma*, *P. corticalis* и в особенности *Cribraria violacea* (pH 5,5-6,6). Ширина оптимума pH у разных видов также различна. Так, *Arcyria cinerea* и *Macbrideola cornea* отмечаются на всем изученном диапазоне pH субстратов, от 4,3 до 6,4-6,6 (ширина диапазона значений pH равна 2,1 для *A. cinerea* и 2,3 для *M.cornea*). Тем самым эти виды демонстрируют относительную индифферентность к исследуемому фактору. В то же время, *Paradiachaeopsis fimbriata* и *Perichaena corticalis* проявили значительно более узкую специализацию к значениям pH (ширина диапазона значений pH равна 0,6 для *P. fimbriata* и 0,9 для *P. corticalis*).

С точки зрения гигроскопичности виды миксомицетов также демонстрируют различные предпочтения. К низким значениям этого параметра тяготеют *Paradiachaeopsis fimbriata*, *Macbrideola cornea* и *Perichaena corticalis*, а к наиболее высоким – *Cribraria violacea*. Большинство видов развивается в широком диапазоне гигроскопичности.

Наибольшую индифферентность к этому фактору проявили *Arcyria pomiformis* и *Echinostelium minutum*, отмеченные в широком диапазоне гигроскопичности: от 30 до 150%. Наибольшую специализацию к определенному уровню гигроскопичности продемонстрировали *Paradiachaeopsis fimbriata* и *Macbrideola cornea*, отмеченные в узком диапазоне: 30,1-42,2% и 18,8-37,7% соответственно.

## ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ МІЦЕЛІАЛЬНОЇ СУСПЕНЗІЇ В ЖИВИЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ НА ПРОТЕОЛІТИЧНУ АКТИВНІСТЬ ШТАМІВ *IRPEX LACTEUS* FR.

Ю.А. Мануйлова, Ю.П. Загнітко, М.І. Бойко  
Донецький національний університет

Зараз серед дереворуйнівних грибів ведеться інтенсивний пошук ефективних продуцентів екзопротеаз, які є більш вигідними та дешевими для використання у процесах промисловості, ніж ферменти мікробного чи тваринного походження. Доведено, що дозування і вік матеріалу, що висівається, чинять істотний вплив на культивування грибів і біосинтез ними ферментів. Метою наших досліджень було визначення впливу концентрації міцеліальної суспензії штамів *Irpex lacteus* Fr. в живильному середовищі на активність їхніх протеолітичних ферментів.

Об'єктом досліджень були штами D-1 та B-02 *I. lacteus*. Метод визначення тромболітичної активності (ТА) заснований на врахуванні часу лізису експериментально отриманих тромбів людини. Визначення молокозсідальної активності (МЗА) культурального фільтрату здійснювали за методом Каваї та Мукаї. Визначення казеїназної активності (КА) засновано на гідролізі казеїну з утворенням продуктів, які не осаджуються трихлороцтовою кислотою, які визначаються методом колориметрії з реактивом Фоліна.

При вивченні залежності ТА від концентрації гомогенату міцелію в живильному середовищі (табл. 1) було встановлено, що в експоненційній фазі росту максимальні показники ТА у штаму D-1 спостерігалися здебільшого на середовищах з високим вмістом міцеліальної суспензії (25:25, 20:30 та 15:35), а наприкінці досліду, навпаки, максимальний рівень ТА був на середовищах з мінімальним вмістом міцеліальної суспензії (10:40 та 5:45). Можливо, такі результати пов'язані з тим, що у фазі рівномірного розвитку йде активний синтез речовин грибом лише при достатній кількості живильних речовин у середовищі. А у штаму B-02 *I. lacteus* найвищий рівень ТА протягом всього культивування був на середовищах з мінімальним вмістом суспензії (10:40 та 5:45). Це свідчить про те, що для активного синтезу ферментів тромболітичної дії штамом B-02 незалежно від фази розвитку необхідна велика кількість поживних речовин в живильному середовищі відносно до концентрації міцелію.

При дослідженні залежності МЗА штамів D-1 та B-02 *I. lacteus* від концентрації міцеліальної суспензії в живильному (табл. 2) встановлено, що для штаму D-1 протягом всього терміну культивування максимальні показники МЗА досліджуваних штамів спостерігалися на середовищах з максимальним вмістом міцеліальної суспензії (25:25, 20:30 та 15:35), а мінімальні – на середовищі з мінімальним вмістом гомогенату (10:40 та 5:45). Для штаму B-02 *I. lacteus* таке співвідношення показників характерне тільки для експоненційної фази росту, а на 25 добу досліду, навпаки, максимуми МЗА були на середовищах з мінімальною концентрацією інокулюму (10:40 та 5:45), а мінімуми – на середовищі з максимальною концентрацією гомогенату (25:25). Можливо, це пояснюється нестачею у фазі старіння поживних елементів, тому на середовищі з меншим вмістом суспензії у співвідношенні до субстрату відбувається підвищення синтезу екзоферментів молокозсідальної дії за рахунок невикористаних поживних речовин.

Таблиця 1. Залежність ТА (у.о.) штамів *I. lacteus* від концентрації міцеліальної суспензії в живильному середовищі

Шта-ми	Доба дослідю	Концентрація міцеліальної суспензії до живильного середовища, мл				
		25:25	20:30	15:35	10:40	5:45
D-1	10	130,93±11,68	196,67±35,59	153,8±24,37	130,93±11,68	153,8±24,37
	15	114,27±8,74	100±0	107,13±8,74	107,13±8,74	101,57±13,51
	25	38,57±7,29	59,67±7,08	63,33±8,17	76,33±15,01	66,33±4,49
B-02	10	196,67±35,59	210,0±24,5	167,13±28	196,67±35,59	230±24,5
	15	96,0±15,55	114,27±8,73	107,13±8,73	121,4±0,03	150,0±0
	25	30,32±3,79	40,1±2,69	59,33±25,01	105,53±27,23	96,0±15,55

Таблиця 2. Залежність МЗА штамів *I. lacteus* від концентрації міцеліальної суспензії в живильному середовищі

Шта-ми	Доба дослідю	Концентрація міцеліальної суспензії до живильного середовища, мл				
		25:25	20:30	15:35	10:40	5:45
D-1	10	3251,7±327,3	2598,4±43,4	3411,9±283,6	1915,3±171,6	1877,5±86,4
	15	4374,6±385,5	3396,7±132,01	4213,2±234,1	3382±70,7	3478,0±159,7
	25	4673,8±286,9	6087,8±359,5	5176,0±118,4	4398,1±91,7	3549,0±159,5
B-02	10	4454,9±294,9	3267,8±131,6	3242,6±139,1	3313,3±138,7	2074,6±141,8
	15	5236,1±267,0	4259,5±117,3	3469±316,2	4143,1±128,6	4100,4±122,9
	25	1694±55,7	2606,3±129,5	3106,8±335,4	4194,0±352,7	4555,3±183,3

Таблиця 3. Залежність КА штамів *I. lacteus* від концентрації міцеліальної суспензії в живильному середовищі

Шта-ми	Доба дослідю	Концентрація міцеліальної суспензії до живильного середовища, мл				
		25:25	20:30	15:35	10:40	5:45
D-1	10	2,14±0,08	2,49±0,07	2,34±0,05	2,47±0,04	2,23±0,07
	15	1,87±0,06	2,04±0,15	2,33±0,05	2,13±0,04	2,08±0,02
	25	1,47±0,13	1,49±0,14	2,04±0,08	2,25±0,03	1,84±0,07
B-02	10	2,31±0,04	2,32±0,04	2,12±0,02	2,1±0,01	2,8±0,04
	15	2,7±0,06	2,35±0,12	2,1±0,23	2,73±0,11	2,71±0,05
	25	2,24±0,12	2,38±0,03	2,47±0,04	2,54±0,1	2,56±0,11

Аналізуючи залежність КА штамів D-1 та B-02 *I. lacteus* від концентрації міцеліальної суспензії в живильному середовищі (табл. 3) можна сказати, що мінімальний рівень КА штаму D-1 *I. lacteus* був на середовищі з вмістом міцеліальної суспензії 25:25 на всіх етапах розвитку гриба. А для штаму B-02 *I. lacteus* на живильному середовищі з мінімальним вмістом суспензії 5:45 протягом всього експерименту спостерігався максимальний рівень КА. Максимальні показники КА також були на середовищах з концентрацією інокулюму 25:25, 10:40 (на 15 добу дослідю) та 15:35, 10:40 (на 25 добу). Мінімальний рівень КА на 10 добу культивування був на середовищі з концентрацією гомогенату 15:35 та 10:40, а на 25 добу – на середовищі з концентраціями 25:25 та 20:30.

Отже, для окремих штамів необхідно встановлювати оптимальну дозу матеріалу, який буде висіватися, бо недостатня його кількість викликає подовження циклу розвитку культури і синтезу нею ферментів протеолітичної дії, а велика кількість призводить до різкого збільшення швидкості росту гриба і скороченню циклу розвитку, але при цьому вихід ферменту часто знижується.



## МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПРИРОДНЫХ ИЗОЛЯТОВ ВЕШЕНКИ

Г.И. Мелихова, С.И. Демченко  
Донецкий национальный университет

Грибы – ценные деликатесные продукты питания. Но, к сожалению, увеличивающаяся ежегодно техническая нагрузка на лесные угодья Украины, делают «тихую охоту» за съедобными грибами зачастую опасной для жизни и здоровья людей. Поэтому на замену дикорастущим грибам приходят искусственно культивируемые, объемы производства которых постепенно увеличиваются. Важным достоинством этого направления является то, что производимый продукт не содержит промышленные выбросы, загрязняющие окружающую среду, и позволяет утилизировать отходы промышленности и сельского хозяйства, используемые как субстрат питания.

В настоящее время из всего разнообразия грибного царства в промышленных объемах культивируются чуть больше десятка видов. Первенство в мировом грибоводстве принадлежит шампиньону двуспоровому, объемы производства которого превышают 1,5 млн. тонн в год. За шампиньоном следуют такие грибы как шиитаке (527 тыс. тонн в год) и вешенка (300 тыс. тонн в год). К культивируемым штаммам интенсификация производства предъявляет ряд требований: высокую урожайность за максимально короткий период; способность расти на различных целлюлозо- и лигнинсодержащих отходах сельского хозяйства и промышленности; высокую конкурентноспособность по отношению к бактериям и несовершенным грибам; способность образовывать плодовые тела при температурах, незначительно отличающиеся от температуры роста мицелия; отсутствие спор; приятный вкус, запах и высокую питательность плодовых тел; возможность хранить и транспортировать грибы без потери их качества. Несмотря на значительную природную вариабельность генофонда видов рода *Pleurotus*, для получения штаммов, обладающих перечисленными выше ценными свойствами, необходима целенаправленная селекционная работа.

Первым этапом селекции высших съедобных базидиомицетов является подбор исходных перспективных для дальнейшей работы природных изолятов, выделенные из плодовых тел, собранных в различных условиях местообитания на разных субстратах. Целью нашей работы было изучить метаболическую активность: способность отобранных природных изолятов *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. утилизировать различные источники углерода. Выбор данного критерия был обусловлен тем, что штаммы *P. ostreatus* активно растущие на широком спектре углерод- и азотсодержащих соединений, имеют достоверно большую урожайность, чем культуры с пониженной способностью к утилизации этих веществ.

Основываясь на полученных нами ранее данных скорости роста вегетативного мицелия на агаризованной глюкозо-картофельной среде и урожайности *P. ostreatus* при лабораторном интенсивном культивировании на увлажненной лузге семян подсолнечника, были отобраны как объекты исследования природные изоляты Т–6, И–3, О–8, выделенные в разных регионах Донецкой области из плодовых тел, собранных на тополе, иве и осине. Для определения отношения изолятов вешенки к источникам углерода использовали сахаро-пептонную среду, в которой количество источников углеродного питания было эквивалентно 15 г глюкозы. Гриб выращивали при

температуре 26<sup>0</sup>С в колбах Эрленмейера емкостью 250 мл на протяжении 15 суток, после чего регистрировали накопление биомассы мицелия весовым методом.

Соединения, содержащие углерод, играют одну из основных ролей в питании грибов-ксилотрофов, поскольку участвуют как в конструктивном, так и в энергетическом процессе этих гетеротрофных организмов. В ходе эксперимента было выявлено, что отобранные изоляты *P. ostreatus* утилизировали все исследуемые источники углеродного питания, однако в разной степени (табл. 1). Наилучшим из исследуемых источников углерода для всех изучаемых природных изолятов *P. ostreatus* явилась глюкоза. У изолята О–8 фруктоза была эквивалентна глюкозе для роста вегетативного мицелия (между значениями биомассы не было достоверных различий). В то же время изоляты Т–6 и И–3 также активно утилизировали фруктозу, образуя на среде с этим источником углерода биомассу на 23–27% меньше, чем на среде с глюкозой. На средах с галактозой и арабинозой исследуемые изоляты вешенки накапливали незначительную биомассу по сравнению с другими моносахаридами (глюкозой и фруктозой).

Таблица

Относительные значения биомассы (мг/100 мл) мицелия природных изолятов *P. ostreatus* на средах с различными источниками углерода (M ± m)

Изоляты	Моносахариды				Дисахариды		Сахароспирты	
	глюкоза	фруктоза	галактоза	арабиноза	сахароза	мальтоза	ман-нит	инозит
О–8	322,3 ± 20,7	311,3 ± 23,8	125,7* ± 19,3	127,7* ± 16,7	190,0* ± 12,4	222,0* ± 37,8	155,7* ± 3,6	112,0* ± 25,1
Т–6	278,7 ± 10,6	215,7* ± 21,3	116,7* ± 6,4	149,0* ± 16,3	213,3* ± 12,7	190,0* ± 10,5	184,3* ± 7,3	95,3* ± 2,9
И–3	381,0 ± 12,1	289,7* ± 16,3	150,0* ± 8,3	138,0* ± 15,2	200,0* ± 15,3	102,3* ± 5,7	170,0* ± 13,2	93,3* ± 2,5

\* Величина достоверно отличается (p = 0,99) от биомассы на среде с глюкозой

Вопреки существующему в литературе мнению о предпочтительном использовании видами рода вешенки моносахаридов по сравнению с дисахаридами, в наших опытах у изолята *P. ostreatus* О–8 на среде с мальтозой, а у изолята Т–6 на средах с мальтозой и сахарозой наблюдались высокие показатели биомассы мицелия. Среди сахароспиртов изоляты вешенки обыкновенной хорошо утилизировали маннит. Вместе с тем на среде с инозитом природные изоляты накапливали наименьшую биомассу мицелия. Изучаемые изоляты *P. ostreatus* наименьшим образом отличались по накоплению биомассы мицелия при росте на инозите и арабинозе (разница между максимальными и минимальными значениями биомассы составила 18,7 и 21,3 мг соответственно). Наибольший разброс биомассы мицелия был среди исследованных изолятов вешенки на среде с мальтозой (разница между максимальным и минимальным значениями биомассы достигла 119,7 мг).

Приведенные выше данные позволяют сделать вывод о наиболее высокой метаболической активности изолята Т–6, у которого наблюдалась достоверно высокая концентрация биомассы мицелия на средах с широким спектром источников углерода (глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза, маннит). Учитывая, что высокая метаболическая активность мицелия достоверно коррелирует с большой урожайностью природного изолята, мы сочли возможным отобрать изолят Т–6 для дальнейшей селекционной работы.

## ПОРІВНЯННЯ ФІТОСАНІТАРНОЇ РОЛІ РОСЛИН ПІСЛЯ ОБРІЗКИ ТА МОЛОДИХ РОСЛИН

С.В. Овчаренко, В.Д. Письменчук, В.П. Бессонова  
Дніпропетровський державний аграрний університет

Одним із основних заходів з догляду за надземною частиною дерев в міських умовах є обрізка крони, що проводиться з урахуванням біологічних особливостей їх росту і розвитку. Розглядаючи питання про перевагу омолоджуючої обрізки перед заміною дерев молодими екземплярами треба розглянути екологічні аспекти даної проблеми. Рослинам притаманне естетичне і екологічне значення, яке обумовлено можливістю за їх допомогою чергувати враження від оточуючих просторів, введенням в урбанізоване середовище природних елементів. Але важливіші санітарно-гігієнічні і мікрокліматичні функції системи озеленення. Міські насадження повинні наближати умови оточуючого середовища до деяких оптимальних показників, що характеризують так звану зону комфортності.

В останні роки в містах все ширше застосовується глибока обрізка дерев, що пов'язано не тільки з необхідністю покращення їх вигляду, але й для зменшення їх висоти під лініями електропередач.

Мета даної роботи – порівняти фітосанітарну роль рослин після обрізки та молодих рослин у вуличному насадженні поряд із шляхом з інтенсивним рухом автотранспорту.

Об'єктами дослідження були липа крупнолиста (*Tilia platiphyllus* L.) та клен гостролистий (*Acer pseudoplatanus* L.). Рослини зростали біля автошляху з інтенсивним рухом автомобільного транспорту. Більшість рослин зазнала глибокої омолоджуючої обрізки (вік 25-30 років), а деякі з них були замінені молодими 5 річними деревами. Визначення показників поглинання CO<sub>2</sub> і SO<sub>2</sub>, накопичення пилу та свинцю, визначення площі та фітомаси листків, інтенсивності транспірації проводились за загальноприйнятими методиками.

Після омолоджуючої обрізки спостерігається інтенсивне відростання гілок і формування крони. Вже на третій рік після цієї процедури на дереві липи крупнолистої формується в середньому 111,1 гілок другого порядку при їх середній довжині 2-3 м, а на четвертий рік 124,7 і 2,3-3,5 м відповідно. Це ж стосується й клена гостролистого. За три роки утворюються гілки довжиною 1,8–2,5 м, і їх кількість складає 41,0 на третій рік і 2,3 – 2,9 та 49,8 відповідно на четвертий.

Нами проведені розрахунки деяких санітарно-гігієнічних показників рослин, що зазнали омолоджуючої обрізки (через 3 роки) і молодих рослин (5-ти річних). Перші ряди дерев приймають основну хвилю вихлопів газів. Очищення атмосферного повітря пришляхових територій від пилу і газів залежить не тільки від біологічних особливостей рослин, але й від характеру розташування крони. Рівень розташування гілок дерев внаслідок відростання після глибокої омолоджуючої обрізки знижується стосовно дерев, що не зазнали цієї процедури. Це підвищує їх газопоглинаючу та пилеосаджуючу здатність. Крона молодих дерев, що посаджені на заміну, розташована нижче, ніж у омолоджених, але площа листової поверхні у перерахунку на особину значно менша, ніж у рослин на 3 рік після обрізки.

Середочисуючу роль значно краще виконують омолоджені дерева вже на третій рік відростання гілок, ніж дерева, які були посаджені на заміну деяким з рослин на дослідній ділянці.

Кількість пилу, що осаджують листки одного омолодженого дерева за вегетацію на 3-й рік їх відростання також набагато більша, порівняно з молодими деревами. Більш ефективно роль колектора пилових часток виконує липа широколиста.

Найтоксичнішим інгредієнтом вихлопів автотранспорту є свинець. Листки омолоджених рослин липи широколистої нагромаджують 860,5 г, а клена 584,2 г цього елемента за вегетацію. У молодих дерев кількість поглинутого свинцю склала відповідно 240,5 та 181,5 грам на одну рослину відповідно. На 3-й рік після омолодження кількість цього елемента, що нагромаджується листками за вегетацію, становила у неомолоджених 357,7% до такої цифри у молодих дерев, клена гостролистого – 321,8%.

Результати дослідів показали, що омолоджені дерева вже через 3 роки набагато краще виконують свої екологічні функції, ніж молоді. Так дерева липи широколистої поглинають у 4,28 рази більше діоксиду вуглецю і виділяють у 7,81 рази більше кисню, а для клена гостролистого ці показники складають 11,09 і 10,52 відповідно. За період вегетації крони першого виду осаджують у 8,7 рази більше пилу, ніж крона молодих рослин, у другого – 10,31. Кількість поглинутого SO<sub>2</sub> у дерев після глибокої обрізки через три роки становить за вегетаційний період для липи крупнолистої 357,8% і для клена гостролистого 731,3% до цих показників у молодих дерев.

Формування крони у дерев з сильним омолодженням відбувається значно швидше ніж у нововисаджених молодих рослин, у яких вона рідка і майже не зникається в рядку.

Таким чином, молоді деревця формують суцільну зелену смугу, здатну виконувати санітарно-гігієнічні функції значно пізніше, ніж сильно омолоджені дерева, які вже через два-три роки створюють живу зелену огорожу.

Отже, зелені насадження з відновленим габітусом краще пом'якшують літню спеку і сухість повітря, захищають від палючого сонця і сильних вітрів ніж молоді рослини. Таким чином санітарно-гігієнічне значення молодих висаджених рослин у придорожній зоні промислового міста стає мінімальним в порівнянні із сформованими старими насадженнями.

Влітку нормально сформовані дерева в середньому знижують температуру повітря на 1,5-3°C, а відносна вологість збільшується на 2-8%. Так, сильно омолоджені дерева, які сформували габітус, вже на 3 рік здатні успішно виконувати цю функцію, чого не можна сказати про нововисаджені дерева. Як вже відмічалось, це пов'язано з тим, що після омолодження відбулося сильне відростання гілок і формування значної листкової маси. Тобто замість однієї сплячої гілки утворилося більше 5-ти нових, в результаті чого спостерігається загушення крони, яке здатне створювати тінь, понижуючи температуру. Омолоджені рослини липи крупнолистої випаровують в 7,9 разів більше вологи ніж молоді дерева, клена гостролистого – у 10,1 разів.

Таким чином, ріст гілок і формування крони у дерев після обрізки проходить набагато швидше, ніж у висаджених. Це обумовлює значно ефективнішу їх середоочищуючу роль, а також створення певного мікроклімату, зниження сухості повітря, температури, захист від палючого сонця, зниження шуму.

Отже, на екологічний стан вулиць міста краще і швидше починають впливати сильно омолоджені дерева з сформованим габітусом, ніж нововисаджені дерева, які зможуть виконувати дані функції тільки через декілька років. Розрахунки свідчать, що омолоджуюча обрізка дерев економічно більш ефективна, ніж їх заміна молодими рослинами.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДИАТОМОВОГО КОМПЛЕКСА ФИТОПЛАНКТОНА РЕКИ СЕВЕРСКИЙ ДОНЕЦ

М.Ю. Омеляненко  
Донецкий национальный университет

Современные диатомовые водоросли- одна из наиболее богатых в видовом отношении и наиболее распространенная группа организмов. Они встречаются во многих водоемах с разным содержанием и составом солей (морях, океанах, пресных и соленых озерах, реках и др.). В соответствии с классификацией по месторасположению они относятся к бентосным, планктонным и перифитонным сообществам. Отмечена особенность диатомовых водорослей «ползать» по пленке поверхностного натяжения воды. Их наличие указано для морского нейстона. Диатомовые водоросли часто являются доминантами в сообществах, определяя и уровень первичной продукции.

Диатомовые водоросли являются интересной и недостаточно изученной группой, в эволюционном отношении сравнительно молодой. За последние годы неоднократно изменялась систематика *Bacillariophyta*; ревизия касалась не только видов, но и семейств, родов. Кроме того, диатомовые представляют интерес как виды-индикаторы загрязнения водоемов. На основании данных по составу диатомовых предложен индекс диатомового комплекса органического загрязнения воды (DA<sub>pro</sub>). Разработаны также системы определения загрязнения по аномалиям створок диатомовых водорослей.

Таким образом, данная группа водорослей представляет не только теоретический научный интерес, но и является перспективной с практической точки зрения, в частности для мониторинга континентальных водоемов и морей. Интересным является вопрос распространения отдельных видов диатомовых водорослей в различных водоемах, в частности реках с целью выделения перспективных видов для ведения мониторинга.

В связи с выше сказанным, целью работы было определить разнообразие диатомовых водорослей в р. Северский Донец, и малых реках, относящихся к ее бассейну, в частности реках Казенный Торец, Кривой Торец, Грузской, Бахмутке. Анализ данных за 2002-2005гг. показал, что в фитопланктоне р. Северский Донец встречается 61 вид диатомовых водорослей, которые принадлежат 25 родам 9 семействам. Наиболее представленные по видовому и родовому разнообразию семейства *Naviculaceae* (32% от общего количества родов; 48% от общего числа видов), *Fragillariaceae* (8% от общего количества родов; 13% от общего числа видов), *Surirellaceae* (12% от общего количества родов; 10% от общего числа видов) (рис. 1).

Анализ данных за 1986-1990гг. показал, по составу диатомового комплекса альгофлора р. Северский Донец наиболее подобна к альгофлоре р. Кривой Торец: из состава диатомовых водорослей общих для обеих альгофлор отмечено 37%. Также альгофлора р. Казенный Торец имела достаточно высокий процент общих видов: 27,2% (рис.2).

В составе фитопланктона всех исследуемых объектов встречались *Navicula caryoceros* Kutz и *Synedra acus*. В диатомовом комплексе рек Грузская, Казенный Торец, Кривой Торец и реки Северский Донец отмечена *Synedra ulna*, а вид *Cyclotella kuetingiana* встречается в диатомовом комплексе реки Северский Донец, Грузская, Кривой Торец.

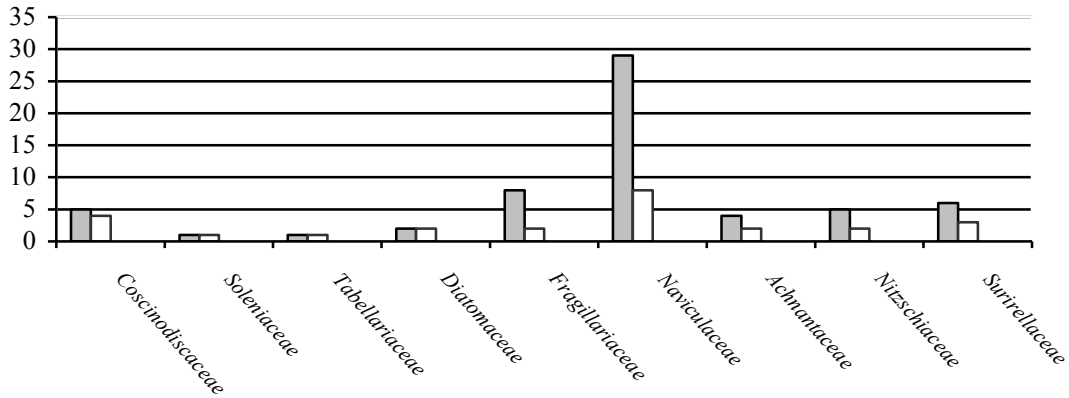


Рис.1. Систематическая структура отдела *Bacillariophyta* в составе фитопланктона р. Северский Донец.

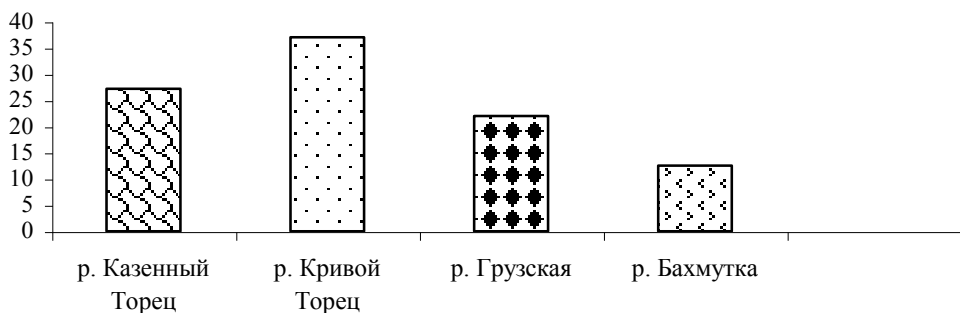


Рис.2. Количество общих видов диатомовых водорослей альгофлоры р. Северский Донец и малых рек ее бассейна.

Анализ экологической приуроченности общих для альгофлор рек видов показал, что для *Synedra ulna*, *S. acus* и *Amphora ovalis* встречаются в реках в нехарактерных для них биоценозах. Так, *Synedra acus* в литературе указывается как планктонный вид, а в исследованиях он встречается в обрастании в реке Казенный Торец. Данный факт может быть пояснен наличием питательных веществ на поверхности субстрата (в исследовании проанализирована высшая водная растительность как субстрат перифитона).

*Synedra ulna* в литературе указана как вид в обрастании, при этом в наших исследованиях он отмечен в пробах планктона, что может быть связано с отсутствием субстратов для прикрепления, или с ухудшением условий освещения (увеличение мутности воды, повышенное содержание взвешенных веществ и др.) Этими же причинами может быть пояснено наличие *Amphora ovalis* в пробах планктона, хотя в литературных данных ее представляют как бентосный вид.

Изучение отношения исследуемых видов (общих для диатомового комплекса) к минерализации воды показало, что 70% данных видов являются пресноводно-солонатоводными. То есть, можно предположить, что вода исследуемых рек не является пресной, а слабо минерализованной.

Таким образом, формирование диатомового комплекса реки Северский Донец осуществляется не только за счет стока рек бассейна, а есть и другие источники. Выделенные общие виды диатомового комплекса должны быть более тщательно изучены для дальнейшей их рекомендации в качестве индикаторов водных экологических условий рек, в том числе и для определения уровня загрязнения.

## ЦЕЛЮЛАЗНА АКТИВНІСТЬ КСИЛОТРОФНИХ БАЗИДІОМІЦЕТІВ ПРИ ТРИВАЛОМУ КУЛЬТИВУВАННІ

І.П.Парасій, І.А.Кузнецова  
Донецький національний університет

Ксилотрофні базидіоміцети – це група грибів, які в процесі еволюції пристосувались до розкладання багатокomпонентного рослинного субстрату. Такий процес є можливим лише за наявності в даних грибів потужних та різноманітних ферментативних систем, в першу чергу позаклітинних. Здатність до розкладання целюлози, як одного із компонентів деревинного субстрату, робить представників даної групи перспективними об'єктами біотехнології. Доцільність пошуку активних продуцентів целюлаз пов'язана в першу чергу із гострою необхідністю утилізації целюлозовмісних відходів промисловості та життєдіяльності людини.

Тому метою нашої роботи було вивчення целюлолітичних властивостей культурального фільтрату культур Р-04, Ч-03, А-Дон-02 та В-04, які є представниками класу базидіоміцетів, і відносяться до екологічної групи ксилотрофних грибів.

Для вивчення здатності культур базидіоміцетів засвоювати целюлозу, як єдине джерело вуглецю, гриби вирощували на мінеральному середовищі Норкранс наступного складу (г/л):  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  – 2;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  - 0,4;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  - 0,6;  $\text{MgSO}_4$ - 0,5;  $\text{H}_2\text{O}$  водопровідна - до 1 л. В якості джерела вуглецевого живлення використовувався фільтрувальний папір (ФП), попередньо розрізаний на рівновеликі смужки із визначеною сухою вагою. Приготовлене живильне середовище розливали у пробірки на 40 мл по 10 мл в кожну і стерилізували в автоклаві АГ-1 при тискові в 1 атм. Після стерилізації пробірки із середовищем інокулювали шматочками міцелію розмірами 1×1 см. Інкубацію заінокульованих пробірок здійснювали при температурі 24°C протягом 30 діб. На 6, 12, 20, 24 та 30 добу культивування оцінювали ступінь розкладання фільтрувального паперу візуально та ваговим методом: залишки ФП відділяли від міцелію, висушували при температурі 105°C протягом 24 годин та визначали суху масу залишку на аналітичних терезах. В культуральній рідині, відфільтрованій через капроновий фільтр від залишків міцелію та залишків не розкладеного ФП, визначали вміст продуктів гідролізу – редуруючих речовин (РР) модифікованим методом Хагедорна-Йенсена. Цей метод заснований на окисленні відновлюючих груп цукрів фериціанідом калію у лужному середовищі та йодометричному визначенні його надлишку. Дослід проводили у трьохкратній послідовності. Статистичну обробку здійснювали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу, порівняння середніх арифметичних величин- методом Дункана.

В результаті проведеного нами експерименту було встановлено, що з віком процес синтезу досліджуваними грибами у культуральну рідину ферментів, що виконують функцію розкладання целюлози значно активізується. Так, гриб Р-04 найактивніше розкладає ФП у віці 20 діб (рис.а). При цьому в культуральному фільтраті знаходиться найбільша кількість РР. На 24 та 30 добу відсоток розкладання ФП грибом Р-04 зменшується на незначну величину, що супроводжується різким зниженням рівня РР до мінімуму. Міцелієм гриба Ч-03 здійснюється поетапна деструкція ФП (рис.б). Перший пік спостерігався на 20 добу культивування, другий – у 30-добовому віці. Однак максимальна кількість РР в культуральному фільтраті даного гриба відмічається на 20

добу і до кінця досліду, як і в попередньому випадку, їхній вміст падає до мінімального значення.

Динаміка розкладання целюлозного субстрату грибом А-Дон-02 та зміни концентрації РР в культуральному фільтраті останнього не відрізняється від культур Ч-03 (рис.б-в). Однак, на відміну від попереднього випадку, в культуральній рідині гриба А-Дон-02 на 5 добу при низькому відсотку розкладання ФП міститься досить велика кількість РР. Очевидно, на даному етапі росту грибом А-Дон-02 в культуральну рідину синтезують метаболіти, що мають структуру та властивості редуруючих речовин.

Найбільшу кількість ФП гриб В-04 здатний розкласти на 30 добу (рис.г). Однак кількість РР тут найменша. Максимальна ж кількість речовин, що здатні відновлювати фериціанід калію, знаходиться, як і попередніх випадках, в культуральній рідині 20-ти добових культур.

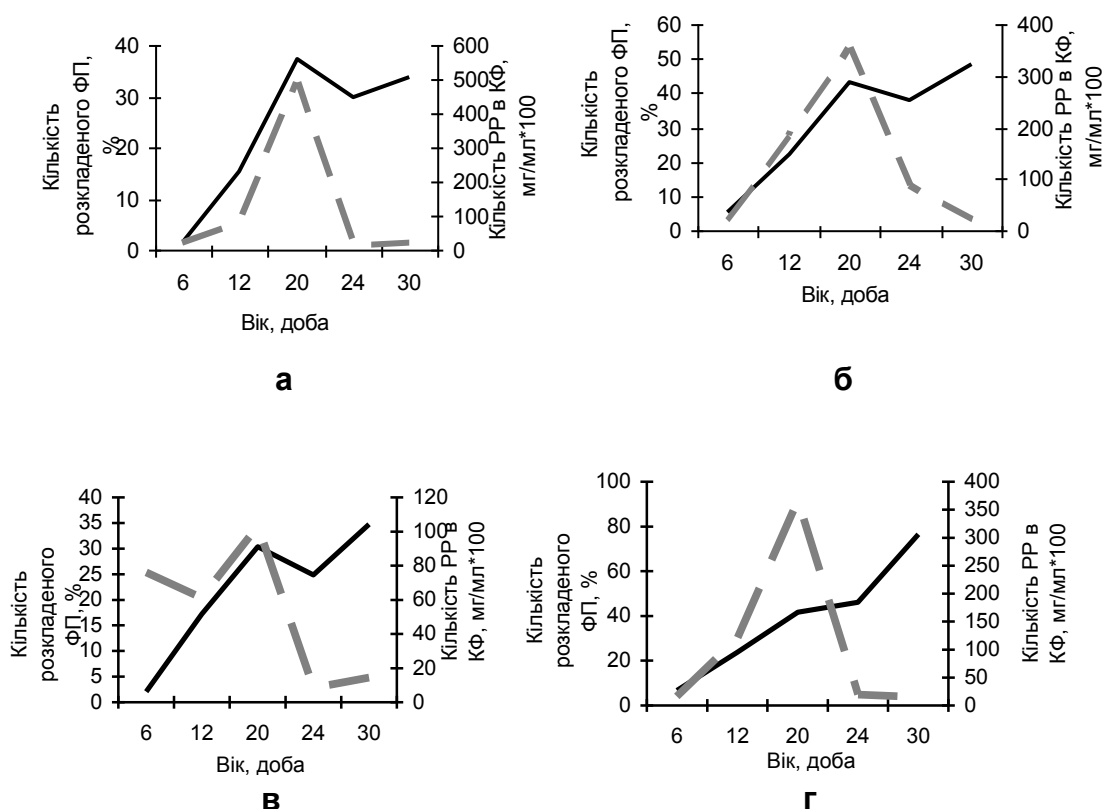


Рис. Динаміка розкладання фільтрувального паперу (%) –(суцільна лінія) та концентрація редууючи речовин ( $\text{мг} \times \text{мл}^{-1} \times 10^{-2}$ ) –(пунктир) в КФ гриба Р-04 (а), Ч-03 (б), А-Дон-02 (в), В-04 (г) при тривалому культивуванні

Таким чином, найактивніше процес розкладання фільтрувального паперу здійснюється досліджуваними грибами у більш пізньому віці (20-30 доба). Найактивнішими деструкторами целюлози виявилися гриби Р-04, Ч-03 та В-04. Звертає на себе увагу і той факт, що при високій активності целюлолітичних ферментів у культуральну рідину виділяється максимальна кількість редууючих речовин, здебільшого це відбувається на 20 добу росту. Однак їхня кількість різко знижується і на кінцевих етапах досягає мінімального рівня. Очевидно це можна пояснити життєвою необхідністю використання продуктів гідролізу целюлози відповідними грибами у якості енергетичного джерела або ж в якості будівельного матеріалу для синтезу інших фізіологічних метаболітів, що потребує більш детального вивчення.



## ОПЫТЫ ПО ВЛИЯНИЮ ХИМИЧЕСКИХ МУТАГЕНОВ НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ РОЗ В ДОНЕЦКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

И.С.Победаш, Л.Ю.Качур, Л.М.Осипова  
Донецкий национальный университет

Зеленые насаждения – экологический фактор, который влияет на состояние среды. Он особенно важен в условиях в условиях промышленного региона, к числу которых относится Донбасс. Основными требованиями, которые предъявляются к растениям зеленых зон, - это их высокая декоративность и устойчивость к климатическим условиям местности. Роза – одно из наиболее популярных растений, имеет много сортов и широко используется в зеленом строительстве. В настоящее время в Донецком ботаническом саду ведется селекционная работа по выведения новых высокодекоративных сортов, устойчивых к различным факторам. К числу современных методов интродукции и селекции относится экспериментальный мутагенез, с помощью которого можно получить ценный материал для дальнейшей работы.

В связи с этим изучалось влияние мутагенного фактора на 6 сортов роз, относящихся к группе плетистых крупноцветковых ('Корал Сэтин', 'Тропик', 'Белянка', 'Нью Даун Руж') и полуплетистых ('Фолк Сонг', 'Девичьи Грезы'). Действию мутагена подвергались плоды (орешки) перечисленных сортов, полученных при свободном опылении. Мутаген – диэтилсульфат (ДЭС) использовался в различных концентрациях и экспозициях: 0,1%, 0,05% и 0,025% на протяжении 6 часов; 0,025% в течение 9 часов. Контролем служили плоды (орешки), которые находились в воде 6 часов. Контрольные и подверженные действию мутагена ДЭС в различных концентрациях орешки были высеяны в ящики, позже молодые растения пересадили в открытый грунт. На протяжении 2<sup>х</sup> лет велись наблюдения за особенностями роста и развития побегов, листьев, анализировалась морфология и декоративность цветка и всего растения.

В первый год нами определялась всхожесть растений по сортам и вариантам действия мутагена в сравнении с контролем. Наибольшее количество семян получено в варианте ДЭС 0,1% с экспозицией 6 часов у сорта 'Тропик' (62 экземпляра), что на 13% больше, чем в контроле; в вариантах обработки ДЭС 0,025% и ДЭС 0,05 % экспозиции 6 часов значительно меньше всходов (47 и 33 растения). Анализ сохранности растений этого сорта к концу вегетационного периода показал – наибольшее их число в варианте ДЭС 0,1% 6 часов (60 растений), что на 30% больше, чем у контрольных, в то время как в вариантах 0,05% и 0,025% при 6 часовой экспозиции сохранилось всего 28 и 13 растений соответственно. Наблюдения за всхожестью растений в различных вариантах обработки мутагеном и в контроле у других сортов роз позволили установить, что наименьшее количество взошедших экземпляров сорта 'Корал Сэтин' – от 4 до 8 растений, в контроле – всего 5. Изучая влияние различных концентраций мутагена на всхожесть сортов 'Белянка', 'Девичьи Грезы', 'Нью Даун Руж' отмечено, что наименьший показатель всхожести во всех перечисленных сортах наблюдался в варианте 0,025% с экспозицией 9 часов. Можно предположить, что действие мутагена зависит не только от его концентрации и экспозиции в нем, но и от биологических особенностей сорта.

Определенный интерес представляет анализ прироста исследуемых растений. Прирост за вегетационный период 2005 года у разных сортов роз заметно отличается (табл.).

Влияние мутагена ДЭС на прирост растений различных сортов роз в 2005 г.

Сорт	Прирост сортов роз (см)				
	концентрация и экспозиция мутагена				контроль
	0,1% 6 час	0,05% 6 час	0,025% 6 час	0,025% 9 час	
‘Корал Сэтин’	20,7±2,2	39,8±2,8	19,3±2,0	38,0±3,0	22,2±1,9
‘Тропик’	14,0±2,5	10,3±1,7	13,1±2,9	14,6±2,2	21,6±2,1
‘Фолк Сонг’	3,0±0,0	-	10,5±3,0	9,7±1,3	5,0±1,0
‘Девичьи грезы’	9,2±1,5	5,4±1,2	2,5±0,5	2,7±0,8	10,8±2,2
‘Белянка’	14,7±1,4	6,6±1,2	7,2±0,8	9,6±1,0	12,2±1,7
‘Нью Даун Руж’	10,4±1,5	26,4±2,5	9,5±1,3	5,7±0,9	7,2±1,1

Медленнорастущими оказались растения сортов ‘Фолк Сонг’ и ‘Нью Даун Руж’ – их прирост за вегетационный период в контроле составил всего 5,0 и 7,2 см соответственно. Значительно выше темпы роста наблюдались у сортов ‘Корал Сэтин’ и ‘Тропик’ – прирост 22,2 и 21,7 см соответственно. Анализ действия мутагенного фактора позволил установить, что в 2005 году наименьший прирост наблюдался в варианте 0,1% экспозиции 6 часов у сорта ‘Фолк Сонг’ – 3см, у сорта ‘Девичьи Грезы’ – 2,5-2,7 в вариантах 0,025% 6 и 9 часов. Дальнейшая селекционная работа должна дать материал для выведения карликовых форм.

Наибольший прирост 39,8 см и 38,0 см обнаружен в вариантах 0,05% 6 часов и 0,025% 9 часов у сорта ‘Корал Сэтин’. Эти показатели на 25% выше контрольных.

Определенный интерес представляли показатели высоты исследуемых сортов роз. Самыми крупными растениями оказались контрольные экземпляры сорта ‘Тропик’ – к концу вегетационного периода 2005 года их высота была 47,09 см. Во всех вариантах с обработкой мутагеном у этого же сорта растения оказались ниже на 10 – 12 см, наиболее ингибирующее действие наблюдалось у экземпляров из варианта обработки с концентрацией 0,05% 6 часов – 29,2 см, это на 17,6 см ниже контрольных. Самый низкорослый сорт ‘Фолк Сонг’ в контроле имел всего 12 см, но под действием мутагена в концентрации 0,025% с экспозицией 9 часов высота растений была 26,2 см. В варианте 0,025% с экспозицией 6 часов экземпляры отличались высотой 36,0 см, что в 3 раза больше, чем в контроле, т.е. наблюдается стимулирующее действие мутагена.

Следовательно, под влиянием диэтилсульфата в различных концентрациях и экспозициях можно получить широкий спектр изменчивости сортов роз. Под действием химического мутагена были получены растения, отличающиеся от исходных по ряду полезных признаков, что дает ценный материал для дальнейшей селекции.

## ВЛИЯНИЕ ГУМАТОВ НА СПОСОБНОСТЬ К РИЗОГЕНЕЗУ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *RHODIOLA* L. (СЕМ. *CRASSULACEAE* DC.)

А.В. Бутюгин, Л.В. Попова  
Донецкий национальный университет

В зеленом строительстве в условиях юго-востока Украины велика роль интродуцированных растений, так как аборигенная флора представлена небольшим количеством декоративных видов. В этой связи особое значение приобретает обогащение нашей флоры новыми ценными декоративными растениями, устойчивыми к засушливому климату Донбасса и способными в короткие сроки образовать большое количество нового посадочного материала.

Для решения этих проблем является перспективным использование в зеленом строительстве Донбасса видов рода *Rhodiola* L. (сем. *Crassulaceae* DC.), чаще всего произрастающих на сухих, открытых, каменистых местах, или в трещинах скал и распространенных в Европе, Северной Азии и Северной Америке. Около 50-70 видов встречается в горах Восточной Азии. Многие виды являются декоративными. Улучшить укореняемость черенков видов рода *Rhodiola* L. (сем. *Crassulaceae* DC.) могут природные гуминовые стимуляторы-адаптогены, являющиеся стимуляторами корнеобразования, роста и развития, а также повышающие устойчивость растений к неблагоприятным факторам.

Цель работы – изучение влияния гуматов на корнеобразовательную способность 2 видов рода *Rhodiola* – *Rh. kirilowii* Rgl. ex Maxim. и *Rh. semenowii* (Rgl. et Herd.) A. Bog. и получение в короткие сроки большого количества посадочного материала. Для этого использовали жидкие низкобалластные препараты на основе буроугольных гуматов аммония, разработанные в НИО «Нетопливное использование углей» ДонНУ, - ГК-А (исходный гумат аммония) и ГК-5М-ТКС, ГК-5М-А, ГАМ-3- Ge (гуматы аммония с различными вариантами добавок микроэлементов – меди, цинка, бора, молибдена, кобальта, германия).

*Rhodiola kirilowii* – многолетник с густолиственными стеблями высотой 40-50 см. Листья очередные, сидячие, линейно-ланцетные, 4-6 см длиной, 0,2 – 0,5 см шириной, с редкими зубцами. Соцветия щитковидные, многоцветковые, раскидистые; лепестки зеленовато-желтые. Произрастает в трещинах скал, на склонах, перевалах. Распространена в Японии, северном Китае, Тибете.

*Rhodiola semenowii* – многолетник с густолиственными стеблями высотой 35-60 см. Листья линейные, с редкими зубцами, длиной до 7-5 см и шириной до 3 мм. Соцветие – длинная, густая, колосоподобная кисть; лепестки белые или розовые. Произрастает на увлажненных каменистых почвах, по берегам рек, в горных лесах, на перевалах, на моховых альпийских лужайках и болотцах, на высоте до 3500 м. Распространена на Тянь-Шане, Памиро-Алае (эндем).

Для изучения ризогенеза под действием гуматов ГК-А; ГК-5М-ТКС; ГК-5М-А и ГАМ-3-Ge с концентрацией 0,1% и экспозицией 1,5 мин. брали верхушечные черенки изучаемых видов по 10 штук в 3-х повторностях для каждого варианта опыта и укореняли в песке в условиях защищенного грунта. Для контроля черенки выдерживали в дистиллированной воде 1,5 минуты. Все цветоносы предварительно удаляли. Укоренение проводили в течение трех месяцев с 8 июля 2005 года. 10 октября 2005 года сделаны замеры диаметра и длины образованных корневых систем.

Полученные результаты представлены в таблице 1. Также определена укореняемость черенков, обработанных изучаемыми гуматами (табл. 2).

Обработка черенков *Rh. kirilowii* гуматами ГК-А и ГК-5М-ТКС значительно повысила как их укореняемость, так и размеры образованных корневых систем. Гуматы ГК-5М-А и ГАМ-3-Ge несущественно улучшили вышеуказанные показатели.

У *Rh. semenowii* все изучаемые гуматы вызвали достоверное ингибирование роста корней в длину. Достоверное уменьшение диаметра корневых систем вызвал только ГАМ-3-Ge, остальные гуматы снизили этот показатель незначительно. На укореняемость черенков *Rh. semenowii* изучаемые гуматы существенного влияния не оказали. Таким образом, обработка черенков *Rh. kirilowii* гуматами ГК-А и ГК-5М-ТКС дала положительные результаты. Использование гуматов ГК-5М-А и ГАМ-3-Ge для массового размножения этого вида путем черенкования является перспективным, но следует подобрать оптимальные концентрацию и экспозицию. Укореняемость черенков *Rh. semenowii* не зависела от влияния гуматов, но на качестве образованных корневых систем все гуматы отразились отрицательно, поэтому использование вышеуказанных гуматов для ускоренного размножения данного вида нецелесообразно.

Таблица 1. Влияние гуматов на корнеобразовательную способность *Rhodiola kirilowii* Rgl. ex Maxim. и *Rhodiola semenowii* (Rgl. et Herd.) A. Bor. (сем. Crassulaceae DC.).

Гумат	Диаметр корневой системы, см, $M \pm m$	t-критерий Стьюдента	Длина корневой системы, см, $M \pm m$	t-критерий Стьюдента
<i>Rhodiola kirilowii</i>				
ГК-А	6,20±1,88	2,08*	6,60±2,16	1,81
ГК-5М-ТКС	5,60±1,08	2,14*	6,80±0,20	4,07***
ГК-5М-А	2,00±0,95	0,15	4,60±2,11	1,01
ГАМ-3-Ge	2,40±0,81	0,48	4,20±1,11	1,27
контроль	1,80±0,97		2,20±1,11	
<i>Rhodiola semenowii</i>				
ГК-А	5,40±0,40	1,70	8,40±0,40	2,68**
ГК-5М-ТКС	5,40±0,51	0,46	8,00±0,89	2,52*
ГК-5М-А	5,20±0,37	1,36	7,40±0,93	2,02*
ГАМ-3-Ge	5,40±0,93	2,35*	7,20±0,73	2,43*
контроль	6,20±0,37		10,00±0,71	

Таблица 2. Укореняемость черенков *Rhodiola kirilowii* Rgl. ex Maxim. и *Rhodiola semenowii* (Rgl. et Herd.) A. Bor. (сем. Crassulaceae DC.) под действием гуматов.

Гумат	Укорененные черенки, шт., $M \pm m$	t-критерий Стьюдента
<i>Rhodiola kirilowii</i>		
ГК-А	29,80±0,20	14,75***
ГК-5М-ТКС	29,60±0,24	14,50***
ГК-5М-А	17,60±1,57	0,23
ГАМ-3-Ge	23,20±1,02	1,96
контроль	18,00±0,77	
<i>Rhodiola semenowii</i>		
ГК-А	30,00±0,00	1,00
ГК-5М-ТКС	29,80±0,20	0,00
ГК-5М-А	30,00±0,00	1,00
ГАМ-3-Ge	30,00±0,00	1,00
контроль	29,80±0,20	

## ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ ПИЛКУ ГІБРИДНИХ ЛІЛІЙ

С. О. Мазіна\*, А. Ю. Пугачова  
Донецкий ботанический сад НАН України  
Донецкий національний університет\*

Дослідження динаміки дозрівання пилку представляє інтерес як для оцінки успішності інтродукції, так і для селекційних робіт, так як цей показник вказує чи сприяють кліматичні умови району інтродукції формуванню життєздатних пилкових зерен, дає можливість характеризувати здатність рослин до репродуктивного процесу, можливості використання в селекційних роботах. Достатня вихідна життєздатність пилкових зерен на момент нанесення їх на рильце – одна з найважливіших умов забезпечення нормального запліднення.

Метою роботи було вивчення здатності до проростання пилку на різних стадіях розвитку квітки 12 сортів лілій: 'African Queen', 'Bright Star', 'Golden Splendor' із групи Трубчастих гібридів, 'Marco Polo', 'Siberia', 'Sorbonna' із групи Східних гібридів; 'Ercolano', 'Fangio', 'Dinamico', що відносяться до ЛА- гібридів, а також 3 азіатських гібридів - 'Michurinskaja Oda', 'Menton' і 'Bolgaria'. Визначення життєздатності пилку встановлювали шляхом пророщування пилкових зерен на штучному середовищі (Голубинский И. Н., 1974) Цей метод забезпечує можливість вивчення не тільки здатності пилка проростати, але й потенційної енергії проростання обумовленої по довжині пилкових трубок. Штучне середовище (розчин сахарози 15 % з додаванням 0,003% борної кислоти) наносили на предметне скло у вигляді краплі та висівали стиглі пилкові зерна зі свіжо зібраних пиляків у трьох повторностях.

Відсоток проростання визначали через 4 години в 10 полях зору. Пророслими вважали пилкові зерна, трубки яких за довжиною перевищували діаметр пилкового зерна. Енергію проростання пилку визначали за формулою:  $IP/H$  (%), де I – середня довжина пилкової трубки, P – відсоток пророслих пилкових зерен, H – довжина найбільшої пилкової трубки (Некрасов И. В., Романович В.Ф., 1982). Пилок збирали з нижніх квіток суцвіття в період масового цвітіння сорту з першого дня розкриття квітки до втрати пилковими зернами здатності до проростання або відсутності їх у пильовику.

При вивченні динаміки дозрівання пилку встановлено, що пилок гібридних лілій набуває здатності до проростання в день розпускання квітки. В більш ранні строки на стадії забарвленого та пухкого бутону (за добу до розпускання квітки) пилок на випробуваних нами середовищах не проростав.

Найвищі показники що до проростання для більшості вивчених сортів отримали у перший день цвітіння квітки ( сорти 'African Queen' 69,8%, 'Golden Splendor' 81,2 % із групи Трубчастих гібридів, 'Ercolano' 3,6 %, 'Fangio' 0,9 %, 'Dinamico' 3,5 %, що відносяться до ЛА- гібридів і 'Marco Polo' 41,6 %, 'Sorbonna' 83,9 % із групи Східних гібридів) або відбувається незначне (на 1,8 – 6,3 %) підвищення енергії проростання на другий день (трубчастий гібрид 'Bright Star' 56,9%, Азіатські гібриди 'Michurinskaja Oda' 36,3 %, 'Menton' 39,7 %). У наступні дні цвітіння квітки енергія проростання пилкових зерен знижується. Виключення склали сорт 'Siberia' 61,7 % (Східний гібрид), для якого відзначене значне підвищення (на 47,49 %) енергії проростання на другий день, і Азіатський гібрид 'Bolgaria' 35,6 %, здатність до проростання пилкових зерен якого збільшується до третього дня цвітіння (Рис.).

Було відзначено, що підсихання й зовнішня зміна забарвлення пильовика з жовтогарячої, жовтої, цегляно-червоної, характерної для пильовиків, що тільки почали „пилить”, на буру або білувату збігається із втратою пилком здатності до проростання тільки в азіатських гібридів.

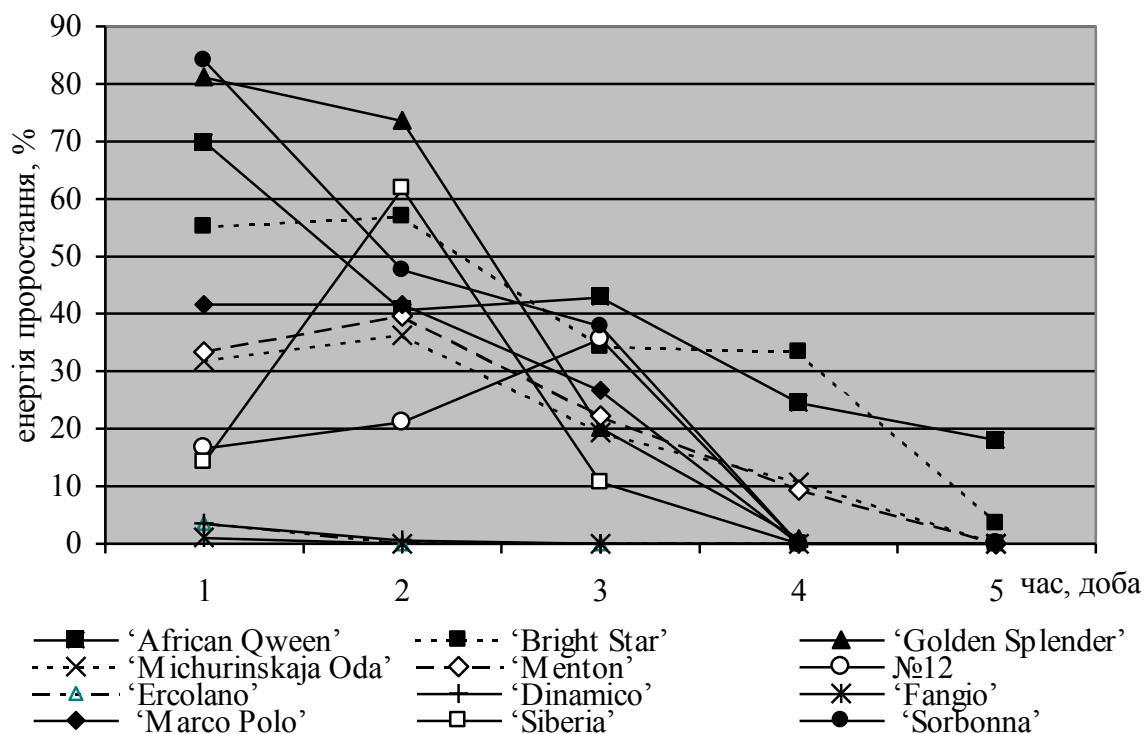


Рис. Енергія проростання пилку гібридних лілій на різних стадіях розвитку квітки

Пилко ЛА- гібридів, що характеризується низкою фертильністю, губить здатність до проростання вже на 2, рідше 3 день, у той час як зовні пильовики змінюються лише на 4-5 день.

При вивченні фертильності пилка на різних стадіях розвитку квіток Трубчастих гібридів спостерігається зворотна ситуація. Підсихання й побуріння пильовика відбувається на 4 - 5 день розкриття квітки, однак і після того як більша частина пилка обсіпалась, ті пилкові зерна, що залишилися, зберігають здатність до проростання. У наших досліджах фертильності пилку Трубчастих гібридів зберігалася до 5 днів, коли оцвітина вже засихає. На 6 день пилкові зерна в пильовиках не виявлені. Пилкові зерна вивчених Східних гібридів губили здатність до проростання за добу до побуріння пильовиків на 4 день.

Таким чином, згідно наших спостережень ЛА- гібриди мають низький рівень фертильних пилкових зерен і в гібридизаційному процесі повинні використовуватися в якості материнських рослин. Найкращим строком збору пилку більшості Трубчастих, Східних та ЛА- гібридів для запилення є перший день цвітіння квітки. Пилко Азіатських гібридів краще використовувати на другий день розкриття квітки. Втрата здатності до проростання пилку гібридних лілій відбувається на 2 (ЛА-гібриди) – 6 (Трубчаті гібриди) день і не збігається (за виключенням Азіатських гібридів) з зовнішніми змінами пильовика.

## МОНИТОРИНГ ФИТОПЛАНКТОНА ЛИТОРАЛИ АЗОВСКОГО МОРЯ

Е.А.Сидоренко  
Донецкий национальный университет

Проблемы, связанные с гидросферой, обусловлены, прежде всего, с дефицитом пресной воды для потребностей человечества, а также с их загрязнением, нарушением природных круговоротов и уменьшением продуктивности водных экосистем.

Вода – это основное минеральное сырье, которое человечество использует в 1000 раз больше, чем уголь или нефть. Кроме того, используя чистую воду для собственных нужд, человек возвращает в природу меньшее ее количество, и значительно худшего качества, чаще всего в виде сточных вод.

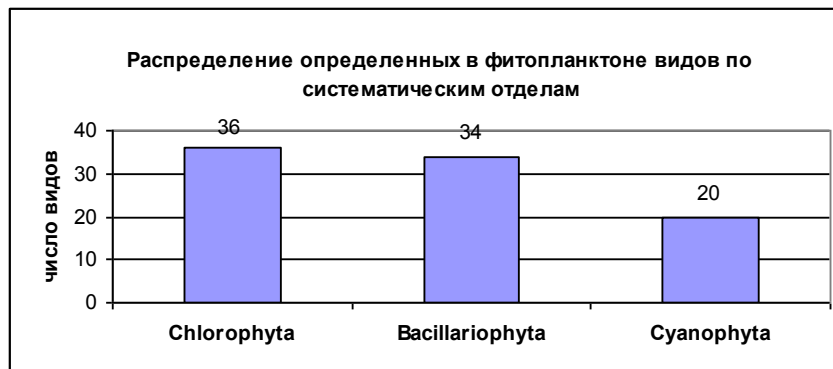
Поскольку вода осуществляет взаимосвязь в экосистемах, то нарушение любой цепи влияет на количество и качество воды. В частности, в случае попадания в поверхностные воды значительного количества азотсодержащих и фосфатных соединений с полей, формируются условия для интенсивного развития в летний период синезеленых водорослей, значительно ухудшается состояние водоема, это явление получило название эвтрофикация, которое сопровождается характерным комплексом изменений экосистем. Основными среди них является изменение кислородного режима, возникновение и усиление контраста послойного распределения биохимических процессов. В результате антропогенной эвтрофикации увеличивается скорость новообразования органического вещества, продукция преобладает над деструкцией, биомасса экосистем увеличивается.

Украина принадлежит к государствам с низким уровнем водообеспеченности, занимает одно из последних мест в Европе по запасам местных ресурсов речного стока на душу населения. И в следствие этого Азовское море приобретает все большее значение в рекреационном, водном и промышленном хозяйствах.

Основными источниками загрязнения водных ресурсов в Украине являются промышленность, сельское хозяйство, коммунальное хозяйство. В следствие этого Азовское море испытывает сильное антропогенное влияние со стороны крупных промышленных предприятий (“Азовсталь”, “Азовмаш”), сельскохозяйственных угодий с интенсивным типом земледелия. И как следствие такого воздействия нарушается экологическое равновесие экосистем Азовского моря.

В 2004 году были начаты работы по изучению фитопланктона Азовского моря. Данная работа проводится в рамках комплексного мониторинга альгофлоры литорали Азовского моря, проводимого лабораторией гидробиологии с 1997 года. Целью данных исследований является определение уровня деградации сообществ организмов экосистем моря, мониторинг состояния и экологического благополучия, а так же определение качества воды моря.

В 2005 году мониторинговые точки были заложены в г. Новоазовск, акватория Таганрогского залива, и поселке Юрьевка. Предварительные исследования показали, что в фитопланктоне изучаемых районов встречаются представители 3 отделов. Всего в пробах определено 90 видов водорослей: 27 семейств, 36 родов. Наибольшее число видов было отмечено в отделе *Chlorophyta* (36), второе *Cyanophyta* (34), третье *Bacillariophyta* (20). Такое распределение отделов по видовому разнообразию является предварительным и требует уточнения (рис.1).



Оценка качества вод в водоемах возможна при использовании химических, бактериологических и биологических методов, которые дают достаточно достоверные результаты. Однако среди названных методов биологический (гидробиологический) контроль имеет преимущество, так как дает непосредственную оценку состояния экосистем и их отдельных компонентов. Метод основан на определении степени загрязнения воды органическими веществами и продуктами их распада. Анализ видового состава фитопланктона показал, что 33% определенных водорослей являются показательными. При этом 15 видов были показателями  $\beta$  – мезосапробности (*Tetraedron minimum*, *Westella botryoides*, *Siderocelis ornate*, *Anabaena flos – aquae* и т.д), 3 вида  $\alpha$ – $\beta$ – мезосапробности (*Crucigenia tetrapedia*, *Amphora ovalis*, *Microcystis pulverea*), 3 вида  $\alpha$  – мезосапробности (*Synedra tadulata*, *Navicula cryptocephala* Kutz. *Var. veneta* (Kutz) Grun., *Navicula cryptocephala* Kutz. *var. cryptocephala*), 2 вида  $\chi$  – ксеносапробность (*Navicula pusilla*, *Diatoma elongatum*). Кроме того, были отмечены показатели  $\alpha$  –  $\alpha$ ,  $\beta$  –  $\alpha$ ,  $\rho$  –  $\alpha$ ,  $\rho$  –  $\alpha$ , олигосапробной зоны (по одному виду каждая группа) (рис.2).

Расчет индекса сапробности акватории по методу Пантле и Букка показал, что данный индекс для мониторинговых точек составил 2, что соответствует  $\alpha$  – мезосапробной зоне, которая характеризуется наличием аммиака, амино– и амидокислоты, наличием кислорода. Минерализация органического вещества идет за счет аэробного окисления, в частности бактериального. Видовое разнообразие большое, численность и биомасса достаточно высока

Анализ данных литературы относительно мониторинга качества воды Азовского моря показал, что в 1997 – 1999 годах индекс сапробности воды (S) определенный по фитонейстону составил 2,3 ( $\beta$  – мезосапробная зона), однако была отмечена тенденция к ухудшению санитарно – биологического состояния акватории моря ( смещение в полисапробную зону – зону повышенного загрязнения. В 1999 – 2002 годах индекс сапробности, рассчитанный по фитоперифитону составил 2,2 и тенденции ухудшения ситуации отмечено не было.

В 2004 году индекс сапробности составил 2,11, что соответствует  $\beta$  – мезосапробной зоне (характеризуется присутствием аммиака и продуктов его окисления – азотной и азотистых кислот. Аминокислот нет сероводород встречается в незначительных количествах, кислорода в воде много, минерализация идет за счет полного окисления органического вещества).

Таким образом, санитарно – биологические показатели Азовского моря на данном этапе более – менее стабильны, однако ситуация требует дополнительного контроля.



## СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОТОПОВ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ *SALIX ALBA* L.)

А.И. Титов, Е.А. Сорочан, А.И. Сафонов  
Донецкий национальный университет

Оценка качества урбанизированной среды, насыщенной разнообразными источниками загрязнения атмосферы, наряду с теоретическим, имеет важнейшее практическое значение. При этом использование физических, физико-химических, химических методов обследования, с их высокой точностью, не может создать полной картины экологической ситуации. Необходимо дополнение объективной информации данными биомониторинга.

Цель данной работы – проанализировать состояние древесных растений на примере *Salix alba* L. в условиях разных экотопах урбанизированной среды промышленных агломераций Донецкой области и выяснить возможность использования этого растения для биоиндикации и установления уровня и специфики техногенной нагрузки на окружающую среду в промышленном регионе.

В нашем случае анализировались исключительно экземпляры *Salix alba* forma *angustifolia* Laksch. Для исследований были выбраны экотопы, характеризующиеся разным уровнем токсической нагрузки: 1) К-1 – на берегу ставка в парке им. Щербакова, в значительном удалении от транспортных магистралей, заводов и промышленных предприятий, т.е. в относительно благоприятных экологических условиях (контроль-1); 2) К-2 – долина р. Северский Донец, г. Святогорск (контроль-2); 3) О-1 – вблизи проезжей части с интенсивной нагрузкой, недалеко от светофора и остановки (г. Донецк); 4) О-2 – недалеко от Донецкого металлургического завода; 5) О-3 – городская свалка, недалеко от мест, где осенью часто сжигают опавшие листья; 6) О-4 – Енакиевский металлургический завод, сопряженная 1-км зона и непосредственно на территории завода, 7) О-5 – Константиновский завод «Укрцинк», непосредственно на территории завода.

Установлено, что в условиях техногенных экотопов состояние древесных насаждений на примере часто используемого вида *Salix alba* можно расценивать как удовлетворительное. К основным лимитирующим факторам мы можем отнести естественные: особенность гидрологического режима и сухость воздуха; влияние этих факторов обостряется в условиях антропогенеза, что, например, отражается в увеличении токсической нагрузки на атмосферу, природные воды.

Анализ литературных данных позволяет нам утверждать, что древесные растения, в том числе и ивы белой, можно эффективно использовать в мероприятиях по озеленению для смягчения стрессового воздействия факторов на природные системы. *Salix alba* часто используется для озеленения г. Донецка, поскольку характеризуется широкой экологической амплитудой, а, следовательно, высокой степенью антропоотолерантности.

Поскольку древесные растения произрастают как на загрязненных, так и на условно незагрязненных территориях, нами была сформулирована нулевая гипотеза: состояние *Salix alba* по биологическим характеристикам на разных местах произрастания отличается, что можно эффективно использовать для проведения биоиндикационного наблюдения. В последствии эта гипотеза имела положительное решение. Установлено,

что общая морфологическая разнокачественность, т.е. разнородность структурных показателей растений, с увеличением антропогенной нагрузки возрастает. Это доказано нами на анатомическом и морфологическом уровнях строения листовых пластинок (в разные вегетационные периоды) и соцветий ивы белой. Установлено, что абсолютные показатели длины листовой пластинки на промежутке времени (июнь-август) возрастают, это связано, по-видимому, с онтогенетическими преобразованиями и наличием ростовых процессов в листьях; анастомозная сетка становится более дифференцированной, видны жилки 2, 3 порядков (преимущественно на нижней стороне листа). Длина листовой пластинки с августа по октябрь практически не изменяется, уменьшается коэффициент вариации, что указывает на меньшую морфологическую разнокачественность по этому признаку в конце вегетационного периода. Выявлена общая тенденция для листовой пластинки: уменьшение длины и увеличение ширины при переходе в зоны с большей техногенной нагрузкой на природные среды. Четкой закономерности длины черешка со степенью токсической нагрузки на среду не выявлено, эти данные требуют дальнейшего длительного исследования на анатомическом уровне. По форме листовых пластинок можно отметить, что приближенно симметричную («правильную») ланцетовидную форму имеют листовые пластинки именно загрязненных мест обитания, тогда как в контрольных участках лист почти всегда не имеет прямой оси. Количество устьиц на условную единицу площади практически не изменялось с периода уже сформированной листовой пластинки до конечных стадий онтогенеза листа. Листовые пластинки содержат больше устьиц, их размеры меньше в зонах, характеризующихся как опытные. К аномальным устьицам и устьичным аппаратам относили недоразвитые или не до конца сформированные. Поверхность листовой пластинки у растений контрольной зоны характеризуется наличием в основном коротких волосков, расположенных редко; жилкование умеренное и опушение, по жилкам отсутствует. У растений, произрастающих непосредственно на территории металлургических предприятий, преобладает смешанное опушение, густое жилкование и присутствует опушение по жилкам. В контрольных зонах преобладала зеленая цветовая гамма листовых пластинок с июня по август; начиная с октября, наблюдались тенденции к появлению желтых пигментов, а, следовательно, и изменения окраски листьев с зеленых на желтую. У растений, произрастающих на территориях с усиленной антропогенной нагрузкой наблюдается сначала преобладание желтой цветовой гаммы, которая затем переходит в зеленую и, с наступлением осеннего периода, постепенно переходит в бурю с желтыми пятнами. Как правило, длина соцветия, выросшего на территории контрольной зоны, больше чем у растений, растущих в условиях загрязнения территории промышленными выбросами. Такие же выводы можно сделать, по абсолютной ширине этих соцветий. У растений контрольной зоны цветки симметричны, а у растений, выросших в условиях антропогенного загрязнения в основном преобладают асимметричные. Т.к. в зонах промышленных городов наблюдается повышенная температура и пониженная скорость ветра по сравнению с открытыми степными пространствами юго-восточных регионов Украины, то у растений, растущих в городе, наблюдается более длительный вегетационный период, чем у растений, растущих вне территории промышленных центров.

Таким образом, ива белая является полезным растением для городской среды Донецка не только как зеленое растение, выполняющее многие функции, но и как биоиндикатор состояния воздуха и других природных сред. На основании полученных экспериментальных данных мы рекомендуем использовать это растение для оценки качества среды.

## ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ГЕТЕРОАУКСИНОМ НА МОРФО-АНАТОМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ *PHASEOLUS VULGARIS* L., *TRITICUM DURUM* DESF., *HORDEUM DISTICHUM* L., *ZEA MAYS* L.

Е.Ю. Третьякова, А.Ф. Лиханов  
Донецкий национальный университет

В настоящее время регуляторы роста и развития растений находят все более широкое применение в сельском хозяйстве, как средства повышения урожайности культур и качества продукции. Однако, данных относительно влияния предпосевной обработки гетероауксина на морфо-анатомические признаки однодольных и двудольных растений, которые могут быть рассмотрены в аспекте приспособления растений к действию засухи (водного дефицита, температурного перегрева) еще недостаточно. Интерес к данной проблеме вызван тем, что в весенне-летний период на территории Донецкой области высокие температуры воздуха (33-42 °С), под влиянием сухих воздушных масс Средней Азии и Северной Африки, приводят к быстрому высыханию почвы, что способствует возникновению пыльных бурь, суховеев, засух.

Посевные работы, проводимые при таких условиях, обычно приводят к существенным потерям из-за снижения всхожести семян. Целью нашей работы являлось изучение влияния предпосевной обработки семян гетероауксином на всхожесть и морфо-анатомические признаки растений, которые могут способствовать повышению их устойчивости к засухе. Для достижения поставленной цели предусматривалось решение следующих задач: изучить влияние предпосевной обработки семян гетероауксином (ИУК) на всхожесть и энергию прорастания; определить оптимальную концентрацию и экспозицию предпосевной обработки ИУК; изучить ростовые процессы однодольных и двудольных растений после обработки ИУК; изучить влияние гормона на формирование проводящей системы (ксилемы и флоэмы). В связи с этим были проведены лабораторные и полевые исследования влияния ИУК на морфометрические и анатомические признаки *Phaseolus vulgaris*, *Triticum durum*, *Hordeum distichum*, *Zea mays*. В ходе лабораторных исследований определили оптимальную концентрацию обработки ИУК при 2-х часовой экспозиции для *Phaseolus vulgaris* (0,00001% ИУК), *Triticum durum* (0,00001% ИУК), *Hordeum distichum* (0,0001% ИУК), *Zea mays* (0,01% ИУК). Установили, что при обработке оптимальной концентрацией ИУК, определенной для каждого из исследуемых видов, увеличивалась энергия прорастания семян, всхожесть семян приближалась к 100%, а также увеличивались морфометрические признаки проростков и коэффициент полярности.

Скорость роста корня была выше по сравнению с контролем, коэффициент вариации исследуемых морфометрических признаков уменьшался. При обработке сверхоптимальными концентрациями, определенными для каждого из исследуемых видов, энергия прорастания и всхожесть семян приближалась к 0%, происходило торможение ростовых процессов по сравнению с оптимальной концентрацией ИУК, иногда с контролем; коэффициент вариации исследуемых морфометрических признаков увеличивался. Полевые исследования проводились в период с мая по сентябрь 2004 г. Посев проводили по схеме, построенной по принципу мозаичности, что связано с расчленённостью в горизонтальном направлении, неоднородностью почвенных условий. При проведении полевых исследований было изучено влияние растворов разных концентраций ИУК на элементы продуктивности растений (полевая всхожесть, высота растения, общая и продуктивная кустистость, фертильность цветков на этапе выхода в трубку – начала стеблевания, озерненность колоса, диаметр стебля,

масса 1000семян) *Triticum durum* (яровая пшеница твёрдая), *Hordeum distichum* (Донецкий 14), *Zea mays* (кукуруза Харьковский среднеспелый 295нв). Посев семян производился 16.05.2004 г. Полевая всхожесть семян *Zea mays*, *Hordeum distichum*, *Triticum durum* определялась процентом семян, что взошли на 14 день к общему числу высеванных семян. По показателям полевой всхожести не было достоверных отличий у исследуемых видов между опытными и контрольными группами. Всхожесть была достаточно высокой (от 70 % до 90%). У *Zea mays* в фазе 3-х листьев под влиянием предпосевной обработки ИУК формировались более ксероморфные признаки по сравнению с контролем. Происходило увеличение количества устьиц на единицу площади, числа придаточных корней у гипокотиля на единицу поверхности корня пропорционально увеличению концентрации ИУК.

По морфометрическим признакам (высота растения, диаметр стебля) и элементам продуктивности (общая кустистость, продуктивная кустистость, масса 1000 семян) у *Triticum durum* были достоверные отличия между контрольной и второй опытной группой (0,001% ИУК), у *Hordeum distichum* не было достоверных отличий между контрольной и опытными группами. По морфометрическим признакам колоса (длина, озерненность колоса) у *Hordeum distichum* не было достоверных отличий между контрольной и опытными группами. По морфометрическим признакам колоса (длина, озерненность колоса, число колосков в колосе) у *Triticum durum* были достоверные отличия между 2-м вариантом опыта и контролем. По морфометрическими признакам у *Zea mays* (высота растения, длина початка с листовой оберткой, длина метелки, диаметр стебля) и элементам продуктивности (длина початка, среднее количество зерен на 1 початок) были достоверные отличия между опытными и контрольными группами. Высота растения у *Zea mays* в 1-ой опытной группе увеличивалась в 1,2 раза, в 2-й - в 1,19 раза. Следует также отметить, что в опытных группах увеличивалось количество двухпочатковых форм кукурузы (в контроле двухпочатковые формы составили 5 % от общего числа растений в контроле, в 1-м варианте опыта -13% от общего числа растений в 1-м варианте опыта, в 2-м варианте опыта -19% от общего числа растений во втором варианте опыта). Диаметр стебля кукурузы в 1-ой опытной группе увеличивался в 1,3 раза, в 2-ой опытной группе — в 1,4 раза. Под влиянием ИУК происходило увеличение процента исследуемых видов в фазе восковой спелости от числа растений в фазу всходов. *Zea mays* характеризовалась увеличением данного показателя в 1,3 раза (в 1-м варианте опыта), в 1,4 раза (в 2-м варианте опыта) по сравнению с контролем. У *Hordeum distichum* не было достоверных отличий по данному показателю.

*Triticum durum* характеризовалась увеличением данного показателя в 1,43 раза в 2-м варианте опыта по сравнению с контролем. Было установлено, что у *Zea mays* в фазе 3-х листьев под влиянием предпосевной обработки ИУК происходило увеличение размеров проводящих пучков, диаметра сосуда ксилемы (протоксилемы), толщины клеточной стенки в 1,7 раза (при 0,01% ИУК), в 2 раза (при 0,02% ИУК) толщины флоэмы, диаметра клетки флоэмы в 1,5 раза (при 0,01% ИУК и при 0,02% ИУК). У *Phaseolus vulgaris* в фазе двух супротивных листьев под влиянием предпосевной обработки 0,001% ИУК происходило уменьшение толщины ксилемы (в 2 раза у корня, в 1,5 у стебля), диаметра сосуда ксилемы (в 2 раза у корня в 1,5 у стебля) толщины клеточной стенки (в 2 раза у корня в 1,5 у стебля), толщины флоэмы (в 1,3 у корня, в 1,5 у стебля) диаметра клетки флоэмы (в 2 раза у корня, в 1,6 раз у стебля).

Таким образом, полевые и лабораторные исследования показали, что растения, которые развились из семян обработанных ИУК оптимальной или немного превышающей ее концентрациями (для полевых условий), характеризуются морфо-анатомическими признаками, которые могут способствовать их приспособлению к действию лимитирующих факторов (в частности к дефициту влаги в почве).

## ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ НА МЕТАБОЛИЗМ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

М.В. Улич, Г.А. Кудина, Л.М. Осипова  
Донецкий национальный университет

В Донбассе, в условиях интенсивно развитой промышленности, большинство древесных растений испытывают губительное влияние выбросов промышленных предприятий. Важным показателем устойчивости растений к вредному влиянию промышленных загрязнений является изменение разных форм обмена. В связи с этим в задачу наших исследований входило сравнительное изучение некоторых показателей водного режима у *Sorbus aucuparia* L. и *Sorbus intermedia* L., произрастающих в условиях промплощадки Авдеевского коксохимического завода сравнительно с контрольными растениями.

У растений более 90% воды, поглощенной корнями, поступает в атмосферу в виде водяного пара. Для всех растений характерен процесс испарения или транспирации. Как известно, при интенсивной транспирации происходит значительная потеря растительными клетками воды, которая не пополняется поглощением её из почвы. В результате чего образуется водный дефицит.

Изучение водного дефицита у опытных и контрольных растений *S. aucuparia* и *S. intermedia* позволили установить достоверное повышение его у опытных растений обоих видов рябины относительно контроля. Данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Водный дефицит опытных и контрольных растений  
*Sorbus aucuparia* и *Sorbus intermedia*

№ п/п	Виды растений	Опыт M ± m	Контроль M ± m	t
1	<i>Sorbus aucuparia</i>	23,9±0,91	18,7±0,89	4,10
2	<i>Sorbus intermedia</i>	19,2±0,59	16,2±0,53	3,78

Как видно из табличных данных значительно высокий водный дефицит отмечен у *S. aucuparia* (опыт: 23,9±0,91; контроль: 18,7±0,89), немного меньший водный дефицит испытывают опытные растения *S. intermedia*, разница данного параметра у обоих видов рябины относительно контроля достоверна.

Величина водного дефицита не даёт объективного представления о действительной потере воды листьями. В связи с этим нами были проведены исследования по определению показателя интенсивности транспирации у опытных растений относительно контроля. Данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

Интенсивность транспирации опытных и контрольных растений  
*Sorbus aucuparia* и *Sorbus intermedia*

№ п/п	Виды растений	Интенсивность транспирации		Относительная траспирация	
		Опыт	Контроль	Опыт	Контроль
1	<i>Sorbus aucuparia</i>	18,84±0,01	21,20±0,03	0,60	0,64
2	<i>Sorbus intermedia</i>	26,67±0,01	28,87±0,02	0,55	0,69

Исходя из данных таблицы 2 видно, что у опытных растений *S. aucuparia* интенсивность транспирации относительно контроля существенно снижается (опыт:  $18,84 \pm 0,01$ , контроль  $21,20 \pm 0,03$ ), снижается также относительная транспирация (опыт  $0,60$ ; контроль  $0,64$ ).

Значительное снижение транспирации отмечено и у опытных растений *S. intermedia* (опыт:  $26,67 \pm 0,01$ , контроль:  $28,87 \pm 0,02$ ), снижается у опытных растений и относительная транспирация (опыт  $0,55$ ; контроль  $0,69$ ).

Интенсивность транспирации контролируется различными факторами, но основной из них – давление водяного пара около листа, т.е. градиент водного потенциала. По-видимому промышленные выбросы коксохимического завода повышают давление водяного пара около листа, что в свою очередь снижает уровень транспирации у опытных растений. Интенсивность транспирации коррелирует с содержанием воды в тканях растения. Вода в клетке находится в двух формах: свободной и связанной. Свободная вода составляет 95% всей воды клетки. Связанная вода (4–5% всей воды) непрочно соединена с белками водородными связями. Степень оводненности – важный показатель водного режима растений. Определение содержания воды в листьях даст возможность выяснить эколого-физиологические особенности растений, узнать механизмы их адаптации к условиям среды.

В связи с этим нами было изучено содержание общей, свободной и упорядоченной воды в листьях опытных и контрольных растений. данные приведены в таблице 3.

Таблица 3

Содержание общей, свободной и упорядоченной воды в листьях опытных и контрольных растений *Sorbus aucuparia* и *Sorbus intermedia* (%)

№ п/п	Виды растений	Параметры					
		Общая вода $M \pm m$			Свободная вода $M \pm m$		
		опыт	контроль	t	опыт	контроль	t
1	<i>Sorbus aucuparia</i>	$52,6 \pm 0,48$	$56,3 \pm 0,59$	5,7	$25,96 \pm 0,4$	$31,13 \pm 0,69$	6,4
2	<i>Sorbus intermedia</i>	$59,6 \pm 0,49$	$63,2 \pm 0,54$	4,9	$24,61 \pm 0,4$	$29,13 \pm 0,58$	6,5

№ п/п	Виды растений	Параметры		
		Упорядоченная вода $M \pm m$		
		опыт	контроль	t
1	<i>Sorbus aucuparia</i>	$21,27 \pm 0,61$	$17,89 \pm 0,42$	4,6
2	<i>Sorbus intermedia</i>	$18,06 \pm 0,631$	$15,26 \pm 0,47$	4,9

Как видно из табличных данных у опытных растений *S. aucuparia* и *S. intermedia* достоверно снижено содержание общей и свободной воды относительно контроля, что соответственно составляет – *S. aucuparia* (опыт:  $52,6 \pm 0,48$ , контроль:  $56,3 \pm 0,59$ ; опыт:  $25,96 \pm 0,47$ , контроль:  $31,13 \pm 0,69$ ). *S. intermedia* (опыт:  $59,6 \pm 0,49$ , контроль:  $63,2 \pm 0,54$ ; опыт:  $24,61 \pm 0,41$ , контроль:  $29,13 \pm 0,58$ ). Содержание упорядоченной воды у обоих видов рябины достоверно повышено: *S. aucuparia* (опыт:  $21,27 \pm 0,61$ , контроль:  $17,89 \pm 0,42$ ), *S. intermedia* (опыт:  $18,06 \pm 0,631$ , контроль:  $15,26 \pm 0,47$ ).

Под влиянием поллютантов у опытных растений не только уменьшается общее содержание воды в тканях, но и происходят значительные изменения водного обмена. Параллельно с этим у опытных растений наблюдается достоверное увеличение упорядоченной внутриклеточной воды. По-видимому, увеличение упорядоченной формы воды свидетельствует об одном из путей адаптации опытных растений к действию экстремальных факторов промышленной среды.

## РІСТ ДЕЯКИХ ВИЩИХ БАЗИДІАЛЬНИХ ГРИБІВ НА ТВЕРДИХ ПОЖИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ РІЗНОГО СКЛАДУ

Ю.О. Філіппова, С.М. Бойко  
Донецький національний університет

Вищі базидіальні гриби використовують як продуценти комерційно важливих речовин. Базидіоміцети розглядають як цінну сировину в харчовій, деревообробній промисловості, при виробництві вина, соків. В останні роки почали все частіше звертати увагу на їх фармакологічні властивості, зокрема здатність попереджувати ракові захворювання.

Крім здатності біосинтезувати фармакологічно активні метаболіти, одним з найважливішим критеріїв відбору штамів, є швидкість росту вегетативного міцелію, толерантність до коливань фізико-хімічних параметрів культивування, здатність до активного накопичення біомаси чи плодоношення на широкому спектрі субстратів.

У цьому повідомленні ми наводимо результати порівняльного дослідження росту 3-х штамів на агаризованих твердих середовищах різного складу. Нас цікавили насамперед швидкість лінійного росту міцелію грибів, а також визначення оптимальних температур, які б забезпечували швидкий ріст культур, що є необхідним етапом подальшої розробки способу одержання фізіологічно активного посівного матеріалу та міцеліальної біомаси шляхом їх поверхневого та глибинного культивування.

Об'єктами наших досліджень були культури К-1, І-6 гриба *Irpex lacteus* Fr. і CS-1 гриба *Coriolus sinuosus* Fr., які були виділені з насаджень Донецької області.

Швидкість лінійного росту міцелію грибів досліджували на 3-х агаризованих середовищах: натуральній – овсяний агар (ОА), комплексній – глюкозо-картопляний агар (ГКА) та синтетичній – середа Чапека-Докса (ЧД) з оптимальним для них значенням рН. Інкубували при температурах: 20°, 24°, 28°, 32°, 35°, 38°C. Радіуси колоній виміряли в двох взаємоперпендикулярних напрямках, через добу, починаючи з 2-гої доби після посіву до повного обростання середовища. Експерименти проводились в трьохкратній повторності. На основі отриманих даних визначали середню радіальну швидкість росту  $R_r$  за формулою:

$$R_r = \frac{R_t - R_o}{t - t_o}, \text{ де}$$

$R_t$  – радіус колонії в момент часу  $t$ ;

$R_o$  – радіус колонії в момент часу  $t_o$ .

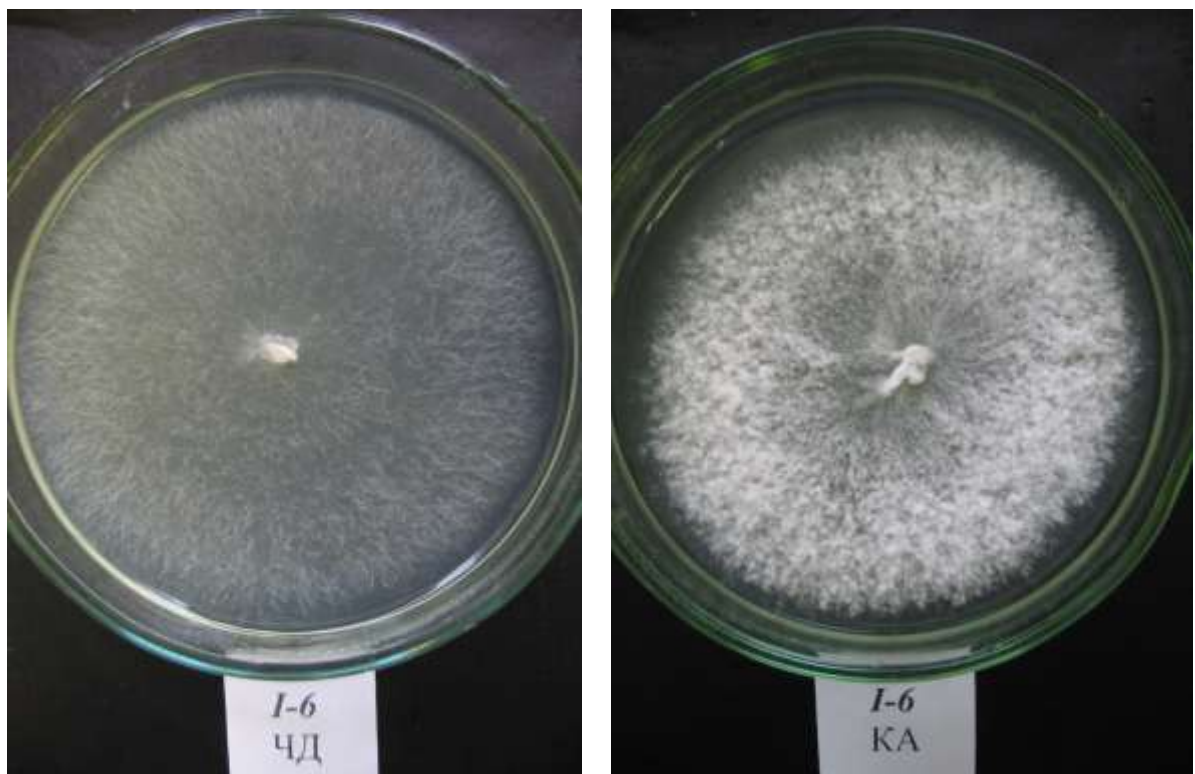
Отримані дані піддавали статистичній обробці, з використанням дисперсійного аналізу та методу множинних порівнянь середніх.

Аналіз статистично достовірних показників середньої лінійної швидкості радіального росту свідчить про те, що штам І-6 *I. lacteus* набував двох високих значень: 12,6 мм при температурі 28°C на середовищі ГКА і 12,5 мм при температурі 35°C на ЧД. Менш сприятливим виявилось середовище ОА, з досягненням свого максимального значення 9,3 мм при температурі 32°C. Для штаму К –1 *I. lacteus* характерні подібні результати. Свого максимального росту він досяг на середовищі ЧД (13,9 мм) при температурі 28°C і 13,0 мм на ГКА при температурі 32°C, на ОА також досяг високого значення – 12,5 мм при температурі 35°C. Штам CS-1 *C. sinuosus*

характеризувався іншою динамікою росту. З максимальною швидкістю він ріс на середовищі ГКА (9,4мм). Виявилось, що більш високі значення температури інгібують рост грибу. Відбувалось поступове зменшення показників росту. Значення становило 1.4 мм на ГКА. При температурі 38°C на усіх трьох середовищах ріст не спостерігався.

Разом з різницею швидкості росту, так само спостерігалась різниця в зовнішньому вигляді колоній міцелію в залежності від живильного середовища.

Так, на середовищі ГКА міцелій мав вигляд добре розвиненої колонії з добрим повітряним міцелієм, край якої був притиснутий до середовища. Колір – білий. Подібний вид колонії був відзначений у всіх штамів (рис.).



На середовищі Чапека-Докса культури мали вигляд павутинної колонії, з меншою щільністю міцелію. Край колонії занурений. Колір – білий.

В результаті проведених досліджень ми визначили, що максимального росту штами досягали на середовищі ЧД і ГКА. Це пов'язано з тим, що до їх складу входить глюкоза, яка перша усвоюється грибами і є енергетичним джерелом для них. Найбільш благоприємним середовищем для вирощування цих грибів виявився ГКА Гриби на ньому характеризувались високою швидкістю росту.

Встановили оптимальні температури: для штаму I-6 *I. lacteus* значення становило від 28 ° до 35°C, для штаму К-1 *I. lacteus* від 28°C до 32°C, для штаму CS -1 *S. sinuosus* складало 28°C.

Відповідні характеристики важливі для подальшого дослідження цих штамів, потенційно перспективних для біотехнології отримання продуцентів ферментів протеолітичної, пектолітичної дії та інших.



## **AMARANTHUS HYBRIDUS L. КАК ИНДИКАТОР ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ**

О.В. Чиркова, Н.А. Хижняк  
Донецкий национальный университет

Проблема исследования растений в антропогенно нарушенных районах имеет большое значение и является актуальной в связи с неуклонным ростом промышленных загрязнений. Среди многочисленных загрязнителей промышленных предприятий химической отрасли особое место занимают тяжелые металлы. Считается, что из всех ингредиентов промышленных выбросов, они являются наиболее токсичными. Понятие “токсичность” относится к любым химическим загрязняющим веществам, поступающим в биосферу в высоких концентрациях. Токсическое действие тяжелых металлов на растения принято называть фитотоксичностью.

Цель данного исследования заключалась в определении фитотоксичности почв химических предприятий с помощью *Amaranthus hybridus L.*

*A. hybridus* является одним из наименее прихотливых представителей семейства *Amaranthaceae L.* Климат на родине этого растения, Северной Америке, существенно отличается от нашего, но это не помешало его распространению за сравнительно небольшой промежуток времени по территории Украины. Высокий адаптационный потенциал – отличительная особенность практически всех представителей семейства. Немалую роль в этом играет высокая семенная продуктивность амарантов. *A. hybridus* - это однолетнее травянистое растение, размножается только семенами, созревающими с августа по сентябрь. Семена содержат большое количество крахмала, белки и жиры.

Нашими исследованиями установлено, что семена *A. hybridus* обладают высокой доброкачественностью, на уровне 94.2%, относятся к быстро прорастающим культурам. Это является необходимым условием для выбора растения в качестве тест-культуры для определения фитотоксичности.

Семена для эксперимента были собраны в августе – сентябре 2004 г., в условиях Донецкого ботанического сада. Отбор велся стандартным методом, принятым в сортоиспытании.

Определение фитотоксичности осуществлялось лабораторным методом проростков. Сущность метода – выявление токсического (ингибирующего) действия поллютантов по реакции тест-культуры, произрастающей в предположительно фитотоксичном субстрате. В нашем случае это были почвы, отобранные методом «конверта» на территориях Донецкого завода химреактивов (ДЗХР), Донецкого коксохимического завода (ДКХЗ), Донецкого химического завода (ДХЗ).

Основная масса загрязняющих веществ аккумулируется почвой на территории самих промышленных предприятий и на расстоянии до одного километра, вызывая локальное загрязнение территории. Основные компоненты промышленных выбросов ДЗХР – Ni, Mn, Zn, подвижные формы Fe, S, нитраты; ДКХЗ – Pb, подвижные формы Cr и Cu, сульфаты.

Результаты эксперимента попарно сравнивались с контролем. Контрольный образец почвы был отобран на расстоянии нескольких километров от источников эмиссий.

В ходе опыта фиксировались всхожесть, энергия прорастания, длина надземной и корневой систем, масса сухого вещества. При этом последний показатель является определяющим для выявления фитотоксического эффекта на проростки.

Прорастание семян во всех вариантах эксперимента было отмечено на четвертый день, а максимальное количество проростков зафиксировано на седьмой день. Одновременное появление проростков, вероятно, связано с запасом внутренней энергии, которую семена получили от родительских растений. Однако, зафиксированные различия в энергии прорастания указывают на некоторое снижение этого показателя на заводских почвах по сравнению с контролем. Так, энергия прорастания семян составила в контроле - 86.07%, ДХЗ - 84.26%, ДКХЗ - 83.33%, ДЗХР - 75.36%. Предполагаем, это связано с тем, что появившийся зародышевый корешок начинает использовать влагу и химические элементы из субстрата. Видимо, поступающие в корни элементы вызывают в семенах замедление процесса построения пластических веществ, а затем и их ингибирование. Такие элементы как Pb, Zn, Ni, Cr обладают большим сродством к физиологически важным органическим соединениям и способны инактивировать последние. Их избыточное поступление нарушает процессы метаболизма. В результате, развитие проростка приостанавливается на стадии появления из семенной оболочки зародышевого корешка длиной до 1 мм для слабых семян.

Существенные отличия наблюдались во всхожести семян. Общая всхожесть для контроля была выше в 1.2 раза по сравнению с ДХЗ и в 1.8 раза по сравнению с ДЗХР и ДКХЗ.

Важным показателем реакции растения на загрязнение почв являются морфометрические характеристики. Для *A. hybridus* морфометрические показатели (длина стебля, корня, листа соответственно) выглядят следующим образом: для контроля -  $3.31 \pm 0.12$ ;  $1.55 \pm 0.06$ ;  $0.45 \pm 0.03$ , для ДЗХР -  $2.78 \pm 0.16$ ;  $1.37 \pm 0.08$ ;  $0.41 \pm 0.08$ , для ДКХЗ -  $2.82 \pm 0.16$ ;  $1.39 \pm 0.06$ ;  $0.41 \pm 0.02$ , для ДХЗ -  $3.11 \pm 0.13$ ;  $1.51 \pm 0.07$ ;  $0.41 \pm 0.01$ . Морфометрическая неоднородность выборок, очевидно, связана с тем, что семена находились в условиях различного загрязнения почв. При этом наибольшие различия наблюдаются в длине стеблей. Полученные данные оценивались с помощью рангового критерия Уилкоксона для разностей пар.

Фитотоксический эффект рассчитывался, опираясь на массу растений, и составил составил: для ДЗХР - 52.12%, для ДКХЗ - 49.03%, для ДХЗ - 17.76%.

По всем показателям наименее фитотоксичной для *A. hybridus* является почва с территории ДХЗ. Вероятно, это связано с процессами самоочищения почвы после остановки производства, в течение последних десяти лет. Как известно, период полуудаления (или удаления половины от начальной концентрации) для большинства химических элементов составляет от нескольких десятков до нескольких сотен лет. Однако, уже за первые десять лет концентрация некоторых металлов заметно снижается (например, для кадмия период полуудаления из почвы составляет 12 лет). Это наглядно проявляется для почв на территории ДХЗ, у которых фитотоксичность почти в 3 раза ниже по сравнению с другими заводскими почвами.

Различия в фитотоксичности отмечены между почвами, взятыми с территорий ДКХЗ и ДЗХР. Менее выраженным оказался фитотоксический эффект для проростков *A. hybridus*, развивающихся на почвах ДКХЗ. В наибольшей степени фитотоксический эффект проявляется в снижении морфометрических показателей и всхожести, в меньшей мере на энергию прорастания. Учитывая полученные результаты, можно сделать вывод, что *A. hybridus* может использоваться в качестве фитоиндикатора для оценки потенциальной опасности при комплексном загрязнении тяжелыми металлами. При этом основным критерием должна, в первую очередь, выступать суммарная фитотоксичность металлов в среде.

## ЗМІСТ

Стор.

### ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

А.С. Парфенюк. Комплексное решение экологических проблем Донбасса – наша первоочередная задача.....	4
В.С. Лактионова, Р.Г. Синельщиков, В.Д. Залевский. Формирование экологической сети в Донецком регионе: концепция и реализация.....	7

### СЕКЦІЯ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ

М.В. Павкина, М.А. Сокол, А.Л. Попов. Снижение вредных выбросов при эксплуатации установки сухого тушения кокса .....	10
В.Ю. Ермакова, В.С. Козыренко, Е.К. Сафонова. Обезвреживание газовых выбросов при дегазации угольных шахт.....	12
Н.А. Мишина, В.Г. Матвиенко. Растворимость хлорида натрия в растворителях, содержащих триэтиленгликоль .....	14
О. В. Марк, Н.И. Гаплевская, С.М. Сафьянц. Разработка мероприятий по снижению вредных выбросов при работе энергетических котлов.....	16
С.И. Игнатик, Е. П. Павлова. Реальная оценка высокотоксичных выбросов промышленных регионов.....	18
О.А. Палий, В.В. Кочура. Повышение экологической безопасности литейного производства на ОАО «Рутченковский завод «Гормаш».....	20
В.В. Попов, Л.Н. Акимова. Усовершенствование схемы конечного охлаждения коксового газа на ОАО «Донецккокс» с целью снижения выбросов нафталина в атмосферу.....	22
А.А. Муравьев, А.Ю. Мотрошилов, Д.Л. Безбородов. Обеспечение экологической безопасности работы котельных путем разработки энергосберегающих мероприятий .....	24
Е.А. Есин, С.В. Павловский, А.Ф.Редько Экологические характеристики котельных установок при сжигании твердых топлив в кипящем слое.....	26
А.С. Горячев, Н. К. Бондаренко Сокращение выброса пыли при работе котельной шахты им. «60 - летия Советской Украины».....	28
Н.В. Володарец, Е.А. Бондарь, Ю.В. Черняк Влияние параметров газового потока на рассеивание вредных веществ при реостатных испытаниях тепловозов.....	30
А. Е. Владимиров, Ф. В. Недопекин, В. В.Бодряга Теоретические основы процесса подавления бурого дыма при переливах чугуна.....	32
Ю. В. Феньо, Ф. В. Недопекин, В. В.Бодряга. Механизм образования бурого дыма при переливах чугуна.....	34
К.В. Степова, О.А. Нагурский. Сорбція сірководню залізовмісними глинистими сорбентами на основі модифікованих сірих язівських глин.....	36

### СЕКЦІЯ РЕКУПЕРАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ

Е.П. Побоккина, В. И. Ростовский, М.М.Перистый. Использование конвертерного шлака в вагранке.....	38
А.В. Шестопапов, М.А. Цейтлин. Закладка отходов содового производства в отработанные соляные скважины.....	40
М.Г. Сомик, А.В. Кравченко. Организация технологии утилизации железосодержащих отходов на ЗАО «Донецксталь» - металлургический завод.....	42
М.Д. Бидюк. Современные способы подготовки и утилизации вторичных ресурсов электросталеплавильного производства.....	44
Я.А. Деменкова, В.В. Белоусова, А.И. Сердюк. Влияние добавок к электролиту на основе борфтористоводородной кислоты на скорость осаждения свинца при электрохимической переработке отработанных свинцово-кислотных аккумуляторов.....	46
Ю.В.Карпович, А.Г. Бородин, И.Г. Крутько. Влияние добавки смолистых отходов на выход летучих веществ и коксового королька из шихты .....	48
В.Н. Балацкая, В.А.Темнохун. К вопросу утилизации золы на тепловых станциях.....	50
Л. С. Ніфантова, В. Г. Матвієнко, М.Й.Біломеря. Одержання сульфату алюмінію з відходів вугледобувної та вогнетривної промисловості.....	52
А.А. Берестовая, Т.И. Зубцова. Исследование возможности разделения катионов цинка и никеля в промышленной карбонатной пыли .....	54
С. С. Сопель, А.В. Кравченко. Организация рациональной технологии утилизации шлаков латунного производства.....	56
А.О. Каширина, В.И. Ростовский. Утилизация цинксодержащих сталеплавильных пылей и шламов.....	58

Ю.М. Ничипорчук, Н.И. Беломеря. Окрасивание легкоплавких стекол техногенными побочными продуктами.....	60
В. В. Головки. Деякі аспекти вирішення проблеми утилізації побутових відходів.....	62
О.О. Удодов, А.Ю. Шевченко. Дослідження можливостей виробництва глинозему з глинистих матеріалів.....	64
В.В.Омельченко, А.Ю. Шевченко. Производство керамических пигментов с использованием техногенных отходов.....	66
А.В. Малашенкова, Г.С. Клягин. Проблема утилизации замасленной окалины прокатного производства.....	68
Л.В. Яковлева, М.М. Перистый. Экологическая безопасность литейного производства.....	70
Е. В. Фесенко, В.С. Масляев. Растворение меди в смеси серной и азотной кислоты.....	72
Н.А.Осьмачко, Е.С. Матлак, О.В. Лунева. Экологически безопасное использование твердых бытовых отходов в качестве возобновимого источника энергии.....	74
Н. В. Ульянова, А.І. Горова, А.В. Павличенко. Проблеми поводження з відходами вуглевидобувної промисловості.....	76
В.А Павлова, Т.Д. Москаленко, В.И.Марченко. Разработка технологии утилизации промышленных отходов, содержащих кобальт, никель, медь, железо.....	78
Н.С. Цапко. Ресурс- и энергосбережение при производстве портландцемента.....	80
В.В. Белоусова, Н.Е. Максимов, Н.В. Исаева-Парцвания. Поиск путей ускорения процесса растворения аккумуляторных пластин при электрохимическом способе переработки отработанных свинцово-кислотных аккумуляторов.....	82
Є.М. Мельник, Т.С. Башева, О.І. Сердюк. Утилізація сірчаноокислих відходів свинцево-кислотних акумуляторів.....	84
<b>СЕКЦІЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД</b>	
С.Н.Юсковец, М.Ю.Кулик, В.В. Макаров. Комплексный способ очистки вод от нефтепродуктов для автотранспортных предприятий.....	86
А.О. Коровяковский, С.С.Гребенникова. Технологические аспекты классификации сточных вод коксохимических заводов.....	88
А.М. Луганский, Е.М. Луганский. Определение дисперсного состава примесей смолистых веществ в аммиачной воде коксохимического производства.....	90
А.И. Барыбин. Исследование всплытия одиночных пузырьков в покоящейся жидкости в чистой воде и в присутствии ПАВ.....	92
Ю.С. Иванова, Е.Е. Белоусова. Гидроксиапатит кальция как сорбент токсичных ионов в водных средах.....	94
Е. С. Фомина, Е. А. Трошина. Биоиндикация и биотестирование как методы определения загрязнённости водных объектов.....	96
М.Р. Гайнулина, А.В. Булавин, Т.Г. Тюрина. Получение сополимеров малинового ангидрида и стирола и использование их в качестве флокулянта.....	98
З.О.Майзеліс, Ю.В.Илляшенко, Л.В.Трубінова. Порівняння декількох схем очистки –промивки гальванічних ліній.....	100
Л.В. Ключкина, М.М. Перистый, А.С. Бондарь. Сточные воды и их очистка.....	102
Т.М. Красильникова, М.Д.Гомеля. Використання алюмінієвих коагулянтів для інтенсифікації процесів освітлення природної води.....	104
Е.В. Михальская, Г.В. Чудаева. Исследование наличия ртути в различных объектах г. Донецка...	106
А.С. Голиков, Е.И. Назимко. Исследование работы водно-шламовой системы ЦОФ «Луганская» в неустановившемся режиме.....	108
Е.Н. Киселева, Е.И. Назимко. Влияние демпфирования содержания шламов в аппаратах систем очистки сточных вод на процессы накопления шламов.....	110
И.А. Сусова, О.В. Лунева. Влияние деятельности шахты «Углегорская» на состояние водного бассейна.....	112
В.О.Савченко, А.О.Майзеліс, Л.В.Трубінова. Електролітичне вилучення міді з розведених аміачних розчинів.....	114
Т.Г. Дорошенко, Е.С. Матлак. Об исследовании проблемы снижения загрязнённости шахтных вод.....	116
Е.Е. Котовская, В.А. Мякишев. Сокращение загрязнения природных объектов путём обезвреживания осадков станций подготовки питьевой воды.....	118
С.В. Колодистая, М.В. Нестеренко. Мониторинг загрязнения сточных вод коксохимических предприятий.....	121

## СЕКЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЗАХИСТУ БІОСФЕРИ

С.В.Гапич, Е.И. Збыковский, А.В. Логвинов. Применение новых экологических решений в процессе мокрого тушения кокса.....	123
В. Н. Боровлев, А. А. Топоров. Решение проблем коксохимических производств с помощью программного комплекса trim.....	125
И. А. Мазурина, А. Н. Куля, Е. К. Сафонова. Снижение выбросов NOx в дымовых газах жаротрубных котлов при использовании современных топливосжигающих устройств.....	127
М.Ю. Кулик, В.Г. Каширцев. Оптико-акустический газоанализатор для автоматизированного поста контроля.....	129
А.В. Ламакин, А.А. Разуваева, А.Л. Попов. Снижение выбросов серосодержащих веществ при работе котлов ТП-109 Кураховской ТЭС.....	131
С.О. Поліщук, О.В. Петров, Д.Л. Безбородов. Зменшення шкідливих викидів за рахунок оптимізації процесів стгорання при використанні струменево-нишевих пальників.....	133
М.Н. Сохлакова, И.С. Драгун, С.М. Сафьянц. Уменьшение концентрации пыли в выбросах дымовых газов при работе парогенераторов Кураховской ТЭС.....	135
С.В.Марьянков, А.А.Топоров. Разработка системы обеспечения техногенной безопасности металлоконструкций в условиях коксохимического предприятия.....	137
М.Н. Степанов, А.С. Парфенюк. К вопросу создания техники для утилизации старых строительных материалов и конструкций.....	139
Я.Н. Степанов, А.С. Парфенюк. Технические возможности обогащения строительных отходов.....	141
О.П. Тузовская, Т.И. Соловьева, В.А. Яковлева. Использование пластинчатых теплообменников в целях улучшения экологии при производстве серной кислоты.....	143
Н.И. Гайдаш, О.Е. Алексеева. Проблема повышения экологической безопасности печей стекольного производства.....	145
В.В. Хмарук, И.В. Кутняшенко. Пути совершенствования оборудования для утилизации взрывчатых веществ.....	147
Д.В. Бован С.П. Веретельник. Экологические аспекты проектирования специального оборудования.....	149
О.И. Воронцова, В.И. Алимов. Физико-механические и коррозионные свойства нового вторичного Zn-Al-Si-го сплава.....	151
Л.А. Козолуп. К вопросу исследований процесса термической переработки спекающихся углеродистых отходов.....	153
А.Н. Нестеров, М.А. Остапенко. Определение силовых параметров оборудования для перемещения сыпучих и твердых зернистых материалов в термолизных агрегатах с постоянным поперечным сечением рабочего объема.....	155
Е.В. Старикова, А.С. Парфенюк. Эколого-экономическое обоснование производства изделий на основе полимерных отходов в условиях Украины.....	157
Е.В. Зернов, А.В. Коршунов, М.А. Остапенко. Роторное оросительное устройство насадочного аппарата.....	159
А. В. Снегирь, П. В. Третьяков. Еам системы – инструмент обеспечения техногенной безопасности предприятия.....	161
А. А. Худошин, П. В. Третьяков. Ремонт по фактическому состоянию – возможность ресурсосбережения.....	163
Е.Н. Сова. Предпосылки к созданию техники для компактирования тбо перед складированием.....	165
О.В. Ирхина. Разработка комплекса оборудования для изготовления стройматериалов из золошлаковых отходов.....	167
И.В. Гребнев, А.А. Топоров. Улавливание паров нафталина в оборудовании химических цехов.....	169
В. С. Камбурова, О.Е. Алексеева. Повышение степени очистки газа.....	171
П.А. Чаус. К вопросу выбора конструкции сепаратора ТБО.....	173

## СЕКЦІЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ, УПРАВЛІНСЬКИХ ТА ПРАВОВИХ АСПЕКТІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕКОПОЛІТИКИ

В.А. Марченко, А.І. Панасенко. Державне управління в сфері контролю за станом атмосферного повітря і шляхи його вдосконалення.....	175
С.В.Воронько, В.С. Ноздрін, А.І. Панасенко. До проблеми екологічної безпеки на державному та митному кордоні області.....	177
С.А.Прожога, О.М.Калініхін. Оцінка еколого-економічного збитку від забруднення навколишнього середовища ВАТ МК «Азовсталь».....	179

О.О. Корогодова. Проблеми та перспективи розвитку екологічного туризму в автономній республіці Крим.....	181
И.А. Карягин., Г.В. Ефимов, В.Н. Артамонов. О становлении экологического менеджмента на горных предприятия .....	183
К.І. Ковтонюк. Відправні точки формування екологічної свідомості.....	185
Д. О. Палехов, Ю. С. Шемшученко. Напрямки розвитку правового регулювання безпеки атмосферного повітря України.....	187
О. О. Стребкова, Л. В. Чайка. Здоров`я дитячого населення – маркер сталого розвитку міста Макіївка.....	189
А.В. Токунова. Економіко-правові, соціальні та технічні заходи забезпечення подолання проблеми якості питної води Луганської області.....	191
Т.В. Завгородняя, С.С. Куруленко, И.Л.Данилкина. Методическое обеспечение системы экологического аудита.....	193
П.К. Егоров, Р.Г. Синельщиков. Экологический потенциал сосновых лесов Донетчины и перспективы его повышения. ....	195
Ю.С. Распитюкова, Е.В. Ермакова. Управленческие решения по сбережению и рациональному использованию лесных рекреационных ресурсов НПП «Святые Горы» .....	197
В.М. Кулик, Е.В. Янковська. Правове забезпечення екологічної охорони водних ресурсів.....	199
Г.П.Пєфтієва, А.І. Панасенко. Екологічне інформування населення – крок у напрямку сталого розвитку суспільства.....	201

#### **СЕКЦІЯ ФІТООПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОГЕННОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОХОРОНИ РОСЛИННОГО СВІТУ**

А.С. Аверчук, А.В. Машталер Эколого-биохимические особенности лишайников в условиях Донбасса.....	203
П.С. Беломеря, Н.М. Пихота, А.І. Сафонов Структурна різноякісність видів рослин з широкою екологічною амплітудою в умовах техногенного регіону.....	205
Н.К. Бондаренко, Я.И. Лавская, Л.А. Цымбал Осторожно: амброзия.....	207
Е.Н. Верхогляд, Н.М. Лялюк Альгофлора прудов Кировского района г. Донецка.....	209
С.В. Гапоненко, М.А. Колошко, Н.М. Лялюк Особенности формирования сообществ фитопланктона канала Северский Донец – Донбасс.....	211
О.О. Гридько, І.М. Остапко Елементний склад чебреців в умовах техногенного Донбасу.....	213
Т.О. Гришко Вплив забруднення ґрунту сполуками сірки, фтору та хлору на вміст пігментів та площу листової пластинки проростків дерев.....	215
Н.А. Гутько, И.В.Щербина, А.Н.Сумская Влияние условий выращивания и хранения на качество семенного материала некоторых лекарственных растений.....	217
А.Г. Деревянская, А.Ф. Лиханов, И.В. Бондаренко-Борисова Изучение антагонистических свойств двух видов растений по отношению к галловой нематоды на корнях <i>Capsicum annuum</i> L.....	219
Т.В. Євгажукова, А.М. Сумська Вплив гетероауксину на коренеутворення живців видів роду <i>Clematis</i> L.....	221
Н.Н. Егорова, А.А. Кулагин Строение хвои лиственницы Сукачёва ( <i>Larix sukaczewii</i> DYL.) в условиях стресса (на примере отвалов Кумертауского бурогоугольного разреза).....	223
О.В. Иевлева, Н.А Хижняк Влияние стимулятора – адаптогена на приживаемость черенков <i>Ficus laurifolia</i> Thougn.....	225
В.Н. Кириченко, Г.А. Кудина, Л.Ю. Качур Биоэкологическая характеристика некоторых малораспространенных многолетников в условиях г. Донецка.....	227
Е.И. Ковалева, О.В. Дубич К вопросу интродукции многолетних астр, перспективных для выращивания на юго-востоке Украины.....	229
Е.И. Ковалева, А.Ю. Павленко Оценка устойчивости к засухе по характеристике элементов водообмена видов, сортов, форм рода <i>Aster</i> L. в Донбассе.....	231
Ю.Н. Кондрашина, Л.П.Свиренко Атмосферные выпадения как источник повышенного содержания стронция в растениях урбанизированных территорий.....	233
Н.В. Корнева Интродукционное исследование развития представителей рода <i>Hedera</i> L. в условиях защищенного грунта.....	235
В.В. Куцак, Л.Н. Хоботкова Фитосозологическая оценка сохранившихся природных сообществ Александровского района Донецкой области.....	237
Д.В. Леонтьев Влияние рН и гигроскопичности древесной коры на видовой состав кортикофильных миксомицетов.....	239
Ю.А. Мануйлова, Ю.П. Загнітко, М.І. Бойко Вплив концентрації міцеліальної суспензії в живильному середовищі на протеолітичну активність штамів <i>Irpex lacteus</i> Fr.....	241

Г.И. Мелихова, С.И. Демченко Метаболическая активность природных изолятов вешенки.....	243
С.В. Овчаренко, В.Д. Письменчук, В.П. Бессонова Порівняння фітосанітарної ролі рослин після обрізки та молодих рослин.....	245
М.Ю. Омеляненко Экологические особенности диатомового комплекса фитопланктона реки Северский Донец.....	247
І.П. Парасій, І.А. Кузнецова Целюлазна активність ксилотрофних базидіоміцетів при тривалому культивуванні.....	249
И.С. Победаш, Л.Ю. Качур, Л.М.Осипова Опыты по влиянию химических мутагенов на изменчивость различных сортов роз в Донецком ботаническом саду.....	251
Л.В. Попова, А.В. Бутюгин Влияние гуматов на способность к ризогенезу некоторых видов рода <i>Rhodiola</i> L. (сем. <i>Crassulaceae</i> DC.).....	253
А.Ю. Пугачова, С.О. Мазіна Життєздатність пилку гібридних лілій.....	255
Е.А. Сидоренко Мониторинг фитопланктона литорали Азовского моря.....	257
А.И. Титов, Е.А. Сорочан, А.И. Сафонов Состояние древесных насаждений в условиях техногенных экотопов урбанизированной среды (на примере <i>Salix alba</i> L.) .....	259
Е.Ю. Третьякова, А.Ф. Лиханов Влияние предпосевной обработки семян гетероауксином на морфо- анатомические признаки <i>Phaseolus vulgaris</i> L., <i>Triticum durum</i> Desf., <i>Hordeum distichum</i> L., <i>Zea mays</i> L.....	261
М.В. Улич, Осипова Л.М., Кудина Г.А. Влияние промышленных выбросов на метаболизм древесных растений.....	263
Ю.О. Філіппова, С.М. Бойко Ріст деяких вищих базидіальних грибів на твердих поживних середовищах різного складу.....	265
О.В. Чиркова, Н.А. Хижняк <i>Amaranthus hybridus</i> L. как индикатор фитотоксичности почв.....	267

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ДОНЕЦЬКА ФІЛІЯ ДЕРЖАВНОГО ЗАКЛАДУ  
„ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ МІНІСТЕРСТВА  
ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА УКРАЇНИ”  
ДЕРЖАВНЕ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЇ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ  
В ДОНЕЦЬКІЙ ОБЛАСТІ**



*Присвячується  
85-річчю Донецького національного  
технічного університету і Дню Довкілля*

**V МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ  
АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ**

**"ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА  
ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ"**

11-13 квітня 2006 року

ЗБІРКА ДОПОВІДЕЙ

**Т о м 2**

Донецьк-2006



УДК 330.15

Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів/  
Збірка доповідей V Міжнародної наукової конференції аспірантів та студентів. Т. 2 -  
Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ, 2006. — 229 с.

У збірці приводяться доповіді V Міжнародної наукової конференції аспірантів та студентів "Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів", в яких узагальнюються підсумки науково-технічної творчості студентів і аспірантів вищих навчальних закладів України з екологічної тематики за останні роки. Особлива увага приділяється дослідженням і розробкам, присвяченим вирішенню екологічних проблем техногенно напруженого Донецько-Придніпровського регіону.

Конференція присвячується 85-річчю Донецького національного технічного університету і Дню Довкілля.

У цій частині розглянуті питання фітооптимізації техногенного середовища та охорони рослинного світу, фауни, екології та охорони тваринного світу, проблем екологічної безпеки, хімії довкілля. Значна увага приділяється розгляду сучасних тенденцій в оптимізації природоохоронних заходів; дослідженню впливу різноманітних антропогенних чинників на стан рослинного та тваринного світу; широкому спектру питань екологічної безпеки, хімії довкілля, раціонального використання природних ресурсів, екологічного моніторингу, оцінки ризику та інформаційних технологій.

У тексті доповідей підкреслені ініціали та прізвища наукових керівників студентських робіт. Автори робіт несуть відповідальність за достовірність результатів досліджень та якість тексту доповідей.

У доповідях вміщені практичні рекомендації та пропозиції, втілення яких приведе до поліпшення екологічного стану в Україні. Матеріали збірки доповідей можуть бути використані спеціалістами, які займаються питаннями охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів.

Редакційна колегія:

докт. техн. наук Є.О. Башков (відповідальний редактор)  
канд. техн. наук А.І. Панасенко (відповідальний секретар)

докт. біол. наук О.З. Глухов, докт. біол. наук М.М. Ярошенко,  
докт. геол.-мін. наук Б.С. Панов, докт. хім. наук В.В. Приседський,  
докт. хім. наук Л.Ф. Бутузова, докт. техн. наук Г.В. Аверін

Над збіркою працювали О.М. Калініхін, О.В. Єрмакова, А.І. Сафонов, А.Д. Штірц,  
Ю.А. Проскурня, О.І. Волкова, О.М. Турчаніна, А.Ю. Харитонов

## ЗМІСТ ЗБІРКИ

	Стор.
<b>СЕКЦІЯ ФАУНИ, ЕКОЛОГІЇ ТА ОХОРОНИ ТВАРИННОГО СВІТУ</b>	4
СЕКЦІЯ ПРОБЛЕМ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ	36
СЕКЦІЯ ХІМІЇ ДОВКІЛЛЯ	92
СЕКЦІЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ	122
СЕКЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНИТОРИНГУ, ОЦІНКИ РИЗИКУ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	180
ЗМІСТ	226

## ЕКОЛОГІЧНІ ТА ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ ОХОРОНИ ПТАХІВ НА ПРИКЛАДІ РЯБОДЗЬОВОГО КРЯЧКА (*THALASSEUS SANDVICENSIS* (LATH.))

Л.В. Айдарова, Г.М. Молодан  
Донецький національний університет

У даний час перед суспільством постають гострі екологічні проблеми. серед них важливе місце займає охорона навколишнього середовища, зокрема охорона гідрофільних птахів та їхніх місцеперебувань, тобто водно-болотних угідь. останні, як будь-яка природна екосистема, не замкнуті і зв'язані з іншими екосистемами біосфери безліччю енергетичних, хімічних і трофічних відносин. зміни параметрів, що характеризують стан гідрофільних птахів (наприклад, структури орнітокомплексів, чисельності окремих видів і т.п.), можуть служити сигналом про негативні явища не тільки в конкретному місці їхнього перебування, але й у комплексі місцеперебувань на великій території і навіть у біосфері в цілому. До того ж гідрофільні птахи піддаються легкому візуальному спостереженню. тому вони можуть бути використані в якості біоіндикатора. Ця екологічна група є зручною як досить "універсальний" індикатор для наступного більш глибокого моніторингу й усунення негативних змін у гідросфері.

У проблемі охорони гідрофільних птахів можна виділити кілька важливих аспектів, що потребують обов'язкового вирішення. Перший аспект, екологічний, полягає в охороні безпосередньо самих птахів, підтримці їхньої чисельності на оптимальному рівні і являє собою частину загальної проблеми збереження водяних екосистем. У місцях масової концентрації (колоніальних гніздовій, линяння, зимівлі) роль птахів у прискоренні трансформації величезної біомаси гідробіонтів зростає. Взаємозв'язок птахів з визначеними типами водяних екосистем і конкретними місцями перебування еволюційно закріплена. Завдання полягає в максимальному збереженні цієї раціональної мережі. За даним напрямком працюють відділи Регіонального Ландшафтного Парку "Меотида", який охоплює території Кривої та Білосарайської кіс Азовського моря. Саме Крива коса являє собою місце масової концентрації колоніальних гідрофільних птахів і в цьому регіоні було зроблено дану роботу.

Другий аспект, ресурсний, полягає в збереженні гідрофільних птахів як коштовного природного ресурсу, який відновлюється і широко використовується. Річ у тім, що гідрофільні птахи служать додатковим джерелом харчування людей і являють собою один з улюблених і популярних об'єктів спортивного аматорського полювання.

Третій аспект, соціально-економічний, полягає в розробці і пошуку форм керування і комплексного використання коштовних водно-болотних місцеперебувань гідрофільних птахів. Це найменш розроблене і найбільш складне питання.

Четвертий аспект, естетико-виховний, полягає у формуванні сучасного екологічного мислення людей. Адже гідрофільні птахи є об'єктом естетичного, психологічного й екологічного виховання людей, сприяють формуванню світогляду відповідно до сучасного рівня знань про біосферу в цілому. Головна мета екологічних освіти і виховання, на наш погляд, складається в розвитку екологічної культури школярів, що спрямований на гармонізацію відносин з навколишнім середовищем. Організація природоохоронної роботи в школі передбачає сполучення теоретичної підготовки учнів з біології з практичною діяльністю. Теоретичні знання про основи екології учні одержують при вивченні біологічних дисциплін. Вони служать базою для

розвитку уявлень про цілісність природи, поняття про людину як екологічний фактор, його вплив на чисельність і видовий склад тварин, зокрема птахів.

Важливе місце в екологічному вихованні займає позакласна робота. Вона надає дітям можливість ширше ознайомитися з конкретними видами птахів, умовами їхнього перебування, вести спостереження в природі, вивчати екологічну ситуацію у своєму районі і головне – придбати навички поведінки в природному середовищі.

*Thalasseus sandvicensis* ніколи не був об'єктом спеціального педагогічного дослідження. Існує кілька факторів, які роблять легким візуальне спостереження за рябодзьобим крячком. Річ у тім, що в даному регіоні *Thalasseus sandvicensis* є фоновим видом та створює колонії, дивовижні за красою та чисельністю. Птахи спокійно сприймають наявність спостерігачів на відносно близькій відстані від гнізд. Строки гніздування крячка, що припадають на червень-липень, роблять спостереження для школярів оптимально зручними, які співпадають з літніми канікулами і не потребують відлучення від навчального процесу.

У 2005 р. перші особини рябодзьобого крячка на території стрілки Кривої коси з'явилися 6 травня. Загальна кількість пар на початку червня за даними абсолютного обліку становила 12,5 тисяч. 19 червня внаслідок сильного шторму більшість гнізд було зруйновано та величезну колонію майже знищено. На 21 липня налічувалося лише 1308 гнізд, тобто чисельність зменшилась майже в десять разів!

На початку липня рябодзьобий крячок утворив 5 колоній, розташованих недалеко одна від одної. Дані, отримані 17 липня 2005 р., можна відобразити таблицею 1.

Таблиця 1

Розподіл чисельності гнізд по колоніях

№ колонії	Площа колонії, м <sup>2</sup>	Кількість гнізд					Щільність розташування гнізд, гнізд/м <sup>2</sup>
		загальна	з 1 яйцем	з 2 яйцями	з 3 яйцями	спільних з річковим крячком	
1	54	120	115 (95,8%)	5 (4,2%)	-	-	2,2
2	99	206	117 (85,9%)	28 (13,6%)	1 (0,5%)	-	2,1
3	100	577	467 (81%)	108 (18,7%)	-	2 (0,3%)	5,8
4	42	117	81 (69,2%)	31 (30,8%)	-	-	2,8
5	72	288	228 (79,2%)	60 (20,8%)	-	-	4

Виходячи з даних таблиці, середня частота зустрічальності гнізд з одним яйцем становить 82,58%, з двома яйцями – 17,62%, з трьома яйцями – 0,1%, спільних з річковим крячком – 0,06%. Розташування гнізд щільне, середня щільність становить 3,38 гнізд/м<sup>2</sup>. Для дослідження було обрано пробну площадку (3 x 3 м) на території колонії № 4. Кількість гнізд становила 20. В період з 18 липня по 27 липня були отримані наступні дані (рис. 1).

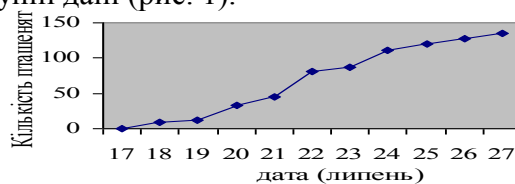


Рис. 1. Динаміка вилуплення.

## О ЗАРАЖЕННОСТИ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ ГРЕГАРИНАМИ

Н.А. Алексеенко, А.Д. Штирц  
Донецкий национальный университет

Панцирные клещи или орибатиды являются важным и неотъемлемым компонентом зооценозов. Это одна из наиболее многочисленных и разнообразных групп почвенных членистоногих. Они занимают одно из ведущих мест среди почвообразователей, принимая активное участие в переработке растительных веществ в наземных биогеоценозах, особенно подстилки и грибного мицелия. Орибатиды обитают в почве, травянистой подстилке, гниющей древесине, на коре деревьев, во мхах, гнездах птиц и норах млекопитающих. Питаются орибатиды разлагающимися растительными остатками, спорами и гифами грибов, водорослями и другими органическими веществами. Среди клещей-орибатид встречаются копрофаги, которые могут принимать участие, как промежуточные хозяева, в цикле развития ленточных червей, паразитирующих в теле диких и домашних животных (Панцирные клещи ..., 1995).

В последнее время появились сведения о том, что орибатиды являются не только переносчиками паразитов, но и постоянными хозяевами некоторых из них.

Тип Aricomplexa, класс Sporozoa объединяет более 4000 видов простейших. Абсолютное большинство споровиков являются облигатными паразитами, освоившими в качестве хозяев представителей практически всех ныне существующих групп Metazoa. Наибольший интерес представляет отряд Gregarinida, который является одним из наименее изученных (Шарова, 1999).

Все грегарины – паразиты беспозвоночных и низших хордовых животных, роль в патогенезе хозяев для многих из них не установлена. Они паразитируют в полости тела и ряде других внутренних органов хозяев, демонстрируя одно из направлений в эволюции споровиков, связанное с переходом к внекишечному паразитированию. Жизненный цикл большинства грегарин характеризуется отсутствием бесполого размножения – шизогонии и включает только половой процесс и спорогонию. В строении грегарин тесно переплетаются признаки, свойственные всем споровикам, с признаками глубокой специализации (Фролов, 1991).

Целью нашей работы являлось изучение степени зараженности грегаринами панцирных клещей-орибатид. Материал для исследований был любезно предоставлен А.Д. Штирцем, И.И. Богатиковым, Н.Н. Тулиной.

Нами исследовался материал, собранный 23.05.2003 г. на трех участках степной растительности, моделирующих растительность заповедников "Провальская степь", "Стрельцовская степь", "Хомутовская степь", созданных на территории Донецкого ботанического сада НАН Украины. Видовой состав, численность и основные экологические характеристики структуры населения орибатид приводятся в работе А.Д. Штирца, И.И. Богатикова (2005).

Из 555 экземпляров панцирных клещей, относящихся к 41 виду, оказалось зараженными грегаринами 30 экземпляров четырех видов: *Zygoribatula exarata* Berlese, *Punctoribates minimus* Shaldybina, *Oribatula angustolamellata* Iordansky и *Galumna lanceata* Oudemans (рис. 1–4).

Степень зараженности варьирует в широких пределах, от 1 паразита до нескольких десятков. Следует отметить, что хозяевами грегариин являлись не только взрослые клещи, но и их нимфы.

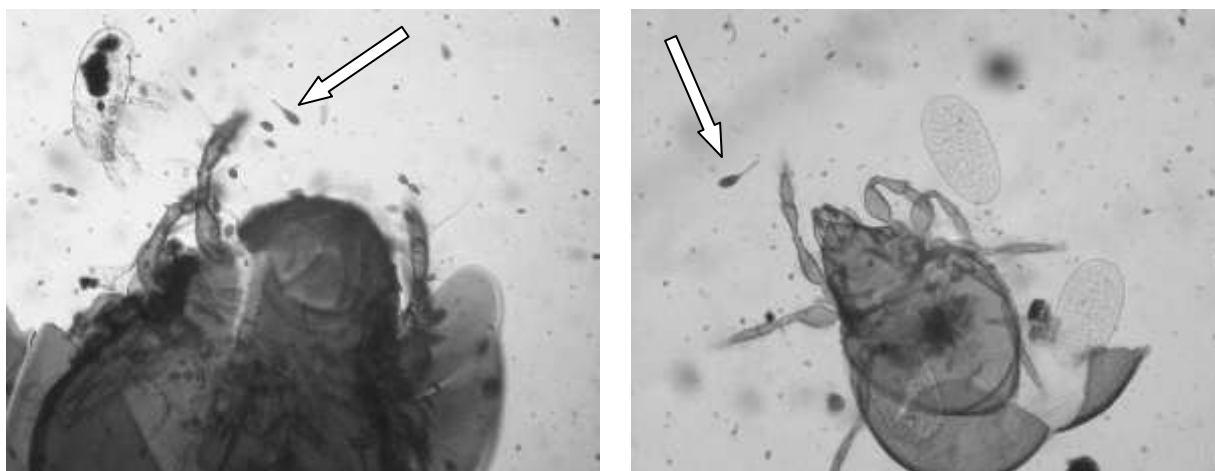


Рис. 1–2. *Galumna lanceata* и *Oribatula angustolamellata*, зараженные грегаринами (увеличение 150 x).

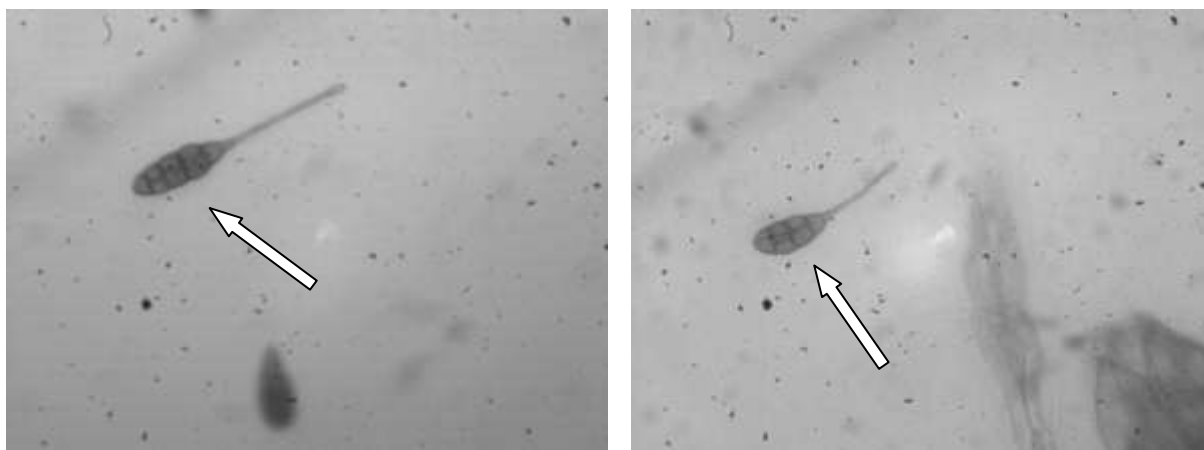


Рис. 3–4. Грегарины из тела панцирных клещей (увеличение 600 x).

Фотографии сделаны с помощью цифровой камеры для микроскопа Konus 5829.

В дальнейшем нами планируется проведение исследований по зараженности клещей микроспоридиями. Тип микроспоридии (описано около 1000 видов) состоит исключительно из внутриклеточных паразитов, характеризующихся наличием одноклеточных спор со стрекательной нитью. Большинство микроспоридий – паразиты членистоногих и других беспозвоночных. Нередко микроспоридии вызывают серьезные болезни своих хозяев, которые обычно завершаются их гибелью. Размеры микроспоридий на всех стадиях жизненного цикла малы (от 1–2 до 12–16 мкм), что затрудняет их исследования (Догель, 1981; Щербак, Царичкова, Вербес, 1995).

Следует отметить, что в литературе данный вопрос практически не рассматривался, и наши исследования являются "первым шагом" в раскрытии данной проблемы.

## К ФАУНЕ И ЭКОЛОГИИ МОШЕК ЛУГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.С. Букаева, М.В.Рева  
Донецкий национальный университет

Мошки принадлежат к отряду Diptera сем. Simuliidae. Роль мошек в природе неоднозначна. Личинки мошек имеют полезное значение. Они являются фильтраторами воды и принимают участие в процессах биологического самоочищения водотоков. Кроме того, личинки мошек являются компонентом трофических цепей гидробиоценозов и пищей некоторым гидробионтам (например, рыбам). Однако самки видов являются кровососами человека и животных, переносчиками возбудителей заболеваний. Они могут быть специфическими переносчиками возбудителей таких заболеваний, как онхоцеркоз домашних животных (Ковбан, 1967; Савустьяненко, 1991), домашних птиц (Слуценко, 1961) и ряда заболеваний человека (например, онхоцеркоз человека). Кроме того, мошки механически переносят возбудителей туляремии, сибирской язвы, а также могут передавать сап, проказу, чуму (Виноградов, 1972).

Именно поэтому они имеют весьма важное медико-ветеринарное значение, которое требует неотложной разработки экологически чистых эффективных мер борьбы с ними.

Разработка защитно-истребительских мероприятий против кровососущих мошек в конкретной ландшафтно-климатической зоне возможна лишь при знании их фауны, биологии, экологии и возможных регуляторов численности мошек. Для этого необходимо чёткое изучение диагностических признаков и умение различать виды.

Целью нашей работы было исследование фаунистического состава водных фаз мошек и особенностей их биологии в условиях Луганской области.

Сведения по фауне и особенностям экологии мошек Луганской области весьма фрагментарны; более обстоятельная работа по данному вопросу – это "Фауна и места размножения мошек Ворошиловградской области" (Шевченко, 1975), "Мошки юго-востока Украины" (Семущин, 1982).

Нами проведены исследования в Антрацитовском районе Луганской области. Были обследованы: р. Миус, р. Миусик, р. Малая Крепенка, р. Верхний Нагольчик, р. Мечетная, 4 ручья и стоки шахтных вод в районе г. Красный Луч; Новоайдарский район: р. Айдар, р. Северский Донец (пригород г. Счастье). Сборы проводили в летне-осенний период 2005 г. и зимний период 2006 г. Нами было собрано 68 проб личинок и куколок мошек. Количественный учёт показал, что это составляет около 2115 личинок разных возрастов и 390 куколок. При сборах и обработке материала нами использована методика И.А. Рубцова (1956) и З.В. Усовой (1961).

Как показывает анализ литературных данных, на территории Луганской области обнаружено 46 видов, 4 подвида из 11 родов (Семущин, 1981).

В наших пробах было выявлено 4 вида, относящихся к 3-м родам: *Odagmia ornata*, *Wilhelmia mediterranea*, *Wilhelmia balcanica* и *Agrentisimullium noelleri*.

Наиболее массовые – *Wilhelmia mediterranea* (40%), *Odagmia ornata* (55%), которые и являются злостными кровососами.

*Odagmia ornata* (украшенная мошка) – этот вид широко распространён; личинки и куколки были найдены на камнях, листьях. Вид выдерживает перепады температуры воды в водоёме (3–35°C), скорость течения в пределах от 0,1 до 1,5 м/с значительные загрязнения. В году развивается 3–4 генерации. Зимуют личинки, которые

отрождаются в октябре при температуре 8–14°C, на глубине 20 см и более. Окукливание происходит в конце марта и длится до начала мая при температуре воды 8–12°C. Этот вид зарегистрирован как кровосос. Места обнаружения: все исследуемые водоёмы.

*Wilhelmia mediterranea* (средиземноморская мошка) – это многочисленный вид, развивающийся на протяжении всего времени в большом количестве, распространён в речках и ручьях. Личинки и куколки заселяют узколиственную водную растительность, встречаются на камнях и различных предметах, находящихся в воде. Вода может быть различной степени мутности, оптимальная температура воды составляет 20–24°C, скорость течения воды в водотоках до 1 м/с. Развивается до 3-х генераций в году. Зимуют личинки. Их отрождение наблюдается в конце сентября – октябре и начале ноября при температуре воды 8–14°C. Окукливание личинок начинается в марте и продолжается до начала мая. Вылет имаго растянут и отмечается от начала апреля до середины мая. Это вид – кровосос, нападает на человека и животных.

*Wilhelmia balcanica* – встречается в единичных экземплярах. Развивается в ручьях и малых реках на глубине до 0,7–1 м. Личинки отрождаются в октябре-ноябре при температуре воды 5–9°C. Окукливание личинок и вылет имаго начинается в марте при температуре воды 9–16°C. Этот вид зарегистрирован как кровосос. На исследуемой нами территории этот вид встречается в одной точке сбора.

*Agrentisimullium noelleri* (светлолобая мошка) – населяет небольшие и средние реки и ручьи. На исследуемой нами территории этот вид встречается в одной точке сбора (ручей № 2). Температура воды в ручье от 4 до 20°C, скорость течения воды более 1 м/с. По литературным данным, этот вид на территории Луганской области ранее не был обнаружен.

Наряду с изучением видового состава нас заинтересовал вопрос о влиянии экологических условий на численность обнаруженных видов. С этой целью нами были взяты пробы воды из нескольких водотоков (р. Миус, р. Миусик, р. Малая Крепенка, р. Нагольная, р. Лугань и из ручьёв).

Химический анализ показал высокую загрязнённость воды в ручьях хлоридами (180–200 мг/л), сульфатами (405–590 мг/л), шахтной пылью, маслами, бытовыми загрязнениями (пестициды, моющие средства). Однако численность личиночных фаз высока. Река Лугань загрязнена настолько, что личинки встречаются в единичном количестве. Вода в реках Северский Донец и Миус тоже не отвечает требованиям предельно допустимых концентраций сульфатов, нитратов, железа, хрома, меди, фенола.

В наше время много внимания уделяется изучению паразитов мошек как естественных регуляторов численности (Маслодудова, 2002, 2003).

Судя из собственных наблюдений и по литературным данным, можно сказать, что отдельные фазы развития мошек значительно поражены паразитами. Нами наблюдался высокий уровень зараженности личинок и куколок мошек микроспоридиями во всех точках сбора. В шахтных водах, в ручьях и р. Малая Крепенка мы наблюдали случаи 95–100%-го заражения популяции симулиид микроспоридиями. По литературным данным, микроспоридии – это перспективный биологический метод борьбы с мошками (Фролов, 1975; Павличенко, 1977; Пушкарь, 1977, 1980).

Нашей дальнейшей задачей является расширение исследуемой территории, выявление видового состава мошек Луганской области и сопредельных территорий, изучение химического состава воды из различных точек сбора материалов и выяснения влияния различных загрязнителей на качественный и количественный состав симулиид.



## ИЗУЧЕНИЕ АРАНЕОФАУНЫ ВЕЛИКОНАДОЛЬСКОГО ЛЕСА

Ю.А. Галкин

Донецкий национальный университет

Пауки (Aranei) наряду с фалангами, скорпионами, ложноскорпионами, сенокосцами и клещами относятся к классу паукообразных животных (Arachnida) и составляют один из наиболее обширных отрядов этого класса. К настоящему времени известно более 35000 видов пауков (Platnick, 2002), и число их ежегодно пополняется 200–250 видами. Широкое географическое распространение, разнообразие жизненных форм, высокая численность и очень сложное поведение пауков привлекают интерес исследователей к этой своеобразной группе животных.

Несмотря на высокую степень изученности аранеофауны юго-востока Украины (Прокопенко, 2001), имеется только одна работа, посвященная паукам Великонадольского леса (Галкин, Прокопенко, 2004). Отметим, что мониторинг видового состава и структуры населения пауков искусственных лесных массивов представляет значительный интерес в связи с тем, что лесоустроительная деятельность ведет к формированию среди зонального степного ландшафта новых ценозов, отличных как от окружающих безлесных территорий, так и от естественных лесов региона.

Великонадольский лес представляет собой искусственный лесной массив. Его история началась с 1843 года, когда поручик лесничих В.Е. Графф высеял небольшое количество семян различных видов деревьев. Затем его труд продолжил А.Г. Барк. Впоследствии лес выращивали и другие лесничие, которые также внесли свой вклад в становление леса.

Великонадольский лес протянулся широкой полосой с северо-запада на юго-восток между селом Благодатным и городом Волновахой. Восточной границей он примыкает непосредственно к железной дороге Донецк – Мариуполь. Располагается массив на Приазовской возвышенности, занимая пологие, почти ровные склоны и верховья неглубокой балки Кашлагач.

Материалом для данной работы послужили экспедиционные исследования автора, проводившиеся в Великонадольском лесу. Кроме того, были проанализированы данные, полученные от Н.Ю. Полчаниновой (ХНУ) и Е.В. Прокопенко (ДонНУ). При сборе материала использовались общепринятые методики, применяемые при эколого-фаунистических исследованиях:

1) кошение энтомологическим сачком (1 проба – 100 взмахов) по 5 проб в биотопе;

2) сбор ловушками Барбера – стаканы диаметром 8 см и высотой 10 см, вкопанные в землю в одну линию на расстоянии 1 м друг от друга и наполненные на 1/3 1% раствором формалина. Ловушки выставлялись по 20 штук в одном биотопе с 7-дневной экспозицией;

3) ручной сбор во всех биотопах (разбор завалов деревьев, поиск в убежищах под корой, камнями).

Материал фиксировали в 75% спирте и затем определяли в лабораторных условиях. Основные сборы были проведены в двух биотопах – под пологом леса и на берегу водоема.

На настоящее время в Великоанадольском лесу обитает не менее 102 видов пауков, входящих в состав 20 семейств.

Наибольшим числом видов в хортобии характеризуются следующие семейства: Linyphiidae (23 вида – 40% аранеофауны), Theridiidae (11 видов – 25%), Araneidae (11 видов – 40%). В герпетобии преобладают Lycosidae (9 видов – 30%), Thomisidae (6 видов – 10%), Salticidae (7 видов – 25%).

Среди исследованных биотопов наибольшим числом видов пауков характеризуется берег водоема – 30 видов из 13 семейств, под пологом леса было отмечено несколько меньшее их число – 27 видов из 14 семейств.

Основу фауны пауков Великоанадольского леса составляют мезофильные виды. Причем, пауки-волки *Pardosa prativaga*, *P. agrestis*, *Pirata piscatorius* были отмечены только в лесу, а *Trochosa ruricola*, *Mangora acalypha*, *Xysticus cristatus* – только на берегу водоема. Следующие виды были отмечены во всех исследованных биотопах: *Meta segmentata*, *Araneus diadematus*, *Trochosa terricola*, *Harpactea rubicunda*, *Pisaura mirabilis*.

Что касается спектра доминантов, то в герпетобии под пологом леса наиболее многочисленными были *Pardosa lugubris* – 13,8% населения пауков и *Trochosa terricola* – 13,0%. В кронах деревьев и кустарников преобладал *Araneus diadematus* – 26,0%.

На берегу водоема спектр доминирующих видов полностью меняется. Эудоминантами в хортобии являются: *Meta segmentata* – 16,0% населения пауков, *Linyphia triangularis* – 18,0%, *Xysticus cristatus* – 11,0% (хортобий).

В весенне-летний период под пологом леса в герпетобии преобладающим семейством является *Lycosidae* – 67,0% населения пауков. Осенью в хортобии доминируют *Araneidae* – 31%. Эудоминантом высупал *Pardosa lugubris* – 13,8%, доминантом – *Lepthyphantes flavipes* – 8%, субдоминантом – *Misumena vatia* – 4%, к рецедентам можно отнести *Heliophanus cupreus* – 2%, *Enoplognatha ovata* – 1%, а субрецедентами являются *Pisaura mirabilis* – 0,75%, *Agynera rurensis* – 0,3%, *Cheiracanthium elegans* – 0,2%. Динамическая плотность пауков герпетобия достигает 30 экземпляров на 20 ловушко-суток. Эудоминантами в герпетобии выступают *Trochosa terricola* – 14,8%, *Pardosa lugubris* – 13,8%. В группу доминантов входят *Harpactea rubicunda*, *Clubiona neglecta*. Эудоминантами в хортобии являются *Araneus diadematus* – 31,0% и *Lyniphia triangularis* – 20%. К доминантам можно отнести *Meta segmentata* – 8,0%. Индексы Шеннона и Пиелу в герпетобии равны соответственно 2,14 и 1,95, а в хортобии – 1,27 и 0,79.

Динамическая плотность пауков герпетобия на берегу водоема составляет до 50 экземпляров на 20 ловушко-суток. Здесь эудоминантами являются *Pardosa sp.* – 32,0% и *Trochosa terricola* – 13,0%. В группу доминантов входят *Trochosa ruricola* – 5,2% и *Alopecosa sp.* – 5,0%. Индексы Шеннона и Пиелу в герпетобии равны соответственно 1,61 и 2,32, а в хортобии – 0,97 и 0,88.

Приведенные данные представляют собой начальный этап изучения фауны и структуры населения пауков Великоанадольского леса и нуждаются в существенном дополнении.

## МОШКИ МАЛИХ РІК ТА СТРУМКІВ ПІВДЕННОГО СХОДУ УКРАЇНИ

Є.П. Гузенко, М.В.Рева, Р.Д.Семушин  
Донецький національний університет

Видовий склад мошок малих рік та струмків Південного Сходу України, складає такі види, як:

*Wilhelmia mediterranea*  
*Wilhelmia equina*  
*Wilhelmia salopiensis*  
*Wilhelmia balcanica*  
*Nevermannia latigonium*  
*Nevermannia angustitarse*  
*Eusimulium aureum*  
*Eusimulium securiforme*  
*Odagmia ornata*  
*Argentisimulium noellery*  
*Argentisimulium behningi*

Взагалі більшість комах є кровососами людини та свійських тварин. Всі кровосисні комахи є неспецифічними та специфічними переносниками ряду інфекційних захворювань (онхоцеркозу рогатої худоби та ряду небезпечних захворювань свійських птахів: курей, гусей, вуток та інших).

На відміну від інших комах, наприклад, малярійних комарів, мошки вивчені недостатньо. Слід відмітити, що до недавнього часу при описуванні видів симуліїд були не з'ясовані видові критерії та видова діагностика. Знання фауни та біології мошок дає змогу правильно встановити видовий склад та розробити профілактичні засоби.

В процесі розвитку передімагінальних фаз мошок під впливом факторів середовища, хижаків і паразитів спостерігаються зміни їх чисельності.

Найбільш складні коливання чисельності характерні для полівольтинних видів, наприклад, *O. ornata*. Личинки зимуючої генерації відроджуються у вересні – жовтні. Їхня чисельність досягає 800–1000 шт./дм<sup>2</sup>. У грудні їх кількість зменшується вдвічі (100–500 шт./дм<sup>2</sup>). Наприкінці березня перед початком залялькування щільність личинок коливається від 50 до 120–160 шт./дм<sup>2</sup>.

Личинки гинуть, в основному, під час повені, сильних злив, зимових відлиг та інших явищ, що супроводжуються значними коливаннями рівня швидкості течії, змінами температури та замуленості води.

Щільність лялечок зимової генерації звичайно складає 4–12% від загальної чисельності личинок, що відродились восени.

На початку травня відроджуються личинки першої літньої генерації *O. ornata*. Їх щільність збільшується на протязі перших тижнів і досягає 300–500 шт./дм<sup>2</sup>. В наступні 2–3 тижні щільність личинок скорочується до 50–80 шт./дм<sup>2</sup>. Щільність лялечок цієї генерації 40–70 шт./дм<sup>2</sup>, що складає 12–17% від числа личинок.

В кінці червня – на початку липня відроджуються личинки другої літньої генерації.

Їх щільність досягає 500–700 шт./дм<sup>2</sup>. В наступні 2–3 тижні щільність личинок знижується до 180–230 шт./дм<sup>2</sup>, внаслідок зміни умов середовища та впливу

біологічних факторів. У цей період у струмках постійно з'являються личинки молодшого віку цього ж покоління. Вони відроджуються із яйцекладок, відкладених у різний час і на різних гонотрофічних циклах, поповнюючи цим природне зменшення кількості личинок.

Внаслідок цього значного зниження щільності личинок цієї генерації не спостерігається. На початку серпня чисельність личинок знов збільшується до 300–500 шт./дм<sup>2</sup> за рахунок масового відродження личинок третьої літньої генерації. Висока щільність личинок утримується весь серпень, але у вересні знижується до 200 шт./дм<sup>2</sup>. Чисельність лялечок цієї генерації досягає 120–160 шт./дм<sup>2</sup>.

Такі ж зміни чисельності водних фаз характерні для *N. latigonium*, *N. angustitarse*, *B. erythrocephala*. Ці види розвиваються нерідко разом з *O. ornata* і мають таку ж кількість поколінь.

Інший характер зміни чисельності спостерігається у *A. noellery* та *W. mediterranea*, що розвиваються в струмках, які витікають із ставків. Кількість зимуючих личинок досягає в період відродження 1500–2000 шт./дм<sup>2</sup>.

В період залялькування, щільність личинок зменшується (130–250 шт./дм<sup>2</sup>), досягає лише 9–12% від загальної кількості личинок. У травні відроджуються личинки першої літньої генерації, які закінчують розвиток у червні. З серпня до вересня в таких струмках спостерігається постійна присутність личинок і лялечок різних генерацій. Таким чином, визначити їх природне зменшення майже неможливо.

Личинки мошок здатні до міграцій. Міграції бувають активними і пасивними. Причиною міграцій є будь-які значні коливання факторів середовища: коливання рівня води, швидкості і замуленості води.

Личинки родів *Nevermannia*, *Wilhelmia*, *Odagmia*, що розвиваються в малих річках і струмках, інтенсивно мігрують в період їхнього висихання. При цьому вони скупчуються на невеликих перекатах, на ділянках звуження русла, де відзначається найбільша швидкість течії. Дальність міграцій досягає від 50 м до 1–2 км.

Знання характеру зимівлі мошок має велике практичне значення. Серед мошок Південного Сходу України – мешканців малих річок та струмків, більшість видів (9) зимують у фазі личинки, 2 види – *E. aureum*, *E. securiforme* – у фазі яйця і два види – *A. noellery*, *A. behningi* – можуть зимувати або в фазі яйця, або в фазі личинки. Фактори, що визначають характер зимівлі, до теперішнього часу залишаються невідомими; ймовірно, це пов'язано із циклічними змінами погоди.

Личинки мошок завдяки здатності до фільтрації, можуть приймати участь в очищенні водотоків. Личинок *N. angustitarse*, *N. latigonium*, *O. ornata*, *W. mediterranea*, знаходили в струмках, забруднених каналізаційними стоками. Наші спостереження свідчать про активну участь личинок мошок у процесі самоочищення водотоків.

## ЧИСЛЕННОСТЬ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ШЛАКОВОГО ОТВАЛА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА Г. ЕНАКИЕВО ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

С.С. Кравцов, Н.Н. Ярошенко  
Донецкий национальный университет

Известно, что почвенные беспозвоночные животные являются неотъемлемым компонентом открытых послепромышленных биоценозов, где они играют важную роль в круговороте веществ. Многие почвенные беспозвоночные животные реагируют на загрязнение почвы твердыми промышленными отходами и являются биоиндикаторами. Для почвенных животных участвующих в процессах почвообразования особенно опасны соединения входящие в состав промышленной пыли: сернистый ангидрид, окислы азота и соединения фтора. Такая пыль, оседая на поверхности почвы и растениях, с дождевыми осадками проникает в почву, что ведет к нарушению водного режима и переосушению, а также засолению почвы. Загрязнение среды промышленными выбросами действует на почвенных животных не непосредственно, а косвенно, разрушая их местообитания, трофические связи, оказывая влияние на видовой состав и численность.

Материал был собран в сентябре, октябре и ноябре 2005 г. на 3-х стационарных участках шлакового отвала металлургического завода г. Енакиево (вершина, склон, основание) и на стационарном степном участке. Пробы, объемом 250 см<sup>3</sup>, брали в 10-тикратной повторности. Сбор и обработку материала проводили по общепринятым методикам Е.М. Булановой-Захваткиной (1967), Н.Н. Ярошенко (1999). Индексы доминирования по обилию и среднюю плотность населения определяли по методикам В.Н. Беклемишева (1961) и К.К. Фасулати (1971).

На платообразной вершине шлакового отвала произрастает сорно-рудеральная растительность, с примесью петрофитов. Здесь из 30 проб собрано 426 экз. почвообитателей, средняя плотность населения которых составила 5680 экз./м<sup>2</sup>. Среди них доминирующее положение принадлежит панцирным клещам – 56,10% (239 экз.; плотность – 3188 экз./м<sup>2</sup>). Их численность была максимальной в ноябре (138 экз. – 53,70%; 5520 экз./м<sup>2</sup>), минимальной – в сентябре (16 экз. – 34,78%; плотность – 640 м<sup>2</sup>). Остальные группы почвообитателей составили 43,90% (187 экз., плотность – 2494 экз./м<sup>2</sup>). Численность других почвообитателей была максимальной в ноябре (119 экз. – 46,30%), минимальной – в сентябре (30 экз. – 65,22%). К доминирующим группам отнесены: гамазовые клещи (29 экз. – 15,51%), коллемболы (43 экз. – 22,99%), тли (13 экз. – 6,95%), личинки насекомых (15 экз. – 8,02%) и многочисленная сборная группа акариформных клещей (67 экз. – 35,83%). Часто встречались почвенные нематоды, трипсы и муравьи. Остальные представители почвенной фауны (красотелковые, акароидные клещи и жуки) были немногочисленны. Следует отметить, что численность панцирных клещей и других групп членистоногих постепенно увеличивается к концу осени (ноябрь), что, очевидно, связано с биологическими циклами доминирующих групп почвенных беспозвоночных (панцирные и гамазовые клещи, коллемболы).

На южном склоне отвала было собрано в 1,4 раза больше почвообитателей, чем на вершине (587 экз.). Из них панцирных клещей – 278 экз. (49,06%), средняя плотность – 3840 экз./м<sup>2</sup>; других почвообитателей – 299 экз. (50,94%), плотность – 11960 экз./м<sup>2</sup>. Максимум численности орибатид отмечен в октябре – 187 экз. (64,93%), плотность –

7480 экз./м<sup>2</sup>, минимум – в сентябре – 20 экз. (54,05%), плотность – 800 экз./м<sup>2</sup>. Численность других обитателей была минимальной в сентябре – 17 экз. (45,95%), плотность – 680 экз./м<sup>2</sup>, максимальной – в ноябре – 181 экз. (69,08%), плотность – 7240 экз./м<sup>2</sup>. Доминировали гамазовые клещи – 10,03% (30 экз.), коллемболы – 56,52% (169 экз.) и сборная группа акариформных клещей – 28,43% (85 экз.). Остальные педобионты (краснотелковые клещи, почвенные нематоды, многоножки, двухвостки, трипсы) обнаружены в единичных экземплярах.

У основания отвала собрано минимальное количество почвенных беспозвоночных среди всех исследуемых стационаров – 346 экз., средняя плотность населения составила 4660 экз./м<sup>2</sup>. Из них панцирные клещи составили 30,14% (104 экз.), плотность – 1400 экз./м<sup>2</sup>, другие группы почвообитателей – 69,86% (241 экз.), плотность – 7760 экз./м<sup>2</sup>. Максимум численности панцирных клещей отмечен в октябре – 51 экз. (45,95%), плотность – 2040 экз./м<sup>2</sup>, минимум – в сентябре – 10 экз. (12,66%), плотность – 400 экз./м<sup>2</sup>. Других почвообитателей максимальное количество зарегистрировано в ноябре – 112 экз. (71,79%), плотность – 4480 экз./м<sup>2</sup>, минимальное – в октябре – 60 экз. (54,05%), плотность – 2400 экз./м<sup>2</sup>. Среди других почвообитателей преобладали: сборная группа акариформных клещей, гамазовые клещи – по 27,80% (по 67 экз.) и тли – 25,31% (61 экз.), коллемболы отнесены к часто встречаемым – 4,98%. Невысокая численность почвообитателей у основания отвала свидетельствует о неблагоприятных эдафических условиях, т.к. ливневые воды смывают токсичные вещества с вершины и склона шлакового отвала.

На степном участке, расположенном на расстоянии 50 м от основания отвала, преобладает петрофитная растительность (типчак, тонконог, чабрец и др.). На этом стационарном участке было собрано минимальное количество панцирных клещей – 94 экз. (10,63% от общего количества почвообитателей). Максимум панцирных клещей отмечен в ноябре – 51 экз. (11,64%), средняя плотность населения – 2040 экз./м<sup>2</sup>, минимум – в сентябре – всего 6 экз. (13,04%), плотность – 240 экз./м<sup>2</sup>. Других почвообитателей на данном участке было собрано максимальное количество среди всех исследуемых биотопов – 790 экз. (89,34%), плотность – 10532 экз./м<sup>2</sup>. Общая численность почвообитателей составила 884 экз., плотность – 11800 экз./м<sup>2</sup>, что в 1,5–2,5 раза больше, чем на шлакоотвале. Таким образом, на естественном петрофитном степном участке общая численность обитателей почвы выше, по сравнению со стационарными участками шлакового отвала.

Всего в исследуемых биотопах за 3 месяца исследований было собрано 2243 экз. обитателей почвы со средней плотностью населения 7476 экз./м<sup>2</sup>. Из них панцирные клещи составили 32,37% (726 экз.), плотность – 2420 экз./м<sup>2</sup>, другие почвообитатели – 67,63% (1517 экз.), плотность – 5056 экз./м<sup>2</sup>. Определено 39 видов панцирных клещей, относящихся к 27 родам и 21 семейству. Доминировали 5 видов: *Tectocephus velatus* Mich., *Scutovertex minutus* (Koch), *Zygoribatula frisiae* (Oudms.), *Schelorbates latipes* (Koch), *Ceratozetes gracilis* (Mich.) (Ярошенко, Кравцов, 2005). Среди других почвообитателей преобладали акароидные клещи – 6,66% (101 экз.), которые были наиболее многочисленны на степном участке в октябре; гамазовые клещи – 19,31% (293 экз.) и коллемболы – 29,73% (451 экз.), которые также были многочисленны на степном участке.

Подводя итог, следует отметить, что пионерными группами в заселении старых промышленных отвалов являются панцирные, гамазовые клещи и коллемболы, которые способствуют гумификации почвы, её оздоровлению, восстановлению зооценоза и сукцессионным процессам в эдафоне.

## ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОРНІТОЛОГІЧНОГО ТУРИЗМУ В ДОЛИНІ РІЧКИ ВОРСКЛИ

О.А. Недоцюк, О.Ю. Скляр, А.Н. Некош  
Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна

Одним з найбільших пріоритетів кожної країни є розвиток туризму. Це не лише значне джерело доходів, а й вид діяльності, що створює позитивний імідж держави.

Під екологічним туризмом розуміються відповідні подорожі в незаймані й унікальні куточки дикої природи, які передбачають їх вивчення, сприяють збереженню екосистем і підтримують благополуччя місцевого населення. Традиційними видами екологічного туризму є пішохідні подорожі, пізнавальні екскурсії, спостереження за об'єктами природи. Виділяється особлива категорія туристів, які цікавляться спостереженнями за птахами і формують особливу галузь екологічного туризму, так званий, орнітологічний туризм. Видове різноманіття птахів України становить половину всіх європейських видів. Її територія характеризується розмаїттям природних умов та ландшафтів, що є добрим підґрунтям для розвитку орнітологічного туризму.

Спостереження за птахами розглядається як один із найбільш перспективних видів екотуризму у долині р. Ворскли – лівої притоки Дніпра. Передумов для цього, на наш погляд, достатньо:

- Законом України "Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки", що затверджена 21.09.2000 р. № 1989-III, передбачається створення у долині р. Ворскли національного природного парку "Ворсклянсько-Тростянецький";

- територія розглядається як перспективна для створення разом з державним заповідником РФ "Белогор'є" міжнародного резервата;

- долиною річки проходить одна з гілок Дніпровського міграційного шляху птахів;

- значна частина водно-болотних угідь долини річки Ворскли є малодоступною і тому залишилася слабо трансформованою, тут склалися сприятливі умови для гніздування птахів.

Моніторинг біологічної розмаїтості є одним з найбільш результативних типів контролю за водно-болотними угіддями. Це пов'язано з тим, що біота, як складова частина екосистеми, досить швидко і прогнозовано реагує на зміни стану водойм. Завдяки цьому біологічний моніторинг дозволяє одержати уявлення про ці зміни швидко і з найменшими затратами. Менеджмент даної території має велике практичне значення в плані розробки заходів для збереження видової розмаїтості і вимагає ретельного вивчення та врахування усіх особливостей кожного окремого угіддя, що потребує спеціальних наукових розробок. Басейн р. Ворскли досліджується авторами щодо розмаїття орнітофауни. Встановлено, що тут зустрічаються види занесені до Червоної книги України: журавель сірий, скопа, сапсан, кулик-сорока, лелека чорний, лунь польовий та інші.

Для забезпечення оптимального використання території та розвитку орнітологічного туризму необхідним є створення спеціальної інфраструктури: це встановлення схованок для спостереження за птахами, оглядових веж-майданчиків, просвітницьких та агітаційних стендів, обладнання орнітологічних стежок, тощо.

Досліджувалась ділянка заплави річки Ворскли в межах гідрологічного заказника загальнодержавного значення "Бакирівського" – одного з найбільших болотних масивів лісостепової зони України, ядра майбутнього НПП "Ворсклянсько-Тростянецький" (рис. 1). В результаті розроблена методика визначення привабливості місцевості для розвитку орнітологічного туризму.

Методика основана на поділі території на зони і визначенні індексу орнітологічної привабливості для кожної з них. Зони охоплюють північну межу болотного масиву ділянки, що досліджувалася. Індекс орнітологічної привабливості (E) визначається за формулою:

$$E = V \cdot S \cdot T, \text{ де}$$

V – величина сектору огляду (змінюється від 0,1 до 1);

S – орнітологічна оцінка структури угідь (показник характеризується змінним діапазоном значень для різних угідь з урахуванням їх ландшафтних та орнітологічних характеристик);

T – транспортна доступність (показник змінюється від 0,1 до 1. Розраховувалась по відношенню до залізничної станції Бакирівка та зупиночної платформи Піонерська).

Для аналізу результатів авторами за допомогою геоінформаційних програм ArcView та MapInfo побудована електронна карта ділянки, на якій проводилися дослідження (рис 2). За величиною індексу E (змінюється від 0 до 1) для досліджуваної території визначено 4 рівні орнітологічної привабливості: дуже низький (0,1–0,15), низький (0,15–0,3), середній (0,3–0,45) та високий (0,45–0,6). На рис. 1 бачимо, що переважна кількість зон мають високий та середній рівні орнітологічної привабливості. Найбільшими значення індексу E характеризуються зони розташовані за 2,5 км на захід від с. Кам'янка (зони Д3 ( E = 0,42) та Е4 ( E = 0,41) та поблизу з.п. Піонерська (зони К8 ( E = 0,48) та К10 ( E = 0,48)).



Рис. 1

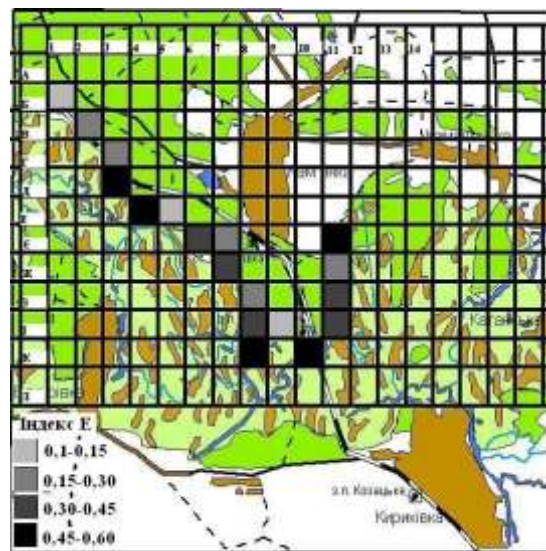


Рис. 2

Результати можуть бути використані при розробці комплексних програм розвитку регіонального екологічного туризму, планів екологічного менеджменту територій, підготовці спеціалістів, обґрунтуванні місць встановлення орнітологічних веж спостережень (прокладання екологічних стежок), що також сприятиме соціально-економічному розвитку місцевих громад, підвищенню екологічної свідомості, зростанню обізнаності громадськості щодо проблем охорони довкілля та залученні місцевого населення до збереження екологічно цінних територій.



## ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ КОЛЛЕМБОЛ МОДЕЛЬНЫХ СТЕПНЫХ УЧАСТКОВ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН УКРАИНЫ

Ю.Ю. Овчинникова, Е.В. Старостенко, А.Д. Штирц  
Донецкий национальный университет

В связи с остро стоящей проблемой охраны природы и сохранения биологического разнообразия в настоящее время актуальными являются исследования сообществ различных групп организмов в антропогенно трансформированных ландшафтах. Особое внимание уделяется исследованию последствий воздействия на экосистемы антропогенных факторов.

Наши исследования посвящены изучению фауны и экологии ногохвосток (*Collembola*) модельных степных участков Донецкого ботанического сада.

Ногохвостки – многочисленная группа из класса *Entognata*, насчитывающая несколько десятков тысяч видов. Коллемболы играют важную роль в биогеоценозах. Они принимают активное участие в гумусообразовательных процессах, в формировании микроструктуры почвы и распаде органического вещества. Эта группа беспозвоночных животных является удобным объектом биоиндикации, и в последнее время широко используется в качестве объекта почвенно-зоологического мониторинга.

Исследования сообществ коллембол проводили в мае 2003 года на территории Донецкого ботанического сада НАН Украины в искусственно созданных эталонах заповедных степей юго-восточной Украины. Создание искусственных степных фитоценозов проводилось на экспериментальных участках в экспозиции "Степи Донбасса" (площадь 8,5 га). Модельные степные участки создавались преимущественно посевом семян растений-доминантов с посадкой отдельных видов растений и дернин. Предварительно описывались эталоны – естественные степные целины, затем велись подготовки посадочного материала: дернины, рассады и семена (Кондратюк, Чуприна, 1992).

Нами исследованы следующие варианты искусственно созданных степных участков: некрасочная разнотравно-типчаково-ковыльная степь и надгигротический вариант красочной разнотравно-типчаково-ковыльной степи – эталон "Провальской степи" Луганского природного заповедника; гигротический и ксеротический варианты красочной разнотравно-типчаково-ковыльной степи – эталоны "Стрельцовой степи" Луганского природного заповедника и "Хомутовской степи" Украинского природного степного заповедника.

На каждом исследуемом участке отобрано по 10 почвенных проб (объёмом 250 см<sup>3</sup>), глубина пробы – 10 см. Извлечение коллембол из почвенных образцов проводили в лабораторных условиях с использованием воронок Тульгрена. Выгонка членистоногих осуществлялась в течение 7–10 суток в ёмкости с 70% спиртом. Выборка коллембол проводилась в камере Богорова с помощью бинокуляра МБС-2.

Определение проводили с использованием определительных таблиц А. Палисса (Palissa, 1964), Г. Гизина (Gisin, 1960), современных ключей, работ по ревизии и синонимизации отдельных видов коллембол: "Определитель коллембол фауны России и сопредельных стран: семейство Hypogasturidae" (1994); "Synopses on Palearctic Collembola. Volume2: Symphypleona" (Bretfed, 1999).

В результате проведенных исследований было обнаружено 15 видов коллембол, относящихся к 9 родам и 6 семействам. Наиболее богато по числу видов семейство Entomobryidae (6 видов). Семейства Onychiuridae, Isotomidae, Cyphoderidae, Neanuridae и Bourletiellidae представлены двумя видами. Наибольшим числом видов представлены рода *Entomobrya* (3 вида) и *Pseudosinella* (3 вида).

На модельном участке "Провальской степи" обнаружено 9 видов коллембол из 6 родов и 4 семейств. На участке "Стрельцовой степи" зарегистрировано 8 видов коллембол относящихся к 5 родам из 4 семейств. На участке "Хомутовской степи" обнаружено 5 видов из 5 родов и 4 семейств. Наиболее многочисленным на всех трёх исследуемых территориях было семейство Entomobryidae. Общими для этих участков являлись семейства Entomobryidae и Onychiuridae. Такое семейство как Bourletiellidae было отмечено только на участке "Провальской степи", а семейство Neanuridae – на участке "Стрельцовой степи".

Общими для всех исследованных участков являются виды *Entomobrya sp.* и *Pseudosinella octopunctata*, которые часто встречаются в природных степных сообществах юго-восточной Украины (Старостенко, 2004).

Виды *Fasciosminthurus strigatus*, *Fasciosminthurus albanicus* и *Entomobrya handschini* отмечены только на модельном участке "Провальской степи". Только на участке "Стрельцовой степи" отмечены *Pseudosinella imparipunctata*, *Isotoma sp.*, *Pseudachorutes sp.*, *Pseudachorutes parvulus*. Только на участке "Хомутовской степи" были обнаружены – *Crypthopygus thermophylla* и *Metaphorura affinis*.

Население коллембол модельных степных участков представлено 8 жизненными формами (по системе С.К. Стебаевой, 1970). Наиболее преобладают по числу видов верхнеподстилочные, атмобионтные и нижнеподстилочные биоморфы. На участке "Провальской степи" были обнаружены атмобионтные (22,2%), верхнеподстилочные (22,2%), подстильно-почвенные (11,1%), нижнеподстилочные (11,1%), верхнепочвенные (11,1%), а также синэкоморфные биоморфы (11,1%). На участке "Стрельцовой степи" выявлены верхнеподстилочные (25,0%), нижнеподстилочные (25%), верхнепочвенные (12,5%) и кортицикольная (12,5%) биоморфы. На участке "Хомутовской степи" – верхнеподстилочные (16,6%), нижнеподстилочные (33,3%), синэкоморфные (16,6%), а также глубокопочвенные биоморфы (16,6%).

Структура сообществ коллембол исследованных участков представлена 3 группами гигропреферендумов видов: ксерорезистентные, мезофильные и ксеро-мезофильные. Наиболее разнообразно представлена группа ксерорезистентных (9) видов. К мезофильной группе относятся 3 вида, а ксеро-мезофилы представлены одним видом – *Cyphoderus albinus*. В весенний период на участке "Провальской степи" доминировали виды *Entomobrya sp.*, *Pseudosinella octopunctata* и *Cyphoderus albinus*. На участках "Стрельцовой" и "Хомутовской" степей зарегистрировано по одному эудоминанту – *Pseudosinella octopunctata*.

Исследованные сообщества носят специфические черты степных групп коллембол: наличие преимущественно степных видов – *Fasciosminthurus strigatus*, *Fasciosminthurus albanicus*, *Entomobrya multifasciata*, *Cyphoderus albinus*, *Crypthopygus thermophylla* и *Proothaphorura serbica*; достаточно низкая плотность населения коллембол, преобладание верхнеподстилочных биоморф, а также ксерорезистентных групп гигропреферендумов.

Подводя итог, следует отметить, что результаты проведенных нами исследований являются "временным срезом" структуры населения коллембол в весенний период. Для более точного анализа структуры сообществ ногохвосток модельных степных участков Донецкого ботанического сада необходимо проведение многолетних исследований.

## К ИЗУЧЕНИЮ ОРНИТОФАУНЫ БАЙРАЧНЫХ ЛЕСОВ ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Д. В. Пилипенко  
Донецкий национальный университет

Согласно геоботаническому районированию Украины, треть Донецкой области относится к Донецко-лесостепному округу, который характеризуется сочетанием разнотравно-типчаково-ковыльных петрофитных степей, луговых степей, байрачных дубовых лесов и растительностью каменистых обнажений. Байрачные леса представляют собой своеобразные лесные острова среди открытых ландшафтов, в прошлом степей, а сейчас преимущественно агроценозов. На территории Донецкой области байрачные леса сохранились в большей степени в восточной части, а в западной и в особенности в юго-западной их меньше и площади их сравнительно невелики. И хотя в процессе антропогенного воздействия эти леса сильно изменились, они по-прежнему являются важным элементом экосистемы и резерватом для многих видов лесных животных и птиц в частности.

В байрачных лесах основными лесообразующими породами выступают дуб и ясень в сочетании с вязом, кленами и другими древесными породами. В таких лесах хорошо развит подлесок и травяной покров. По дну балок обычны ручьи и небольшие речки. В некоторых случаях склоны балок представляют собой каменистые обнажения.

Проведение исследований с целью изучения современного состояния орнитофауны байрачных лесов Донецкой области проводилось преимущественно в весенне-летние периоды 2002–2005 гг. Были обследованы байрачные леса на востоке области (Шахтерский и Амвросиевский районы) и в центральной ее части (Ясиноватский район), уже на юго-западных рубежах геоботанического округа. Целью работы было выявление видового состава птиц, изучение их биотопического распределения и численности. В осеннее и зимнее время исследования проводились в меньшем объеме. Данное сообщение является подведением предварительных итогов работы.

В общей сложности в исследуемых байрачных лесах выявлен 61 вид птиц относящихся к 10 отрядам и 24 семействам. По отрядам они распределены следующим образом: соколообразные – 8 видов, курообразные – 2, ржанкообразные – 1, голубеобразные – 2, кукушкообразные – 1, совообразные – 1, удообразные – 1, ракшеобразные – 1, дятлообразные – 6 и воробьинообразные – 38 видов. По характеру пребывания они распределены следующим образом: 48 видов гнездятся, 4 вида предположительно гнездятся, 1 встречен только на пролете и 8 видов отмечены в зимнее время. В байрачных лесах гнездятся 2 вида птиц занесенных в Красную книгу Украины: курганник и орел-карлик.

Следует указать, что в данной работе мы даем информацию только о видах непосредственно встречающихся в байрачных лесах и опускаем птиц встречающихся в сопредельных биотопах, степях, полях и искусственных лесах.

Общая плотность населения птиц в байрачных лесах достигает 9,5 пар/га, хотя средняя составляет 6 пар/га.

По количеству гнездящихся (и предположительно гнездящихся) видов байрачные леса восточной и западной частей значительно отличаются. В первой встречено 52 вида, а во второй соответственно 30. Общими являются 30 видов птиц. Вероятнее всего

это связано с количеством отдельных массивов и расстояниями между последними. Так на территории РЛП "Донецкий Кряж" байрачные леса раскинулись густой сетью и занимают значительные площади по сравнению с западной частью округа.

Наиболее многочисленны как в видовом, так и в количественном отношении воробьиные. В данных лесах гнездятся 32 вида из этого отряда. Наиболее многочисленны зяблик, скворец, соловей, большая синица и белая трясогузка, их плотность превышает 1 пару/га. Несколько ниже, но приближается к показателям первой группы плотность мухоловки-белошейки, черного дрозда, зеленушки, дубоноса, зарянки, обыкновенной овсянки, черноголовой славки. Иволга, певчий дрозд, щегол, лазоревка, лесной конек, теньковка – широко распространены, но встречаются в небольшом количестве. Единичными парами отмечены серая и малая мухоловки, сойка, серая ворона, ворон, славка-завирушка и садовая славка, поползень, пищуха, полевой воробей, садовая овсянка, коноплянка и жулан. В одном из байрачных лесов, который примыкает опушкой к населенному пункту в качестве вида-посетителя отмечены домовые воробьи. Отдельно следует остановиться на поползне, для которого байрачные леса Шахтерского района наиболее южная точка гнездования, из известных сейчас, в Донецкой области.

Только в зимнее время в пределах леса отмечались рябинник, грач (вблизи населенных пунктов), сорока, длиннохвостая синица, чиж, на незамерзающих ручьях - горная трясогузка.

Из хищных птиц в байрачных лесах установлено гнездование орла-карлика, курганника, канюка, тетеревины, а из сов – серой неясыти. Следует указать, что курганник не гнездится в восточной части округа, но встречается здесь на пролете, а серая неясыть отмечена только здесь. Предположительно гнездятся перепелятник и чеглок, эти виды встречались в гнездовой период в подходящих местах, а обыкновенная пустельга отнесена нами к предположительно гнездящимся в байрачных лесах, поскольку в большинстве случаев ее гнездование отмечено в расположенных поблизости искусственных насаждениях. В зимнее время вне леса обычен зимняк, который часто использует деревья на опушках байрачных лесов в качестве присады.

В рассматриваемых лесах представлены все виды дятлов, гнездящиеся в Донецкой области. Наиболее обычны вертишейка и большой пестрый дятел, сирийский и средний встречаются реже, а седой и малый пестрый отмечены только в восточной части исследуемой территории. Во многих байраках гнездится обыкновенная горлица, реже встречаются вяхирь, удод и кукушка. В байрачных лесах, где протекают значительные ручьи, попадает зимородок и белая трясогузка. В небольшом количестве встречается фазан, а серая куропатка отмечена только в зимнее время.

Только на пролете встречается вальдшнеп.

Подводя некоторые итоги, можно говорить о большой важности байрачных лесов для сохранения биоразнообразия птиц. Данный тип лесов является своеобразным оазисом, в котором высоко видовое разнообразие и плотность птиц по сравнению с примыкающими безлесными ландшафтами. Для примера можно указать, что в одном из байраков, длина которого не намного превышает 1 км, гнездятся три пары хищных птиц, том числе курганник и орел-карлик использующие как кормовые уголья, примыкающие территории. Учитывая сказанное, организация РЛП "Донецкий Кряж" является очень важным шагом в сохранении биоразнообразия в регионе, а предполагаемое создание на его базе более крупного межрегионального, одноименного заповедника только повысит природоохранный статус уникального для степной Украины лесостепного острова.



## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ОРНИТОФАУНЫ УРОЧИЩ ЯРЦУЗСКАЯ И ШАЙТАНСКАЯ ДАЧА

И.В. Руденко

Донецкий национальный университет

На протяжении полевого сезона 2005 года автором проводились исследования орнитофауны лесных урочищ Ярцюзское и Шайтанское в составе Великоанадольского лесхоза, а также прилегающих территорий. Эти лесные массивы площадью соответственно, 465 га и более 700 га, находятся на юго-западе Донецкой области в пределах территории двух районов – Волновахского и Великоновоселковского, а Шайтанская дача, кроме того, граничит с Марьинским районом.

В физико-географическом отношении территория урочищ Ярцюзская и Шайтанская дача находится в Мокро-Ялыном физико-географическом районе степной области Приднепровской низменности. Эта область расположена между правым коренным склоном Днепра — на западе, подножьем северных склонов Приазовской возвышенности — на юге, долиной Северского Донца до устья реки Береки и северо-западными отрогами Донецкой возвышенности на — востоке.

Сам Мокро-Ялынский физико-географический район расположен в бассейне речки Мокрые Ялы, и занимает площадь — 2127 квадратных километров. Рельеф равнинный слегка волнистый, слабо расчлененный речными долинами и балками. Наибольшие высоты, до 200 м над уровнем моря, находятся в юго-восточной части района, в близи Приазовской возвышенности.

Климат района умеренно-континентальный, очень теплый, сухой. Средняя температура января от  $-5,3^{\circ}$  до  $-6,2^{\circ}$ , июля —  $19,2$  —  $20^{\circ}$ . Абсолютный годовой максимум температуры воздуха  $38^{\circ}$ , а абсолютный минимум —  $36^{\circ}$ . Продолжительность безморозного периода 165—170 дней. Количество осадков составляет 400 мм в год, из них 240—260 мм выпадает при температуре выше  $10^{\circ}$ .

Гидрографическая сетка района слабо развита. Тут протекает лишь одна более-менее значительная река Мокрые Ялы со своими правыми притоками — Кашлагачем (длина 64 км) и Шайтанкой (длина 51 км). Мокрые Ялы — один из наибольших левых притоков Волчьей, берет свое начало возле села Хлебодаровка, на высоте 225 м над уровнем моря. Ее длина 121 км, а площадь бассейна — 2660 квадратных километров. Грунтовый покров района очень однообразен. На всей его территории преобладают черноземы обычные малогумусные и среднегумусные легкосуглинистого механического состава.

В ходе исследований фауны урочища Шайтанская дача и прилегающих к нему территорий было выявлено 59 видов птиц. Среди них 5 видов хищных птиц — обыкновенный канюк, ястреб тетеревятник, ушастая сова, обыкновенная пустельга и болотный лунь; 2 вида гнездятся на территории лесничества (ястреб тетеревятник, обыкновенный канюк), 1 вид предположительно гнездится в зарослях тростника находящихся в непосредственной близости водоемов (болотный лунь). Обыкновенная пустельга отмечалась на протяжении всего летнего периода, а ушастая сова отмечена один раз в зимний период. При обследовании леса было обнаружено 3 гнезда обыкновенного канюка и 2 гнезда ястреба тетеревятника. Гнезда ястреба располагались на дубах с диаметром ствола 45—50 см, на высоте 15—18 м. Канюк гнезвился на более молодых деревьях, 25—30 см в диаметре, и на меньшей высоте 8—12 м. Фонowymi

видами здесь являются: зяблик, большая синица, лазоревка. Из менее многочисленных видов следует отметить: лесного конька, обыкновенную овсянку, славку завирушку, иволгу, черного и певчего дроздов, обыкновенного скворца. На территории регулярно отмечались сирийский, большой пестрый, а в весеннее время также седой дятлы. Кроме того, здесь установлено гнездование обыкновенной горлицы, и возможно вяхиря. В районе небольшого водоема, который расположен в лесу, постоянно наблюдались желтая и белая трясогузки. На опушках часто встречаются домовая и полевая воробьи, а также обыкновенный жулан. Несколько раз был встречен чернолобый сорокопут. В связи с близким расположением населенных пунктов, в урочище часто наблюдалась деревенская ласточка, которая здесь охотится.

На прилегающих территориях, представленных в основном сельскохозяйственными угодьями, встречаются: хохлатый и полевой жаворонки, серая куропатка, перепелка, фазан. Несколько раз отмечался белый аист. На близлежащих водоемах распространены: лысуха, камышница, кряква, малая выпь, чибис, хохотунья и некоторые другие. Осенью, на поле возле водоема, была встречена стая, состоящая из 37 хохотуний и 60 чибисов.

В районе урочища Ярцуская дача обнаружено 47 видов птиц. Из них хищников 4 вида: ястреб тетеревятник, обыкновенный канюк, обыкновенная пустельга и черный коршун. Точно установлено гнездование лишь одного вида — обыкновенный канюк. Одно гнездо находилось на дубе, с диаметром ствола 37 см, на высоте 14 м. Предполагается гнездование ястреба тетеревятника: были обнаружены слетки, но гнездо найти не удалось. Интересной является неоднократная встреча черного коршуна в районе села Кирилловка. Этот вид отмечался здесь на протяжении всего лета, что дает возможность предположить вероятность его гнездования. Как и в Шайтанском лесном массиве, фоновыми видами здесь являются: зяблик, большая синица, лазоревка. В остальном видовой состав урочищ тоже сходен, но количество обыкновенного жулана заметно больше. Это, вероятно, связано с тем, что большая часть леса представлена молодыми лесонасаждениями. Жулан здесь встречается не только по опушке, но и повсеместно в глубине массива. Нужно отметить, что при исследовании близлежащих территорий, на водоеме возле села Кропивницкое, неоднократно отмечался ходулочник в количестве до 20 особей.

Всего за время исследований выявлено 64 вида птиц, относящихся к 30 семействам 13 отрядов. Из них гнездящихся 48 видов, предположительно гнездящихся 12, зимующих и пролетных 4.

В общей сложности площадь массивов составляет около 1200 га. Основными лесообразующими породами здесь являются дуб черешчатый и клен остролистный. Кроме того, на территории массивов имеются посадки ели обыкновенной. Возможно, что на месте современных массивов еще раньше располагались природные байрачные леса. Но в современном состоянии это насаженные массивы. Лишь в Шайтанской даче сохранился участок старого леса, который выделен как памятник природы местного значения. Но, скорее всего он тоже не исконно природного происхождения. По своей структуре эти леса характеризуются густым подлеском, особенно Ярцуская дача, который состоит главным образом из клена татарского боярышника и молодняка, что существенно затрудняет работу в них.

## АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ОРНІТОФАУНУ В МЕЖИРІЧЧІ ДНІСТЕР – ТУРУНЧУК

О.Г. Савко

Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова

Центральна частина дельти Дністра, площею 7620 га набула статусу природного резервату – заповідне урочище Дністровські плавні. Решта – передбачається як національний природний парк України. Однак дельта Дністра не тільки природоохоронний резерват. Це дуже багата екосистема в 1995 р. проголошена парламентом України як водно-болотні угіддя, які мають міжнародне значення. Це означає, що дельта охороняється Рамсарською конвенцією, оскільки вона відіграє ключову роль як угіддя для розмноження, відпочинку під час міграцій, годівлі понад 300 видів птахів, загальною кількістю в десятки тисяч особин. Серед екосистем дельти є обширна система під назвою "плавні", котра відчуває негативний антропогенний вплив.

Метою моєї роботи являється виявлення закономірностей антропогенного впливу на видовий склад птахів в межиріччі Дністер – Турунчук, та вяснити які птахи можуть бути індикаторами антропогенного впливу на даній території.

Для виконання даної роботи і досягнення своєї мети, я поставив перед собою такі завдання:

Вивчити територію міжріччя Дністра та Турунчука та виявити джерела антропогенного впливу на неї. Вивчити видовий склад птахів, що гніздяться та спостерігаються на прольоті в цьому регіоні.

Проаналізувати динаміку зміни кількості видів по рокам спостережень, порівняти одержані данні з даними вчених – орнітологів, які працювали на Дністрі у минулому столітті.

Виявити види індикатори ступеня антропогенного навантаження на дану територію.

Виявити ступень надійності природоохоронного статусу дельти Дністра та розробити ряд рекомендацій по його підвищенню. Для виконання роботи була складена мапа – схема території, позначені зони антропогенного впливу на неї. Визначались види птахів, що мешкають на території досліджень (на протязі семи років). Підрахунок чисельності птахів певних видів вівся або на маршрутах, або методом точкового обліку. Були одержані такі результати:

В межиріччі Дністер – Турунчук на ділянці Маяки – Біляївка – Яськи визначено 102 види птахів, які перебувають на гніздуванні та 112 видів, на прольоті.

Ми визначали видовий склад птахів та антропогенне навантаження на таких біотопах: водно-болотні угіддя (річки, озера, стариці, плави);

заплавний ліс (місцями заболочений), лісосмуги, чагарники; агроценози, вологі луки, пасовиська; населені пункти (трансформовані біотопи). На даній території гніздяться види птахів занесені до Червоної книги України: баклан малий (*Phalacrocorax pygmaeus*), чапля жовта (*Ardeola ralloides*), коровайка (*Plegadis falcinellus*), колпиця (*Platalea leucorodia*), чернь білоока (*Aythya nyroca*) – всі види мешканці водно-болотних угідь.

Серед тих птахів, що зустрічаються на прольоті до Червоної книги України занесені: пелікан рожевий (*Pelecanus onocrotalus*), червоногола казарка (*Rufibrenta ruficollis*), гоголь (*Bucephala clangula*), журавель сірий (*Grus grus*), журавель степовий (*Anthropoides virgo*). На даній ділянці досліджень зустрічаються види, життєдіяльність



яких підтримується ІВА – територією. Це такі види як: баклан малий (*Phalacrocorax pygmaeus*), казарка червоновола (*Rufibrenta ruficollis*) – пріоритетні види; бугайчик (*Ixobrychus minutus*), бугай (*Botaurus stellaris*), кваква (*Nycticorax nycticorax*), чапля руда (*Ardea purpurea*), чапля жовта (*Ardeola ralloides*), коровайка (*Plegadis falcinellus*), колпиця (*Platalea leucorodia*), чернь червонодзьоба (*Netta rufina*), шуліка чорний (*Milvus korschun*), боривітер (*Falco tinnunculus*), голубий рибалочка (*Alcedo atthis*), сиворакша (*Coracias garrulus*), сорокопуд чорнолобий (*Lanius minor*) – види, що мають несприятливий статус. Спостерігається зменшення чисельності таких видів як: рибалочки голубої (*Alcedo atthis*), лебедя – шипуна (*Cygnus olor*), боривітра (*Falco tinnunculus*), квакви (*Nycticorax nycticorax*).

Негативними чинниками для птахів являються: Розлякування; Інтенсифікація ведення сільського господарства (включаючи перевипас та випас худоби в плавневих лісах. Полювання. Розвиток мережі автошляхів (автотраса Маяки – Паланка). Вирубання дерев і заготівля дров. Розробка кар'єрів. Випалювання очеретяних заростей. Рибальство. Господарська діяльність за межами дельти Дністра, Дністровська ГЕС. Життєдіяльність таких видів-інтродуцентів, як: єнотовидна собака, шакал, лісна куниця.

Нами виявлені також певні види птахів, які являються індикаторами на антропогенне забруднення досліджуваної території. Для такого чинника, як розробка кар'єрів видами індикаторами є рибалочка голубий (*Alcedo atthis*), жулан чорнолобий (*Lanius minor*). Якщо брати такий чинник, як рибальство, то тут видом індикатором є баклан малий (*Phalacrocorax pygmaeus*), кваква (*Nycticorax nycticorax*), чапля руда (*Ardea purpurea*). Рух рибальських човнів впливає на чисельність таких видів, як кваква (*Nycticorax nycticorax*), коровайка (*Plegadis falcinellus*), бугай (*Botaurus stellaris*), чапля руда (*Ardea purpurea*). Перевипас худоби найбільше впливає на такі види, як фазан (*Phasianus cheolchicus*), жайворонок польовий (*Alauda arvensis*).

Ступінь впливу на стан території та популяції птахів досить сильний, а рівень реальної охорони орнітофауни – вкрай низький. Можна використати результати роботи при складанні визначника птахів, що мешкають на даній території. Як результат роботи можуть бути рекомендації по поліпшенню стану території де мешкають птахи: прискорити створення Національного парку „Нижньодністровський”; поступово врівноважувати гідрологічний баланс, тобто створення і поновлення системи єриків під трасою Маяки – Паланка; встановити жорсткий контроль над рибальством та мисливством; по можливості змінити строки полювання, які на даний момент співпадають з початком вильоту пташенят з гнізда; не турбувати колонії птахів в період гніздування; мораторій на зміну природного водного режиму річки Дністер з боку Дністровської ГЕС. посадка різноманітних дерев і чагарників, що дають птахам не тільки притулок, а й їжу; виготовлення та розвішування різноманітних штучних гніздівель певної кількості; встановити контроль над випасанням худоби в прибережній зоні; заборонити знищення зникаючих та рідкісних видів тварин та рослин; заборонити суцільне випалювання та викошування очерету; вивіз побутового сміття на узбережжя річки, в лісосмуги треба заборонити. Результати роботи можуть бути використані природоохоронними організаціями. З метою підвищення екологічної свідомості місцевого населення вести роз'яснювальну роботу, підвищувати рівень екологічної освіти та культури. Не дивлячись на те, що національний природоохоронний статус даної території досить високий, заходи, яких потрібно вжити з метою збереження екологічної цінності території, місцевою владою не проводяться, що в свою чергу призводить до зникнення певних видів птахів. Для подальшого запобігання цього доцільно було б підвищити національний природоохоронний статус даної території.

## ФАУНА И ЭКОЛОГИЯ ЖУКОВ-ЧЕРНОТЕЛОК (COLEOPTERA, TENEBRIONIDAE) ЮГО-ВОСТОЧНОЙ УКРАИНЫ

Е.Ю. Савченко, Н.Н. Ярошенко  
Донецкий национальный университет

Чернотелки – одно из крупнейших семейств жесткокрылых, насчитывающее в мировой фауне более 18 тысяч видов. В фауне Украины жуки-чернотелки представлены 102 видами, относящимися к 54 родам и 29 трибам.

Опубликованные работы по чернотелкам Юго-Восточной Украины посвящены хозяйственно важным видам или содержат материалы фаунистического характера. В них содержится незначительная информация об экологии отдельных видов. К настоящему времени единственным наиболее полным эколого-фаунистическим обзором чернотелок степной зоны Украины является работа Л.С. Черней и В.Г. Надворного (1994). Поэтому целью данной работы является попытка выявления видового состава и ландшафтно-географического распределения чернотелок в пределах Юго-Востока Украины.

Юго-Восток Украины рассматривается в границах двух административных областей – Донецкой и Луганской. Площадь исследуемой территории составляет 53,2 тыс. км<sup>2</sup>. Район исследования, хотя и принадлежит к одной ландшафтной зоне степи и к подзоне разнотравно-типчачово-ковыльной степи, крайне неоднороден в зоогеографическом отношении и включает четыре зоогеографических участка: Восточно-Заднепровский, Донецко-Донской, Донецкий и Приазовский участки.

Основой для данной работы послужили личные сборы автора, а также материалы коллекций кафедры зоологии. Исследования проводились с 2000 по 2005 гг. в более чем 30 пунктах Юго-Восточной Украины. Основными методами сбора материала являлись маршрутный сбор, почвенные раскопки, почвенные ловушки.

В результате исследований на территории Юго-Восточной Украины нами было выявлено 32 вида жуков-чернотелок, относящихся к 27 родам. Основу фауны исследуемой территории составляют 10 видов, являющихся массовыми; 22 вида являются обычными для Юго-Восточной Украины.

Жуки-чернотелки – исходно лесные насекомые. В дальнейшем многие виды приспособились к экстремальным условиям открытых пространств и синантропным условиям. На этой основе чернотелки, населяющие Юго-Восточную Украину, объединены нами в 3 комплекса: лесной, синантропный, обитатели почв. Наиболее богатым по количеству видов экологическим комплексом является комплекс жуков-чернотелок-обитателей почв, составляющий 63%. В зависимости от биотопического распределения в комплексе могут быть выделены следующие группы: ксерофилы (чернотелки, приспособившиеся к жизни в сухих местообитаниях, т.е. в условиях дефицита влажности) – 35%, мезофилы (обитающие в условиях умеренной влажности) – 15%, ксеро-мезофилы (переходная форма) – 25%, псаммофилы (обитатели песчаных почв) – 25%. Лесной комплекс тенебрионид составляет 28%, и представлен следующими группами: ксилобионты (обитатели древесины) – 45%, ксиломицетобионты (заселяющие поврежденную кору, верхние слои древесины и грибы-трутовики) – 22%, синантропы-ксиллобионты (встречающиеся в синантропных условиях в зерне и зернопродуктах, а в природе – в гнилой древесине) – 22%, мицетобионты (обитающие только в грибах-трутовиках) – 11%. В состав

синантропного комплекса, составляющего 9%, входят опасные вредители амбарных запасов.

Распространенность и массовость группы позволяет использовать чернотелок в качестве биоиндикаторов степени сохранности как лесных, так и степных ценозов. В связи с этим нами была предпринята попытка выявления видового состава и анализа биотопического распределения чернотелок заповедных территорий района исследований. В качестве модельных территорий были выбраны пойменные биотопы реки Северский Донец, наилучшим образом сохранившиеся на территории заповедника "Придонцовская пойма", и зональные степные биотопы, сохранившиеся на территории заповедников "Каменные могилы" и "Хомутовская степь".

Заповедник "Придонцовская пойма" включает пойменные экосистемы долины реки Северский Донец и представляет собой целый комплекс интразональных биотопов, играющих значительную роль в формировании энтомофауны. Здесь была выявлена четкая приуроченность экологических комплексов чернотелок к определенным биотопам. Наибольшим видовым разнообразием отличаются биотопы II террасы Северского Донца (опушка соснового леса). Здесь отмечено 12 видов чернотелок. Под корой сосен встречаются 6 видов тенебрионид. 6 видов обитают на открытых песках II террасы и в псаммофитной степи. 2 вида чернотелок приурочены к пескам на побережье Северского Донца. В пойменном лесу на грибах-трутовиках выявлена группа дендробионтов (2 вида), заселяющих также поврежденную кору и верхние слои мертвой древесины. Таким образом, из 19 видов чернотелок только 2 вида встречается во всех биотопах. В целом же, для каждого из рассматриваемых биотопов характерна оригинальная группа видов.

Фауна целинных степей рассматривается на примере заповедника Каменные могилы. Основным охраняемым режимом всех степных заповедников региона является периодическое сенокосение. Воздействие сенокосения на растительные сообщества довольно подробно исследовано. Нами была предпринята попытка изучения особенностей распространения герпетобионтных чернотелок на участках с различным режимом охраны: абсолютно заповедный участок (слой подстилки достигает около 15 см); периодически косимый участок (выкашиваемый 1 раз в три года); ежегодно косимый участок (противопожарная полоса), и примыкающий к территории заповедника агроценоз. Анализируя полученные данные, можно отметить крайне неравномерное распределение чернотелок на участках с различным режимом охраны. На ежегодно косимом участке была отмечена наибольшая численность тенебрионид, что связано с массовой вспышкой опасного вредителя с/х *Opatrum sabulosum*. На абсолютно заповедном участке было выявлено семь видов, на периодически косимом участке – пять видов, на агроценозе – 3 вида. Полученные данные говорят о необходимости в целях сохранения видового разнообразия, с одной стороны, полного прекращения или сведения к минимуму в заповеднике хозяйственной деятельности, с другой стороны, указывают на возможность ежегодно косимого участка выступать в роли резервата для опасных вредителей с/х, откуда они смогут переходить на прилегающие агроценозы.

В целом, в роли опасных вредителей сельского хозяйства выступают 11 видов тенебрионид.

Наиболее оригинальной фауной отличаются приморские пески побережья Азовского моря и пески речных террас поймы Северского Донца, где нами был отмечен вид *Phaleria pontica*, который до настоящего времени указывался только для побережья Черного моря.

## ОБЗОР ФАУНЫ ЗЕМЛЯНЫХ БЛОШЕК

**(COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE, ALTICINAE)**  
**УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГО-ВОСТОКА УКРАИНЫ**

М.Е. Сергеев  
Донецкий национальный университет

Листоеды подсемейства Alticinae Newman, 1834 (земляные блошки) – являются одной из наиболее широко распространенных групп жесткокрылых, которая отличается богатством видового состава и высокой численностью. Для блошек, как и для других жуков листоедов, характерна тесная связь с кормовыми растениями. Вслед за ними блошки заселяют благоприятные места обитания как в агроценозах, так и в искусственных лесонасаждениях, где фауна блошек претерпевает некоторые трансформации, связанные с трансформацией флоры (Апостолов, 1966; Сумароков, 2004; Шапиро, Тремль, 1950; Шапиро, 1953а, 1953б и т.д.). Так, для флоры урбанизированных территорий (урбанофлоры) юго-востока Украины характерно упрощение, как в систематическом, так и в экологическом и географическом отношении. При относительно высоком видовом разнообразии урбанофлоры (около 59% видового состава флоры региона), теряется ее специфичность и оригинальность (Бурда, 1991). Однако, в условиях городских ценозов фауна Alticinae практически не изучалась (Коломоец, 1995; Максимова, 1967).

В связи с этим, целью настоящей работы было выяснение влияния богатства и разнообразия урбанофлоры на формирование фауны блошек в условиях урбанизированных территорий на примере города Донецка. Исследования были проведены в парковой зоне города Донецка, а также в прилегающих к городу районах в период с 1998 по 2005 гг.

В результате исследования было выявлено 75 видов из 12 родов листоедов подсемейства Alticinae, что составляет около 46% фауны юго-востока Украины (Сергеев, 2003). Из них впервые для фауны региона приведены 6 видов (обозначены – \*), впервые для левобережной Украины приведены 5 видов (обозначены – \*\*) и впервые для фауны Украины приведены 2 вида (обозначены – \*\*\*):

*Epitrix pubescens* (Koch.), *Crepidodera aurata* (Marsh.), *Cr. plutus* (Latr.), *C. fulvicornis* (F.), *Asiolestia transversa* (Marsh.), *Altica oleracea* (L.), *A. quercetorum* Foudr., *A. impressicollis* (Reichei.)(\*), *A. palustris* (Wse.) *A. cornivorax* Kral. (\*), *Podagrica menetriesi* (Fald.), *P. fuscicornis* (L.), *P. malvae* (Ill.) *Mantura rustica* (L.) (\*), *Phyllotreta vittula* (Redt.), *Ph. nigripes* (F.), *Ph. crucifera* (F.) (\*), *Ph. undulata* (Kutsch.), *Ph. nemorum* (L.), *Ph. armoracia* (Koch.), *Ph. erysimi* Wse. *Ph. ochripes* (Curt.), *Ph. atra* (F.), *Ph. eiseana* Jcbs., *Ph. diademata* Foudr., *Ph. procera* (Redt.), *Ph. nodicornis* (Marsh.), *Ph. astrachanica* Lop. (\*), *Aphthona nigriscutis* (Gz.), *Aph. lutescens* (Gyll.), *Aph. franzi* Hktg. (\*\*), *Aph. abdominalis* (Duft.), *Aph. flaviceps* All., *Aph. lacertosa* (Rosenh.), *Aph. pygmaea* Kutsch., *Aph. czwalinae* Wse., *Aph. sarmatica* Ogl., *Aph. aeneomicans* All., *Longitarsus tabidus* (F.), *L. succineus* (Foudr.), *L. longipennis* Kutsch., *Longitarsus echii* (Koch.), *L. linnaei* (Duft.), *L. exsoletus* (L.), *L. quadriguttatus* (Pont.), *L. melanocephalus* (Deg.), *L. suturellus* (Duft.), *L. ochroleucus* (Marsh.), *L. jacobaea* (Waterh.), *L. pellucidus* (Foudr.), *L. celticus* Leonard. (\*\*), *L. languidus* Kutsch. (\*), *L. obliteratus* (Rosenh.), *L. salviae* Gruév. (\*\*), *L. nanus* (Foudr.), *L. lycopi* (Foudr.), *L. fuscoaeneus* Redt., *L. anchusae* (Pk.), *L. brisouti* Hktg. (\*\*\*), *L. nebulosus* (All.) (\*\*\*), *Chaetocnema breviscula* Fald., *Ch. aridula* (Gyll.), *Ch. hortensis* (Geoffr.), *Ch. conducta* (Kutsch.), *Ch. concinna* (Marsh.), *Ch. breviscula* Fald., *Ch. obesa* (Boiled.), *Ch. laevicollis* (Thoms.) (\*\*), *Ch. tibialis* (Ill.), *Ch. major* Duval Jacuelin. (\*\*),

*Dibolia metallica* Motsch., *D. rugulosa* Redt., *Psylliodes sophiae* Hktg., *Ps. chalcomerus* (Ill.) *Ps. reitteri* Wse. (\*), *Ps. affinis* (Pk.).

Полученные данные не являются окончательными, однако, несмотря на высокую степень антропогенной нагрузки по своему видовому богатству и разнообразию фауна земляных блошек города сравнима с фауной некоторых заповедников юго-востока Украины. Так, например, фауна Alticinae заповедника "Провальская степь", расположенного в том же геоботаническом округе (Кондратюк и др., 1985), составляет 86 видов (11 родов), фауна блошек "Стрельцовская степи" составляет 97 видов (12 родов), а фауна "Придонцовской поймы" насчитывает 107 видов (14 родов) блошек. Однако, несмотря на довольно высокое видовое разнообразие на территории города отсутствуют типичные обитатели байрачных и пойменных лесов юго-востока Украины, как, например: *Lythrarina salicaria*, *Batophila rubi*, *Asiolestia crassicornis*, *Longitarsus gracilis*, *L. brunneus*, *L. luridus*, *L. ballota*, *Chaetocnema compressa*, *Psylliodes dulcamare*, что, вероятно связано с большей ксерофитизацией и обеднением видового состава флоры, по сравнению с целинными территориями (Бурда, 1991). Здесь также отсутствуют некоторые виды, характерные для степной зоны Украины: *Aphthona semicyanea*, *Aph. beckeri*, *Longitarsus medvedevi*, *L. parvulus*, *Dibolia cryptocephala* и некоторые другие. В систематическом отношении структура фауны блошек сохраняет общие пропорции, характерные для региональной фауны (преобладают представители родов *Longitarsus* – 22 вида, *Phyllotreta* – 14 видов, *Aphthona* и *Chaetocnema* – по 10 видов каждый). По отношению к увлажнению в городской фауне, как и в региональной преобладают мезофильные виды (по: С.И. Медведеву, 1954). Однако, доля степных и эврибионтных мезофиллов увеличивается – они составляют около 69% всех видов исследуемой фауны (в фауне блошек юго-востока Украины они составляют около 60% видов). В тоже время значительно уменьшается доля лесных мезофиллов, а также гигрофилов и ксерофилов (в фауне города они составляют около 6,5%, а на территории региона более 12%). Ареалогическая структура фауны города (по: К.Б. Городкову, 1984) характеризуется повышением доли широкоареальных групп, например Транспалеарктической и Западнопалеарктической (суммарно составляют около 62% городской фауны блошек, а на территории региона – 58% всех видов блошек). Доля узкоареальных видов понижается. Так, Европейско-Кавказские и Средиземноморско-Кавказские виды суммарно составляют в фауне города около 20%, а в фауне юго-востока Украины более 27%.

В целом на территории города можно выделить три главных зоны формирования фауны блошек: участки с полуестественной растительностью, наиболее близкие к региональной фауне (байрачные дубравы и поймы рек в черте города); участки с искусственными фитоценозами (некоторые парки города и примыкающие к городу лесополосы) и техногенные экотопы (наиболее бедные в фаунистическом отношении участки на промышленных отвалах и пустырях).

Таким образом, фауна земляных блошек в урбозонах юго-востока Украины, имеет сходные с урбанофлорой характеристики. Так, обеднение и общая ксерофитизация флоры повлекла за собой обеднение видового состава блошек городской фауны. В экологическом отношении повысилась доля экологически пластичных видов, а в географическом отношении повысилась доля широкоареальных видов блошек. В тоже время число узкоареальных и стенотопных видов снизилось. Выше указанные трансформации в целом объясняют слабую специфичность фауны блошек города, по отношению к региональной.

## БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОДОЕМОВ И ИХ РОЛЬ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ

О.В. Шилова, Е.Н. Маслодудова  
Донецкий национальный университет

Одним из источников термального загрязнения водоемов являются тепловые электростанции, которые сбрасывают в водоемы, нагретую в охлаждающих системах воду. Тепловое загрязнение понижает содержание кислорода в воде, способствует вспышкам цветения, снижает ее качество, влияет на состав водных экосистем, повышает токсичность поллютантов.

Выброс тепла в окружающую систему – разновидность физического загрязнения, вызывающего нарушения в биоценозах, так как меняется важный экологический фактор – температура среды.

Повышение температуры воды вызывает немедленное усиление клеточной активности и, следовательно, повышение интенсивности дыхания всего биоценоза. Возникает опасность нарушения равновесия между первичным продуцированием и гетеротрофной составляющей биоценоза, хотя первичное продуцирование может активизироваться. В этом случае составляющие биоценоза постепенно заменяются эвритермными и теплолюбивыми формами. Экстремальные температуры пагубно влияют на рост и воспроизводство гидробионтов. Нагревание воды уменьшает видовое разнообразие.

Зоопланктон может сильно пострадать от теплового загрязнения. Веслоногие рачки чувствительны к нагреванию воды. Известно, что средняя продолжительность жизни рачков дафний при температуре 30°C в три раза меньше, чем при 15°C (Негробов, 1997). Угнетающе действует температура на мелких ракообразных (веслоногих, гамарид) и личинок различных насекомых, многие виды которых stenothermy. В бентической фауне очень чувствительны к тепловому загрязнению моллюски. Для мшанок отмечено интенсивное размножение в небольшом температурном интервале (от 23°C до 26°C) и исчезновение их из биоценоза при температуре выше 27°C (Негробов, 1997).

Термическое загрязнение вод приводит к уменьшению разнообразия зооценозов и благоприятствует развитию некоторых эвритермных и особенно термофильных видов беспозвоночных (например, коловраток).

Сброс вод охлаждающих систем тепловых электростанций может привести к механическому шоку у рыб и других гидробионтов.

Основная цель в решении проблемы загрязнения вод заключается в разработке обоснованных предложений по сокращению сбросов в водную среду, к устранению нарушений в экосистемах.

Зообентос наиболее четко отражает состояние экосистем и качество воды водотоков. Зоопланктон – надежный индикатор качества воды, мало проточных водоемов (водохранилища, пруды) за относительно короткие периоды времени.

Изучение зоопланктона важно для сопоставления уровней загрязнения разных водоемов или больших участков рек.

*Целью* нашей работы было изучить видовой состав беспозвоночных в бассейне реки Волчьей, на которой находится Кураховская ТЭС и водохранилище. Кураховское водохранилище разделено дамбой на две сообщающиеся через шлюз части: нижнюю –

Терновский отсек с широкой озерного типа акваторией и верхнюю – Ильинский отсек; более узкий, приближающийся к речному типу, с длинными отрогами по реке Волчьей и левобережному притоку.

Основное загрязнение реки Волчья осуществляется за счет шахтных бытовых сточных вод и термальных вод ТЭС. В отдельные засушливые периоды года содержание этих вод составляет 60–80%, что и накладывает свой отпечаток на состав и свойства воды реки. Минерализация реки Волчья увеличивается от истока к устью и достигает 2,5–2,8 г/л. По составу вода реки сульфатного класса группы натрия. Река загрязнена нефтепродуктами (2–3 ПДК), фенолами (до 5 ПДК), биогенными компонентами (2–3 ПДК).

Исследования проводили в июне – августе 2005 года. Собирали беспозвоночных животных с помощью гидрологического сачка. Определение проводили в лаборатории. Всего собрано более 60 проб.

Анализ показал, что в верхней части водохранилища фауна гидробионтов очень обеднена в видовом разнообразии и представлена – малощетинковыми червями, из ракообразных встречаются водяные ослики – *Asellus aquaticus*, из насекомых – личинки хирономид (*Chironomus thummi*). В иле изобилуют личинки насекомых – сапрофагов "мотыль" – личинка комара звонца, крыска – личинка мухи пчеловидки, олигохеты (трубочник). Они являются биоиндикаторами органического загрязнения (рис. 1).

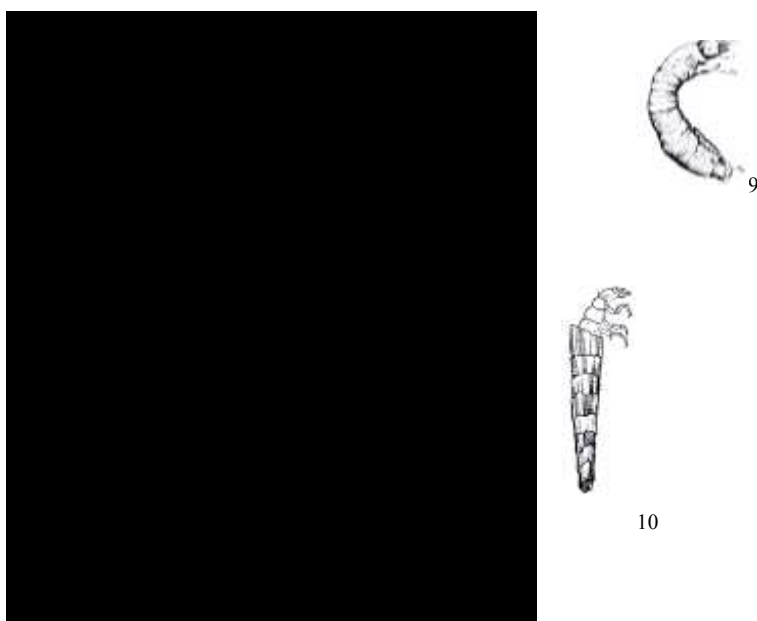


Рис. 1. Обитатели водоемов с различной степенью загрязнения: 1– олигохета, 2 – водяной ослик (*Asellus aquaticus*), 3 – хирономус "мотыль", 4 – водный скорпион (*Nepa cinerea*), 5 – "крыска", личинка мухи пчеловидки, 6 – личинка поденки, 7 – личинка веснянки, 8 – личинка вислокрылки, 9 – личинка мошки, 10 – личинка ручейника.

В водотоках вытекающих из водохранилища и в местах непосредственного впадения в реку вода более чистая и обогащенная кислородом. Здесь появляются личинки ручейников, поденок, стрекоз, мошек, вислокрылок (рис. 1).

Таким образом, гидробионты даже при самом поверхностном исследовании способны дать быструю и надежную информацию о биологической полноценности воды, ее загрязнении.

## ПОПУЛЯЦИОННАЯ ОЦЕНКА ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ БЕЛЫХ КРЫС К РАЗВИТИЮ ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ ДЕПРЕССИИ В УСЛОВИЯХ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА

Г.А. Балакирева, В.В. Черный, И.Э. Кузнецов  
Донецкий национальный университет

Значительная распространенность пограничных нервно-психических расстройств, обусловленных резким возрастанием комплекса эмоциональных и информационных нагрузок, сопряженных с развитием современного научно-технического прогресса, является в настоящее время проблемой первостепенного значения для большинства индустриально развитых стран. Этологические исследования предполагают выявление связей между поведением и различными событиями, а так же процессами, протекающими вне и внутри организма, которые предшествуют данному поведению, сопровождают его или же следуют за ним. Исследование поведения животных является актуальной биологической проблемой, позволяющей изучать его изменения в условиях стресса. Перспективы этих исследований связаны с тем, что полученные модели могут успешно применяться при решении базисных проблем экологии, модификации поведения, патологии, а также психофармакологии. Актуальность изучения нейрофизиологических и нейрохимических механизмов индукции психологической (поведенческой) депрессии возрастает в связи с общим ускорением темпа жизни, увеличением информационной нагрузки и интенсификацией стрессовых воздействий. Использование моделей эмоционального стресса позволит более детально изучить механизмы индукции психической депрессии, описать поведенческие реакции на стресс, свойственные организмам с разным уровнем тревожности.

Цель настоящей работы – используя тест "продырявленное поле", провести психогенетический популяционный анализ предрасположенности экспериментальных животных к развитию психической депрессии в условиях эмоционального стресса и частоту ее индукции. На основании этого определить долю животных в популяции, поведение которых характеризуется чертами психической депрессии в контрольных условиях и на фоне эмоционального стресса.

Эксперимент проводился на половозрелых самцах и самках (24 и 25 особей соответственно) белых крыс в возрасте 2,5–3 месяцев массой 200–330 г. Экспериментальные животные содержались в виварии при стандартных условиях.

Продырявленное поле представляет собой площадку, приподнятую над уровнем пола, приблизительно на 5–7 см. На поверхности площадки поля расположено разное количество отверстий от 16 до 23 диаметром 3 см, находящихся на равном расстоянии друг от друга, для выявления специфического компонента исследовательского поведения – заглядывания в отверстие. Регистрировались следующие поведенческие акты: локомоции; вертикальные стойки; движения на месте; заглядывания в отверстие; повторные заглядывания в одно и то же отверстие; свисания; количество дефекаций. Продолжительность одного опыта составляла 4 минуты. После троекратного тестирования с использованием стандартной поведенческой модели "продырявленного поля" животные были разделены на три группы, в соответствии с различным уровнем тревожности. Затем, к изучаемым популяциям были применены две модели стресса – социальная изоляция и иммобилизация. Социальная изоляция представляет собой помещение экспериментального животного на 72 часа в отдельную клетку. На третьи



сутки крыса подвергалась тестированию в условиях "продырявленного поля", после чего животное возвращалось обратно в общую клетку. Через 10 суток это животное подвергалось иммобилизационному стрессу: на протяжении 10 суток крысу помещали на 2 часа в индивидуальные пластмассовые клетки-пеналы, на 10-е сутки животное тестировалось.

Для удобства анализа параметры "продырявленного поля", характеризующие двигательную активность, разделили на вертикальную и горизонтальную. Количество фекальных болюсов рассматривали отдельно. Горизонтальную активность составляли такие поведенческие акты, как локомоция, движение на месте; вертикальную – вертикальная стойка, свисание и заглядывания в отверстия. Как горизонтальная, так и вертикальная активность экспериментальных животных существенно различалась и по этим критериям животных контрольной группы разделены на три подгруппы, отличающиеся по уровню выраженности ориентировочно-исследовательского поведения и степени тревожности. Исходя из литературных данных, можно считать, что животные с высокой спонтанной локомоторикой отличаются от крыс с низкой выраженностью этого показателя большей ориентировочно-исследовательской активностью, а значит и меньшим уровнем тревожности. Полученные данные представлены в таблице.

Таблица

Распределение самцов (n=24) и самок (n=25) в популяции на группы по уровню тревожности

Уровень тревожности	Самки, %		Самцы, %	
	контроль	опыт	контроль	опыт
низкий	8	24	12,5	16,7
средний	80	44	66,7	58,3
высокий	12	32	20,8	25

В контрольных исследованиях изучаемая популяция по уровню тревожности разделилась следующим образом: низкую тревожность показали 8% самок и 12,5% самцов, высокую – 12% самок и 20,8% самцов, средний уровень тревожности был зафиксирован у 80% самок и 66,7% самцов.

Из таблицы видно, что количество "депрессивных" животных возросло после применения к исследуемым популяциям моделей депрессии на 20% у самок и 4,2% у самцов. В то же время произошло и увеличение группы животных с низким уровнем тревожности. Так, у самок количество крыс с низким уровнем тревожности возросло до 24% в популяции, а у самцов – до 16,7%. Такие перераспределения произошли за счет "распада" группы животных со средним уровнем тревожности, что указывает на неустойчивость этих животных к воздействиям стрессовых факторов.

Проведенные эксперименты позволили сделать ряд выводов: учитывая, что экспериментальные животные содержались в одинаковых условиях с момента рождения и получали одинаковую пищу, проведенный эксперимент позволил сделать вывод о том, что предрасположенность к развитию психической депрессии является генетически детерминированной. Эмоциональный стресс вызвал развитие депрессии у животных с высокой тревожностью и у части субпопуляции со средним уровнем тревожности, что указывает на неустойчивость последней. Используемые в эксперименте модели эмоционального стресса позволяют выделить животных, склонных к развитию психической депрессии для последующей апробации фармакологических препаратов антидепрессантного действия.

## ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОСТСИНАПТИЧЕСКИХ NMDA-РЕЦЕПТОРОВ ПРИ ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ ДЕПРЕССИИ

К.И. Кузнецов, М.С. Шипшина, И.Э. Кузнецов  
Донецкий национальный университет

**Введение.** В последнее время все более актуальной становится проблема адекватной фармакологической регуляции и коррекции депрессивных состояний. Изучение нейрофизиологических механизмов развития депрессий и экспериментальное моделирование психопатологических состояний у животных позволяет осуществлять направленный поиск антидепрессантов.

Любой психический процесс основан на межклеточной передаче нервных импульсов, химическая природа которой подтверждена многочисленными исследованиями. В частности, глутаматергический механизм передачи возбуждения связан с активацией постсинаптических ионофорных глутаматных рецепторов, селективными лигандами-агонистами которых являются N-метил-D-аспартат (NMDA) и 1-амино-3-гидрокси-5-метилизоксазолпропионовая кислота (AMPA). По своим свойствам NMDA-компонент постсинаптического ответа нейронов у депрессивных животных отличается от таковых у нормальных. Возникает вопрос: изменяются ли NMDA-рецепторы вследствие развития депрессии или они остаются тождественными для нормальных и депрессивных животных?

Целью данной работы является изучение причин предполагаемого изменения состояния NMDA-зависимых глутаматных рецепторов зернистых клеток медиального перфорантного пути (МПП) дорсального гиппокампа у депрессивных животных.

**Методика.** Исследования проводили на переживающих поперечных срезах дорсального гиппокампа беспородных белых крыс в возрасте 6-8 недель. Поведенческую стресс-индуцированную депрессию вызывали пятисуточной социальной изоляцией животных. После декапитации быстро выделяли головной мозг крысы, который помещали в охлажденный до 4–6°C препаративный раствор с целью ингибирования процессов метаболизма. После 1,5-минутной экспозиции мозга в препаративном растворе выделяли блок, содержащий дорсальный гиппокамп обоих полушарий. Блок фиксировали на предметном столике вибротома и изготавливали срезы толщиной 400—500 мкм. Из срезов выделяли участки дорсального гиппокампа с удаленной СА3 областью (пирамидные клетки этой области обладают высокой судорожной активностью), но содержащие gyrus dentate (GD). После выделения срезы помещали для адаптации в преинкубационную камеру, заполненную раствором Кребса. Раствор постоянно насыщали карбогеном — газовой смесью, содержащей 95% O<sub>2</sub> и 5% CO<sub>2</sub>.

Спустя 60 минут инкубации отдельный срез переносили в рабочую камеру, где его суперфузировали раствором Кребса, насыщенным карбогеном. Для регистрации популяционных возбуждающих постсинаптических потенциалов (пВПСП) использовали стеклянные микропипетки сопротивлением 1–2 МОм, заполненные раствором 2М NaCl. Внеклеточное отведение производили от участков средней трети молекулярного слоя GD. Исследуемые пВПСП зернистых клеток GD вызывали толчками электрического тока прямоугольной формы с интервалом 50 мс. Стимуляция осуществлялась с помощью биполярного нихромового электрода в области МПП дорсального гиппокампа. Потенциалы усиливали по переменному току, оцифровывали с помощью 16-битового АЦП и регистрировали на магнитном диске компьютера.

После регистрации контрольных пВПСП переходили к регистрации отдельных их компонентов. Для выделения AMPA-компонента пВПСП срезы суперфузирвали раствором Кребса, содержащим 50 мкМ/л D-2-амино-5-фосфоновалериановой кислоты (D-APV) — блокатора NMDA-рецепторов. Для выделения NMDA-компонента срезы суперфузирвали раствором Кребса, содержащим 10 мкМ/л 6,7-динитрохиноксалина-2-диола (DNQX) — блокатора AMPA-рецепторов, 50 мкМ/л пикротоксина — блокатора ГАМК-рецепторов, 1 мкМ/л глицина — коагониста NMDA. Затем переходили к регистрации пВПСП под действием нарастающих концентраций D-серина (1 мкМ/л; 2 мкМ/л; 4 мкМ/л) — агониста глицин-связывающего сайта NMDA-рецептора; и TCB-2415 (1 мкМ/л; 3 мкМ/л; 10 мкМ/л) — блокатора глицин-связывающего сайта NMDA-рецептора.

**Результаты.** Постсинаптический ответ зернистых клеток GD, вызываемый стимуляцией МПП состоит из AMPA- и NMDA-компонентов (рис. 1).

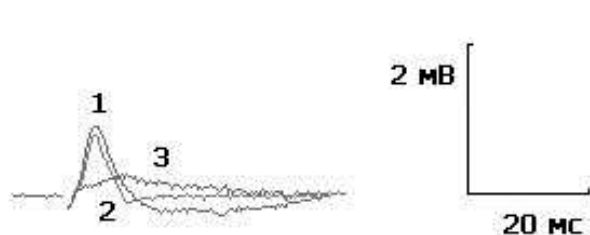


Рис. 1. Популяционные ВПСП зернистых клеток GD.

1 — пВПСП зернистых клеток GD; 2 — его AMPA-компонент; 3 — его NMDA-компонент.

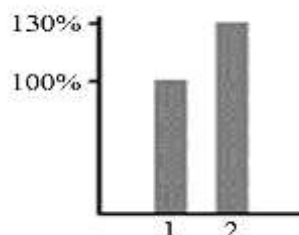
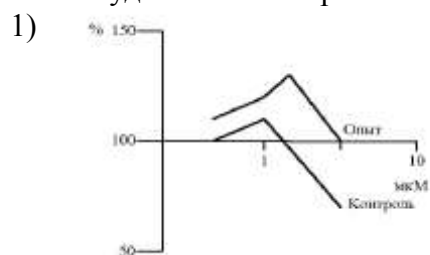


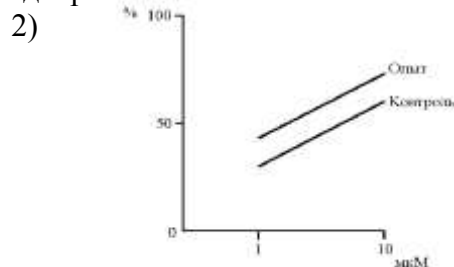
Рис. 2. Сравнение NMDA-компонента пВПСП контрольных и депрессивных животных.

1 — амплитуда NMDA-компонента пВПСП контрольных животных; 2 — амплитуда NMDA-компонента пВПСП депрессивных животных.

При поведенческой депрессии, амплитуда NMDA-компонента по отношению к амплитуде пВПСП возрастает на 30% (рис. 2). У депрессивных животных:



NMDA-рецепторы становятся более чувствительными к D-серину — агонисту их глицин-связывающего сайта



NMDA-рецепторы становятся более чувствительными к TCB-2415 — блокатору их глицин-связывающего сайта.

Если бы депрессия повышала сродство глицин-связывающих сайтов NMDA-рецепторов к агонистам, то это сродство бы уменьшалось для блокаторов. Это не соответствует действительности.

**Выводы.** Наблюдаемые изменения являются результатом нарушения функции глии и уменьшения продукции эндогенного D-серина (одна из функций глии — синтез D-серина из L-серина и насыщение им синаптического пространства). Нарушается

связывание D-серина с глицин-связывающим сайтом NMDA-рецепторов, поэтому усиливаются эффекты как агонистов, так и блокаторов этого сайта.

## МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССА НИТРОВАНИЯ ТОЛУОЛА И КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ПУТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Е.Ю.Билецкий, В.В.Ошовский

Донецкий национальный технический университет

Основную массу тринитротолуола в промышленности получают титрованием толуола. Процесс проводят в каскаде реакторов объемного типа с перемешиванием (механическим или пневматическим). Этот процесс является пожароопасным и взрывоопасным (толуол – легковоспламеняющаяся жидкость, динитротолуол и тринитротолуол – бризантные взрывчатые вещества).

В настоящее время в промышленности для обеспечения безопасности производства каждый реактор оборудуется датчиком температуры. При достижении некоторой критической температуры, которая может привести к воспламенению или взрыву, содержимое реактора сливается в предохранительную емкость, где разбавляется большим количеством холодной воды. Применение автоматического регулирования процесса нитрования теоретически может позволить избежать аварийных случаев перегрева и сброса смеси и предотвратить потерю сырья. Идея автоматического управления заключается в непрерывном измерении температуры и на основании результатов измерений регулирование скорости протекающей реакции.

На качество получаемого тротила в большой степени влияет содержание несимметричных тринитротолуолов, которые образуются главным образом из мета-нитротолуола. Образование мета-нитротолуола сильно зависит от температуры, при которой протекает первая стадия нитрования – при 25 °С образуется 2,5-3% мета-нитротолуола, при 50 °С – 4,5-5,0%, выше 80 °С – больше 6% мета-нитротолуола. Значит, понижение температуры проведения первой стадии реакции будет способствовать повышению качества производимого тротила.

Для исследования возможности управления процессом нитрования была построена математическая модель процесса. Модель предназначена для расчета изменения состава и температуры реакционной смеси с течением времени. Модель включала дифференциальные уравнения, описывающие само химическое превращение и тепловые эффекты реакции. Так как процесс нитрования гетерогенный, то в модель были введены уравнения диффузионного переноса. В общем виде система дифференциальных уравнений, описывающих процесс, имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{dc_i}{d\tau} = w_i + K \cdot F(c_i - \tilde{c}_i) \\ \frac{dt}{d\tau} = \frac{\sum dc_i \cdot \Delta H_i}{C_p} \end{cases}$$

где  $\frac{dc_i}{d\tau}$  – изменение концентрации  $i$ -го компонента смеси;

$w_i$  – скорость химической реакции;

$K$  – коэффициент диффузии;

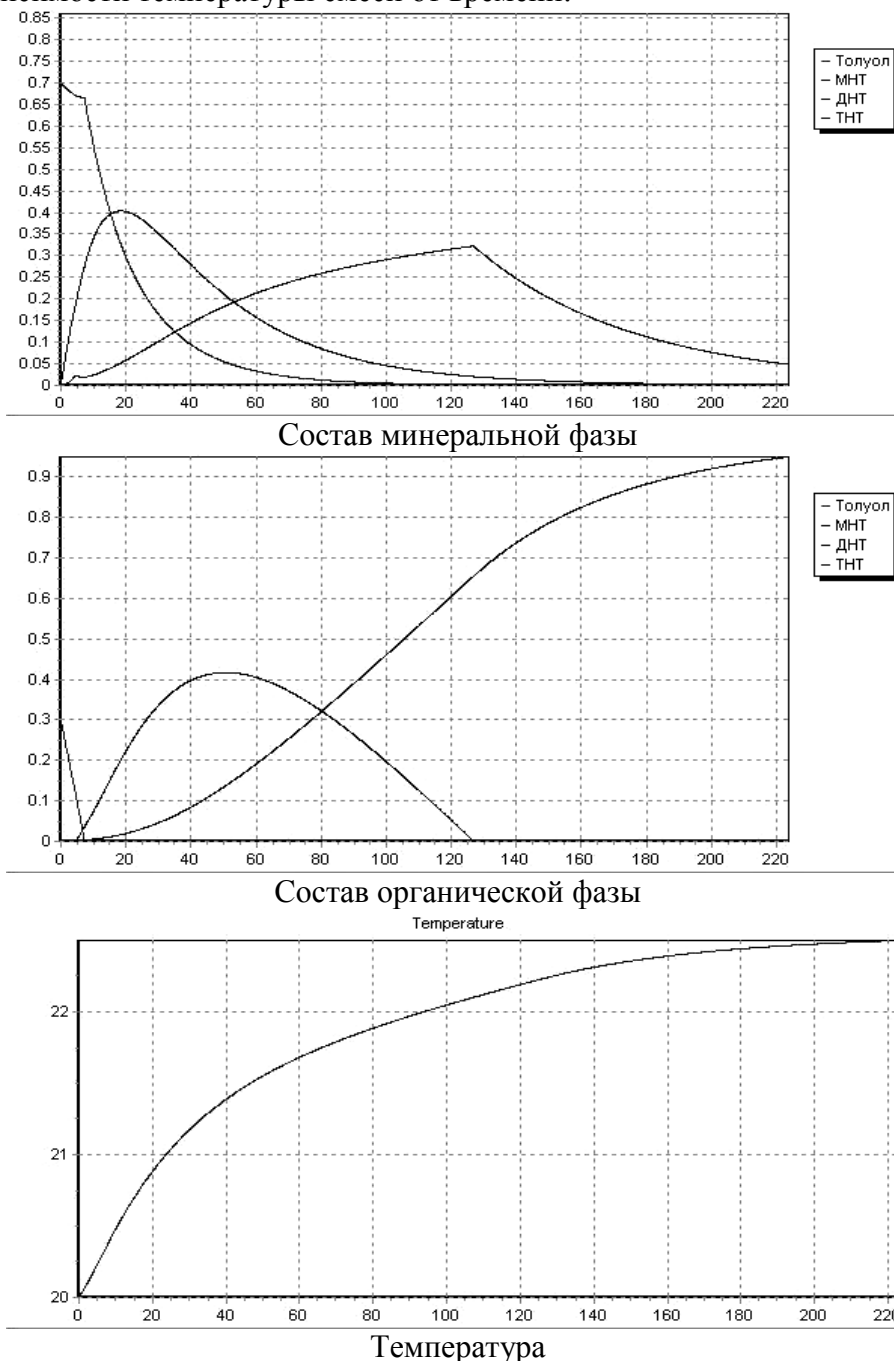
$F$  – поверхность раздела фаз;

$\tilde{c}_i$  – равновесная концентрация  $i$ -го компонента;

$\Delta H_i$  – тепловой эффект  $i$ -ой стадии реакции;

$C_p$  – общая теплоемкость смеси.

В результате программной реализации математической модели были получены графики распределения концентраций каждого компонента реакционной смеси и график зависимости температуры смеси от времени:



Как видно, основной разогрев смеси происходит во время протекания первой стадии реакции (нитрование толуола до мононитротолуола). Эта же стадия является самой быстрой. Остальные стадии протекают намного медленнее, и разогрев смеси вследствие их протекания не такой быстрый. Поэтому для выравнивания времени протекания стадий нитрования целесообразно проводить нитрование на первой стадии при низкой температуре, а вторую и третью стадию – при повышенной температуре.

## **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПРОМИСЛОВОГО РЕГІОНА В КОНТЕКСТІ НЕДОТРИМАННЯ ПАЛИВА ТЕС**

О.Ю. Мотрошилов, О.М. Лясковец, Д.Л. Безбородов  
Донецький національний технічний університет

В теперешній час існує велика проблема недоотримання палива електричними станціями у наслідку плутанини і хаосу на ринку енергетичного вугілля. Це все призводить до того, що ЕС переходять на режим роботи «з коліс», тобто працюють практично без запасу. Як наслідок - відсутність належного контролю за якістю палива, погіршення роботи устаткування, збільшення обсягів викидів небезпечних речовин в атмосферу. Тому питання екологічної безпеки промислових регіонів є дуже актуальним в теперешньому сьогодні.

Вугільні підприємства Донецької області здатні поставляти для теплових електричних станцій 1,5 млн т, однак у свою чергу електричні станції беруть не більш 1,2 млн т. При цьому, енергетики повинні поповнювати припаси на складах на 300 тис. т щомісяця, тому що місячна потреба теплових електричних станцій 1-1,1 млн т.

До 2003 року включно, витрата вугілля на ТЕС була нижче рівня постачань. Із січня по грудень 2004 року на теплові електростанції, що входять до НАК, надійшло 24,9 млн. т вугілля, замість запланованих 26,7 млн. т. Одночасно зменшилися до 67,7 тис. т/сут середньодобові надходження вугілля на ЕС. Витрата палива перевищила постачання, що привело до скорочення резервних запасів і на початку 2005 року на складах ТЕС знаходилося 1,9 млн. т, замість запланованих 3 млн. т.

Рівень постачань вугілля на ТЕС відповідає плановому балансу, що достатній для стабільної роботи національної енергетики. Зважаючи на те, що енергетичний баланс держави включає усі види енергоносіїв, то при надходженні газу нижче планованих обсягів додаткова витрата вугілля на ТЕС торік у першу чергу забезпечила зростання обсягів виробництва електричної енергії. Але з виникненням проблем поставок природного газу, рівень споживання останнього значно зменшується, збільшуючи частку вугілля в енергетичному балансі електричних станцій.

Аналіз стану промисловості довів, що серйозна проблема виробників електричної та теплової енергії - недопоставки вугілля газової групи (рисунок 1). Дослідження роботи Старобешівської, Кураховської та Вуглегірської ТЕС показали, що можлива причина полягає в тім, що це вугілля подвійного призначення, і воно може бути використане й у виробництві коксу. У 2004 р. електричними станціями було недоотримано 330 тис. т таких вугілля. Виробники електроенергії, що входять до складу НАК «Енергетичної компанії України», за кордоном вугілля не закуповували, тому що це стало невигідно. У Польщі, звідки раніш імпортували вугілля для ТЕС, із вступом у ЄС, вартість 1 т складає 42 євро. Вітчизняне вугілля дешевше. В даний час рівень цін на вугілля для ТЕС коливається від 200 грн до 230 грн. У порівнянні з 2003 р. ціна зросла

на 15-19%, за рахунок наказу Минпаливеноерго, що обумовило рентабельність на рівні 6-8%. Проплата за споживане вугілля склала 97%.

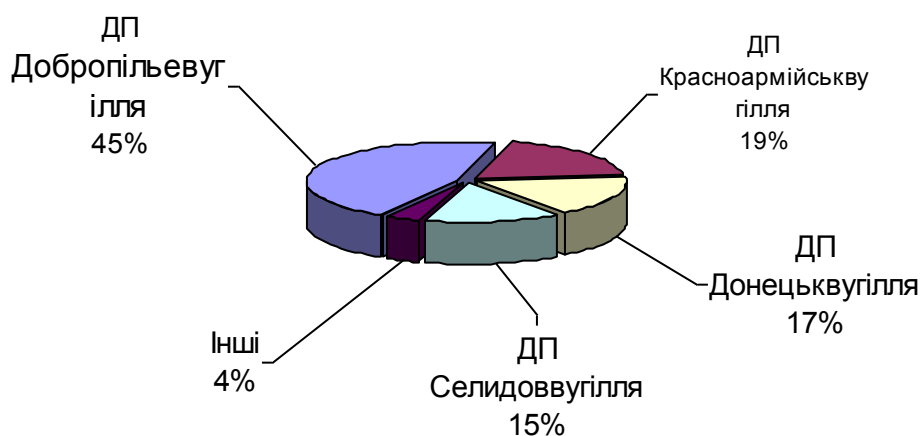


Рисунок 1 – Частка видобутку підприємствами вугілля марки Г

На кафедрі “Промислової теплоенергетики” було проведено аналіз вуглів погіршеної якості, яке споживається тепловими електричними станціями регіону (Старобешівською, Курахівською та Вуглегірською ТЕС тощо). Лабораторні дослідження зольності вугілля за період 01.01.2003 – 01.06.2005 довели, що за 3 роки якість відвантаженого підприємствам вугілля погіршилась і показник зольності досяг 31,9%. (рисунок 2). Таким чином підприємства почали отримувати вугілля нижчої якості ніж раніше, що значно впливає на рівень викидів шкідливих речовин до атмосфери.

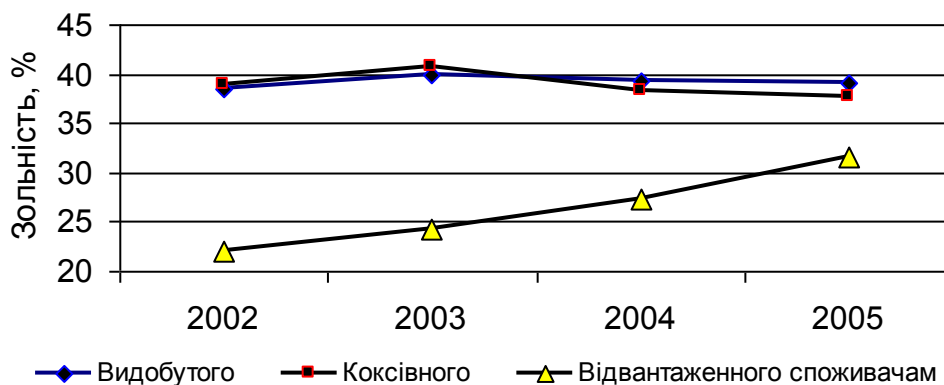


Рисунок 2 – Зольність вугілля видобутого на підприємствах Донецької області, %

Для вирішення питань екологічної безпеки промисловості та промислових регіонів необхідно приділяти увагу грамотному контролю і чіткому керуванню витратами енергетичних ресурсів безпосередньо на станціях, проводити моніторинг якості палива на всіх етапах виробництва електричної та теплової енергії, розробити заходу щодо логістики, залучити кваліфікований керівничий персонал, впровадити служби енергетичного менеджменту.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕРМОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ ПОЖАРООПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ

А. Д. Борисенков, В.В. Ошовский  
Донецкий национальный технический университет

В условиях складского хранения больших масс аммиачно-селитренных взрывчатых веществ (ВВ) переход из одной кристаллической модификации в другую сопровождается выделением довольно большого количества энергии, что может вызвать возникновение пожара и даже взрыва в местах хранения этих веществ. Для предотвращения возникновения этих явлений и определения количества теплоты, выделяющейся при таких переходах, применяется термографический метод анализа.

Термографический метод основан на изучении процессов, возникающих при нагревании или охлаждении вещества. Параметры этих процессов определяются по тепловому эффекту с помощью автоматической записи температуры или визуального контроля.

Основная область применения термографии – качественный анализ минералов и горных пород и других веществ. Для аммиачно-селитренных ВВ, применяемых в горном деле и при добыче полезных ископаемых, определяются важнейшие из параметров термической стойкости, которые характеризуются температурой фазовых переходов и начала термического разложения. Эти параметры, в свою очередь, определяют область применения этих ВВ, температурные диапазоны, время выдержки при определенных условиях, количество теплоты, способное выделиться при переходе из одной кристаллической структуры в другую.

Наиболее современным и совершенным методом термографических исследований является метод дифференциально-термического анализа. Дифференциально-термический анализ (ДТА) – метод исследования физических и химических превращений, сопровождающихся выделением или поглощением тепла. Сущность метода заключается в измерении разностей температур между исследуемым и эталонным образцами при их одновременном и идентичном нагреве или охлаждении.

Интенсивное развитие современных компьютерных технологий и микроэлектроники позволило создать автоматизированную установку для проведения ДТА не только в лабораторных условиях. Установка для ДТА (см. рис.1) состоит из печи 4, в которую помещаются два тигля с исследуемым 1 и эталонным 2 образцами, снабженные термодатчиками 3; устройства для регулировки скорости нагрева печи 5, микроконтроллера 6 и персонального компьютера 7.

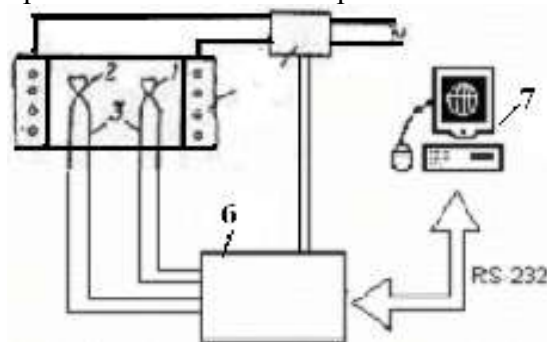




Рис.1 - Схема установки дифференциально-термического анализа аммиачной селитры

Основным элементом, позволяющим автоматизировать процесс анализа, является микроконтроллер, который представляет собой преобразователь измеряемой аналоговой величины в дискретную, "понятную" для компьютера. Измеренная температура каждого из образцов и разница этих температур оцифровывается при помощи микроконтроллера. Преобразованные данные передаются через последовательный интерфейс RS-232 на персональный компьютер, где в специализированной программной среде LabView происходит их обработка и строится график. Одновременно микроконтроллер позволяет обеспечить контроль скорости нагрева и, благодаря обратной связи компьютера с нагревательным устройством, регулировать ее.

В случае если построения термограммы не требуется, а необходимо лишь осуществлять визуальный контроль изменения разности температур двух образцов и выявлять температуры точек перехода, из схемы установки может быть исключен ПК, что придает ей дополнительную мобильность и автономность. Контроль параметров в этом случае может проводиться визуально на ЖК-дисплее, связанном с микроконтроллером.

При одинаковой температуре двух образцов выходной сигнал будет равен нулю, а при протекании эндо- и экзотермических реакций в исследуемом образце на термограмме при температурах модификационных переходов появятся пики, направленные в ту или иную сторону.

Типичная термограмма ДТА аммиачной селитры при нагревании приведена на рис.2 (кривая 1—запись дифференциальной температуры, кривая 2—запись температуры исследуемого образца).

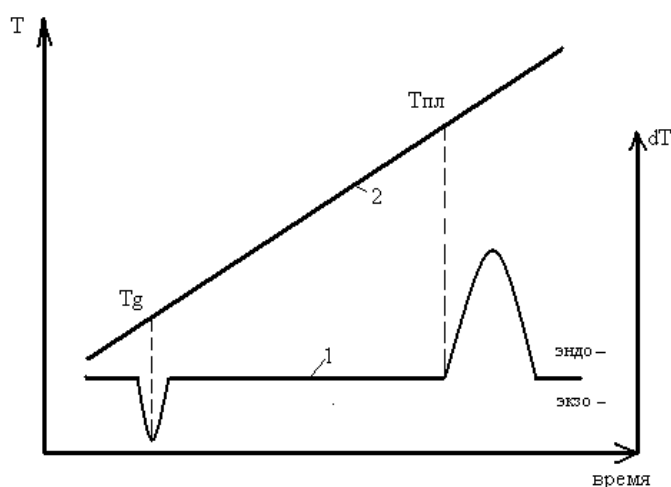


Рис.2 - Термограмма дифференциально-термического анализа аммиачной селитры

В результате проведения эксперимента на разработанной установке и отработки методики измерения удалось установить два термических эффекта:

- изменение кристаллической структуры при температуре  $T_g$  — экзотермический процесс (модификационный переход);
- плавление кристаллической фазы при температуре  $T_{пл}$  — эндотермический процесс.

Разработанная установка дает возможность определить моменты фазовых переходов и характер протекания реакции разложения, что позволяет спрогнозировать

и предотвратить различные негативные последствия, такие, как пожары на складах хранения аммиачной селитры.

## **ВЛИЯНИЕ ПОЛИГОНА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ В Г.КОНСТАНТИНОВКА ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ**

М.П.Мамась, М.В. Ручкина, Ю.А.Проскурня  
Донецкий национальный технический университет

Донецкая область относится к наиболее напряженным в экологическом плане регионам Украины. На ее территории расположены крупнейшие и многочисленные предприятия горнодобывающей, металлургической, химической промышленности, энергетики, тяжелого машиностроения и строительных материалов, эксплуатируется около 300 месторождений полезных ископаемых. Высокая концентрация промышленного, сельскохозяйственного производства, транспортной инфраструктуры вместе со значительной концентрацией населения создали большие нагрузки на биосферу – наибольшие в Украине и Европе. Экологическая обстановка области еще больше осложняется из-за больших объемов накопленных отходов, в том числе и токсичных, большинство из которых не соответствует санитарно-экологическим требованиям.

В административном плане наибольшее количество отходов в Донецкой области расположено в городах Мариуполе, Донецке, Макеевке, Докучаевске, Горловке, Доброполье, Красноармейске, Димитрове, Енакиево и др., Старобешевском и Волновском районах (количество отходов составляет от 1 млн. т до 10,5 млн. т за год). Крупный действующий полигон промышленных отходов находится в городе Константиновка Донецкой области. Местоположение этого полигона - борт балки Клебина с водотоком и разгрузкой подземных вод - способствует воздействию промотвалов на все компоненты окружающей среды.

С целью изучения загрязнения гидросферы и почвогрунтов различными химическими элементами вблизи полигона промышленных отходов в г.Константиновка и оценки его влияния на окружающую природную среду были проведены различные экологические работы. Константиновской СЭС было проведено опробование почвогрунтов для определения содержания в них различных токсичных компонентов. Химический анализ на макрокомпоненты и микроэлементы и спектральный анализ были выполнены в лаборатории Константиновской СЭС. Статистическая обработка результатов анализов осуществлялась авторами в ДонНТУ на кафедре «Полезные ископаемые и экологическая геология».

Результаты анализов показали, что эксплуатация полигона сопровождается активным негативным воздействием на водные ресурсы. Поверхностные водоемы и водотоки в б.Клебина непосредственно участвуют в процессах выщелачивания водорастворимых веществ из промышленных отходов и формируют крайне опасные в экологическом отношении сточные (ливневые) воды, сильно загрязненные хлоридами, сульфатами, азотистыми соединениями, превышающими предельно-допустимые концентрации в 1,2-1,5 раз, цинком, медью, хромом – в 2-10 раз, а также свинцом, сурьмой, нефтепродуктами, мышьяком и другими токсичными элементами и соединениями.

Анализ водорастворимых веществ-загрязнителей в промышленных отходах, показал, что химический состав грунтовых вод формируется в тесной связи с промышленными отвалами. Подстилающие элювиальные грунты дисперсной зоны выветривания карбона являются также проницаемыми, что не исключает возможности интенсивного загрязнения водоносного комплекса средне-верхнекаменноугольных отложений.

Характеристика и оценка качества воды реки Кривой Торец, приведенная на основании результатов ежегодных наблюдений Госкомгидромета за качеством воды реки в п.г.т. Алексеево-Дружковка и в черте города Дружковка, показала, что вода реки характеризуется высокой минерализацией (1018-2300 мг/дм<sup>3</sup>) с преобладанием сульфатов (187-1080 мг/дм<sup>3</sup>) и хлоридов (101-364 мг/дм<sup>3</sup>). В отдельные периоды наибольшая концентрации взвешенных веществ достигали 165-641 мг/дм<sup>3</sup>.

Содержание специфических загрязняющих веществ токсического действия в реке Кривой Торец характеризуется присутствием значительного количества нефтепродуктов - до 1.2-4.55 мг/дм<sup>3</sup> (максимальное превышение ПДК для рыбохозяйственных водотоков составляет 24-90 раз). Максимальное содержание фенолов 0.1 мг/дм<sup>3</sup> также выше ПДК для этого вида водопользования до 100 раз (ПДК =0.001), что указывает на наличие серьезных источников загрязнения, содержащих фенолы. В результате эксплуатации полигона промышленных отходов изменился режим подземных вод (повысился уровень) и происходит загрязнение подземных вод с нарастающим эффектом. Химический состав инфильтрата, формирующийся под активным влиянием промывалов, имеет сухой остаток 48,768 г/л при концентрации водородных катионов, характеризующих водную среду как нейтральную с рН=7,82. По ионному составу вода сульфатно-хлоридная натриевая. Отмечаются в концентрациях, превышающих предельно-допустимые значения, следующие ингредиенты и микроэлементы: Mn - 2,8 ПДК; Fe - 1,8 ПДК; Co - 1,4 ПДК; Hg - 3,6 ПДК; Cd -1,8 ПДК; Al - 1,5 ПДК; NH<sub>4</sub> - 2,4 ПДК; NO<sub>2</sub> - 1,8 ПДК; NO<sub>3</sub> - 1,1 ПДК. Следует отметить, что несмотря на высокую минерализацию, содержание тяжелых металлов в фильтрате не превышает предельно-допустимые концентрации более, чем в 1,5-4 раза. Этот факт обусловлен нейтральностью среды, в которой и катионогенные, и анионогенные металлы образуют оксиды, гидроксиды и др. простые соединения нерастворимые в воде, а следовательно и не мигрирующие в ионной форме с водным потоком.

Почвы в зоне активного влияния полигона промышленных отходов по содержанию тяжелых металлов и сероводорода характеризуются опасным уровнем загрязнения -  $Z_c > 32$  ( $Z_c = 80$ ). Наличие сероводорода обуславливает нарушения физико-химического равновесия в почвах, приводящих к увеличению содержания подвижных форм тяжелых металлов и, как следствие, к интенсификации миграционного процесса загрязнителей по другим компонентам природной среды. В районе промывала содержание тяжелых металлов, таких как Hg, Mn, Sr, Fe, Ba в растениях превышает типичные для растительности значения на 1-2 (и более по Sr) порядка. Концентрация Pb, Cr лишь незначительно выше предельно-допустимых.

Так как полигон промышленных отходов г.Константиновка в настоящее время не только не соответствует требованиям экологической безопасности, но представляет реальную угрозу для окружающей среды как объект, находящийся в аварийном состоянии; конструктивные природоохранные мероприятия требуют серьезных капиталовложений и времени. Основным вопросом, требующим рассмотрения на этом этапе, является объективный сравнительный анализ и оценка эколого-экономической целесообразности консервации определенной части полигона с альтернативой разработки отвалов с целью извлечения утилизируемых видов отходов.

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОД ШАХТЫ ИМЕНИ "КАЛИНИНА" И АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИИ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ ВО ВРЕМЕНИ

О.А. Олексенко, В.В. Черняева  
Донецкий национальный технический университет

При добыче угля горнодобывающее предприятие (шахта) становится интенсивным источником загрязнения окружающей среды, вследствие того, что в окружающую среду попадает огромное количество химических веществ, часть из которых в природных условиях характеризуемого шахтного поля ранее не существовала. Ряд веществ, будучи токсичными, являются загрязнителями. Попадая в почвы, грунты, поверхностные и подземные воды, такие вещества оказывают отрицательное воздействие на свойства почв и грунтов, продуктивность сельскохозяйственных угодий, качество вод и здоровье человека.

С целью оценки интенсивности и масштабов загрязнения на поле шахты им. "Калинина" опробовались поверхностные и шахтные воды, а исследование проводилось – в лаборатории п/о "Укруглегеология".

По результатам проведенных исследований определены содержания токсичных элементов в шахтных и поверхностных водах: фенола – от 0,001 до 0,021 мг/дм<sup>3</sup>, моноэтаноламина – от 0,06 до 0,23 мг/дм<sup>3</sup>, формальдегида – от 0,01 до 0,062 мг/дм<sup>3</sup>, бензола – 0,01–0,02 мг/дм<sup>3</sup>, нефтепродуктов – 0,01–0,25 мг/дм<sup>3</sup>. Роданиды во всех пробах определены в содержании менее 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. Цианиды обнаружены в 1 пробе, отобранной в западном откаточном штрек пласта k<sub>2</sub><sup>2</sup> горизонта –229м, содержанием 0,009 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК-0,1 мг/дм<sup>3</sup>). Содержание остальных определявшихся органических веществ находятся ниже порога чувствительности метода их определения.

В концентрациях выше предельно допустимых в шахтных водах установлены фенол, формальдегид и нефтепродукты. Источниками появления в шахтных водах фенолов можно считать:

- ⇒ уголь, его окисление при добыче в результате механического разрушения;
- ⇒ растительность, ее разложение, поступление продуктов разложения в подземные, а с ними в шахтные воды;
- ⇒ смазочные материалы (масла, эмульсии), их потери при использовании;
- ⇒ атмосферный воздух, загрязненный фенолами.

Причинами появления в шахтных водах нефтепродуктов являются:

- ⇒ присадки и эмульсии, используемые в качестве смазочных материалов;
- ⇒ различные виды минеральных масел и топлива;
- ⇒ природные выделения нефтепродуктов (тяжелые углеводороды);
- ⇒ углероды биогенного происхождения, являющиеся продуктами жизнедеятельности микроорганизмов.

Добыча угля не влияет на наличие в шахтных водах формальдегида. Присутствие его в значимых содержаниях может быть связано с работами в красочных цехах и с общей техногенной нагрузкой на площади Донецко-Макеевского угленосного района, в т.ч. шахтного поля.

Наличие азота, входящего в состав аммонийных, нитридных и нитратных соединений в шахтных водах указывает на загрязнение воды продуктами распада растительного и животного происхождения. Повышенное количество ионов аммония

указывает на загрязнение воды органическими соединениями. Содержание  $\text{NH}_4$  в шахтных водах колеблется в пределах от 0,01 до 4,0 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК=2 мг/дм<sup>3</sup>), в содержаниях, превышающих ПДК, определено в пробах воды, отобранных в стволах и в местах поступления воды из погашенных выработок.

Нитриты, являющиеся промежуточными продуктами биохимического окисления аммиака или восстановления нитратов, в шахтных водах находятся в содержаниях от 0,01 до 1,5 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК=3,3 мг/дм<sup>3</sup>).

Нитраты также являются показателями разложившихся органических веществ. Основная масса нитратов накапливается в почвенном покрове в результате загрязнения промышленными и бытовыми стоками городов, поселков, промышленных предприятий. Присутствие в шахтной воде  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{NO}_2^-$  свидетельствует о современном загрязнении, а присутствие  $\text{NO}_3^-$  показывает, что загрязнение произошло давно и вода подверглась самоочищению. В пробах воды, отобранных в горных выработках шахты, содержание  $\text{NO}_3^-$  колеблется от 0,1 до 63,4; а в клетевом стволе достигает 100 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК=45 мг/дм<sup>3</sup>).

Показателем загрязненности воды органическими веществами является также окисляемость, величина которой достигает 24,2 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК=4 мг/дм<sup>3</sup>).

Технические показатели шахтной воды практически все превышают ПДК (таблица №1). Общешахтная вода вспенивающаяся ( $F > 200$ ), коэффициент вспенивания  $F$  составляет 1405-5991, (преобладает  $F > 250$ ), с большим количеством твердого котельного осадка ( $K_n > 5$ ), неудовлетворительная для ирригационных целей ( $K_a > 1,2$ ).

Таким образом, в шахтных водах, находится целый ряд элементов, содержание которых превышает предельно допустимые концентрации, при добыче полезного ископаемого они оказывают отрицательное влияние на окружающую среду.

Таблица 1. Макрокомпонентный состав общешахтных вод.

Макрокомпоненты	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>	Содержание в общешахтной воде, мг/дм <sup>3</sup>	Коэффициент превышения ПДК
Минеральный состав	1000	2746-3402	2,7-3,4
Натрий	200	800-1164	4,0-5,8
Хлориды	350	436-770	1,2-2,2
Сульфаты	500	822-1030	1,6-2,0

Кроме того, нами проведен анализ тенденции изменения во времени содержания токсичных элементов в шахтных водах, который показал, что процесс загрязнения шахтных вод носит накопительный характер.

Загрязнение шахтных вод промышленными химическими веществами происходит за счет работы шахтного оборудования, при пылеподавлении и дегазации добычных участков.

Поверхностные воды значительно чище, на что указывают пробы взятые в прудах отстойниках и в естественных водоемах.

По результатам исследований установлено, что в шахтных водах находится целый ряд элементов, содержание которых превышает ПДК. В большинстве случаев концентрации токсичных элементов и органических соединений превышает ПДК в среднем в 2-10 раз.

Установлено, что наиболее высокие содержания вредных веществ в шахтных водах по таким элементам, как никель, фосфор, титан и марганец.

## ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИНЕРТНЫХ ПРИМЕСЕЙ НА ВЗРЫВЧАТЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ АММОНИТНОГО ТИПА

Ю.В. Подоваленко, Ю.В. Манжос  
Донецкий национальный технический университет

Энергия, выделяющаяся при взрыве взрывчатых веществ (ВВ) в шпурах, лишь частично расходуется на совершение механической работы. Неиспользованная часть энергии может оказаться достаточной для того, чтобы вызвать вспышку и взрыв метановоздушной или пылевоздушной смеси в шахте.

Одним из важнейших мероприятий для обеспечения безопасности работ в угольных шахтах, опасных по газу и пыли, является применение специальных ВВ, уменьшающих вероятность воспламенения рудничной атмосферы. Такие ВВ называют предохранительными, или антигризутными (от французского слова grisou – рудничный газ).

Предохранительность ВВ обеспечивается путем введения в рецептуру определенного количества инертных примесей, снижающих до нужного уровня взрывчатые характеристики ВВ, такие как теплота взрыва, скорость детонации. В качестве инертных примесей широко используются хлориды щелочных металлов - наиболее активные компоненты для ингибирования вспышек метановоздушной смеси. Особенно часто в качестве такой добавки используют хлорид натрия (NaCl). Например, современные предохранительные ВВ IV класса содержат до 21% инертных добавок, из которых от 15 до 20% составляет NaCl.

К.К. Андреев указывает на способность хлоридов щелочных металлов снижать в составе продуктов взрыва содержание окислов азота, являющихся положительным катализатором в реакции окисления метана и очень токсичными газами, оказывающими вредное влияние на окружающую среду. Окислы азота являются гораздо более ядовитыми газами, чем оксид углерода, потому снижение их количества в газообразных продуктах взрыва является целесообразным для уменьшения вредного влияния на окружающую среду.

Рассмотрим влияние содержания инертных примесей на скорость детонации и теплоту взрыва ВВ на примере ВВ аммонитного типа.

В МакНИИ был проведен ряд экспериментов по исследованию влияния количественного содержания NaCl на скорость детонации с использованием модельных составов, основу которых составлял аммонит с содержанием тротила - 20% и аммиачной селитры марки ЖВ - 80%. В указанную основу вводилось различное содержание NaCl, и определялась скорость детонации, по методу ионизационных датчиков. Также были проведены исследования влияния увеличения содержания соли в составе ВВ на теплоту взрыва и объем газообразных продуктов взрыва. Теплота взрыва составов и объем газообразных продуктов взрывчатого превращения определены расчетным путем. Результаты экспериментов представлены на рисунках 1 и 2.

Из графика на рис.1, а) видно, что с увеличением содержания в составе ВВ NaCl теплота взрыва с 4316 кДж/кг при нулевом содержании NaCl (аммонит 6ЖВ – II класс, ВВ взято в качестве нулевой точки) достаточно резко снижается до 1676 кДж/кг при содержании NaCl в составе 60% (аммонит ПЖВ-20). Зависимость теплоты взрыва от содержания NaCl в составе ВВ - первого порядка, т.е. имеет вид прямой линии и

описывается уравнением, приведенным на графике и справедливым только для исследованного интервала значений.

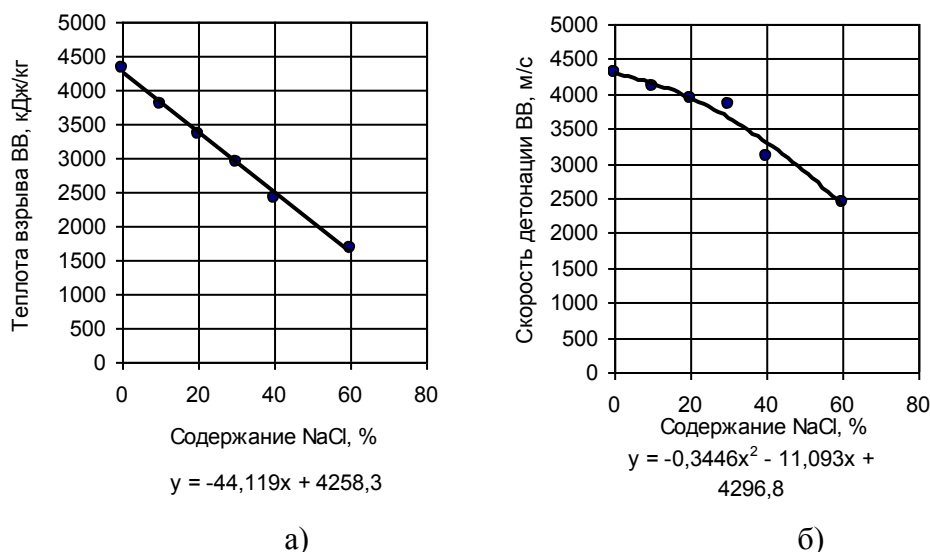


Рисунок 1 – Влияние содержания NaCl в составе ВВ на: а) теплоту взрыва и б) скорость детонации

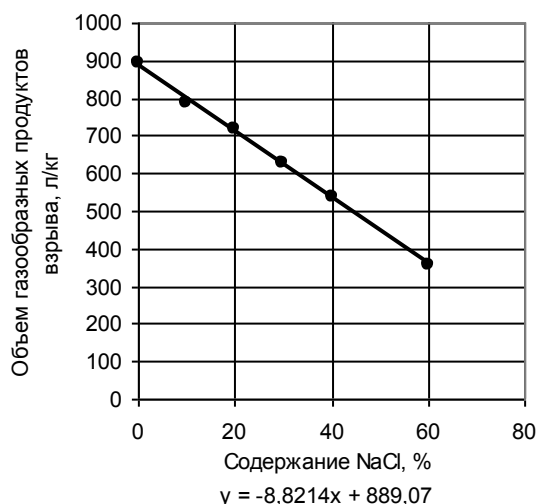


Рисунок 2 - Влияние содержания NaCl в составе ВВ на объем газообразных продуктов взрыва

Кривая скорости детонации (рис.1,б) описывается зависимостью второго порядка. Тенденция снижения скорости детонации от 0 до 30% NaCl в составе нерезкая, а начиная с 30% и до 60% NaCl скорость детонации падет более резко с 3850 м/с (30%) до 2431 м/с (60%). Объем газообразных продуктов взрыва с увеличением содержания NaCl также снижается, и зависимость имеет вид прямой линии. При содержании NaCl 60% объем газообразных продуктов, содержащих токсичные газы всего 358 л/кг (ПЖВ-60) в пересчете на СО условно около 55 л, а это в 2,5 раза меньше, чем у аммонита 6ЖВ – 895 л/кг, что является неплохим результатом в свете экологических проблем, связанных с загрязнением окружающей среды.

Полученные в работе результаты будут в дальнейшем использованы при разработке новых высокопредохранительных и экологически чистых ВВ.

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕРМЕТИЧНОСТІ ІЗОЛЮЮЧИХ АПАРАТІВ, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Д.І. Савельєв, В.М. Стрілець  
Академія цивільного захисту України

Реалізація положень Закону України "Про правові засади цивільного захисту" поставила нові завдання перед оперативно-рятувальними підрозділами цивільного захисту. Однією з нових задач стала участь особового складу в ліквідації надзвичайних ситуацій, умови яких суттєво відрізняються від найгірших умов пожежі. А саме у відповідності до останніх були сформульовані тактико-технічні вимоги до засобів індивідуального захисту органів дихання, в першу чергу до загального коефіцієнта захисту, який повинен бути не менше 5000. Тобто, невідомо, наскільки робота в таких апаратах є небезпечною навіть при повному дотриманні нормативних вимог. В доповіді показано, що у випадку виникнення однієї із найгірших (з числа можливих) надзвичайних ситуацій: аварії станції нейтралізації компонентів ракетного палива під час його знищення – в її осередку буде стан, який відповідає коефіцієнту токсичної небезпеки 385000.

Аналіз засобів захисту, які є на станції нейтралізації, показав, що основними засобами є фільтруючі протигазу типу ПРВ. Враховуючи те, що надзвичайна ситуація, яка розглядається, буде супроводжуватись пожежею, використання цього типу протигазів не забезпечить захист органів дихання. На озброєнні аварійно-рятувальної команди стоять також протигазу шлангові, але і ці протигазу не можна використовувати при пожежах або інших надзвичайних ситуаціях на станції нейтралізації. Це обумовлено тим, що протигазу цього типу призначені для захисту органів дихання, очей та обличчя під час робіт в ємностях та колодязях, які не пов'язані з рухом на відстань більше 10 м. Праця повинна бути короткочасною (це пов'язано з високим опором диханню). Умови роботи повинні виключити можливість заплутування шлангів. Таким чином, надзвичайні ситуації, які пов'язані з компонентами ракетного палива, є одними із самих найгірших, які можуть бути в Україні, а їх ліквідація вимагає від особового складу оперативно-рятувальних підрозділів роботи в автономних ізолюючих апаратах, загальний коефіцієнт захисту яких повинен бути майже на два порядки більше того, який є нормованим.

В доповіді відмічається, що аналіз тактико-технічних характеристик лицевих частин, їх недоліків та переваг, можливостей застосування під час ліквідації надзвичайних ситуацій дозволяє стверджувати, що автономні ізолюючі апарати, в яких буде працювати особовий склад, можуть бути обладнати шолом-масками  $K_{32} \geq 10^6$  або масками із збитковим тиском в підмасочному просторі  $K_{32} \geq 10^7$ .

Оцінка герметичності регенеративних дихальних апаратів показала, що їх не можна застосовувати, оскільки, наприклад, для апаратів на хімічно пов'язаному кисню при повному дотриманні вимог заводу-виробника розрахунки показали, що можливий підсос буде  $\omega_{n1}(АХПК) \leq 0,00105 \text{ л/хв}$ . Це відповідає при виконанні роботи середнього ступеня важкості ( $\omega_n = 30 \text{ л/хв}$ .) коефіцієнту захисту апарата

$$K_{31} \geq \frac{\omega_n}{\omega_{n1}(АХПК)} = 28567 \ll K_{ТН}(100\%NO_2) = 3,85 \cdot 10^5.$$



Результати обчислень показали, що у разі застосування апаратів на стисненому повітрі (АСП), які відповідають вимогам виробника підсос буде  $\omega_{n1} \leq 0,000081 \text{ л/хв}$ . При легеневій вентиляції біля 40 л/хв. відповідний коефіцієнт захисту АСП

$$K_{31} \geq \frac{\omega_l}{\omega_{n1}} \approx 491733.$$

Тобто апарат на стисненому повітрі має цілком достатній ступінь герметичності. Це стосується і системи „апарат – лицева частина” у разі обладнання АСП маскою з підпором повітря в підмасочному просторі, оскільки в цьому випадку загальний коефіцієнт захисту

$$K_3 (\text{М з підпором}) = \frac{K_{31} \cdot K_{32}}{K_{31} + K_{32}} \geq 468686 > 3,85 \cdot 10^5.$$

В той же час, загальний коефіцієнт захисту системи „апарат – лицева частина” у разі обладнання апарату шолом-маскою буде

$$K_3 (\text{ШМ}) \geq 329638 < 3,85 \cdot 10^5.$$

Тобто, під час ліквідації надзвичайної ситуації, що розглядається в дослідженні, газодимозахисник в апараті на стисненому повітрі, який обладнано шолом-маскою і який відповідає вимогам експлуатаційно-технічної документації, може бути підвержений дії небезпечних чинників компонентів ракетного палива. Проте, в доповіді відмічається, що за умови підвищення вимог до параметрів, які контролюються під час перевірки герметичності, можна забезпечити надійний захист рятувальників і у разі обладнання АСП шолом-масками. Наводяться результати розрахунку кількісних показників, які доцільно забезпечити під час перевірки апаратів. Враховуючи відчутну різницю вартості шолом-масок у порівнянні з вартістю масок із збитковим тиском в підмасочному просторі, такий підхід може мати місце у разі його узгодження між виробником АСП та керівництвом МНС України.

Також наводяться результати експериментальної перевірки результатів, які були отримані аналітичним шляхом. Відмічається, що знайшло експериментальне підтвердження того факту, що апарати на стисненому повітрі можуть забезпечити таку ізоляцію системи "апарат - органи дихання газодимозахисника", за якої в них можна працювати за найгірших умов, що можуть бути в Україні. Але при цьому необхідно мати на увазі наступне: апарат повинен бути оздобленим шолом-маскою або маскою з підпором повітря в підмасочний простір; з'єднання АСП з вибраною лицевою частиною повинно бути штуцерним.

Оскільки штуцерне з'єднання є дуже вимогливим до поводження з ним під час експлуатації, апарати на стисненому повітрі в підрозділах, що будуть першими залучатись до ліквідації, умови яких значно гірші найгірших умов пожежі, повинні закріплюватись індивідуально, а особовий склад оперативно-рятувальних підрозділів повинен самостійно виконувати другу перевірку (під контролем та за допомогою майстрів газодимозахисної служби). Враховуючи велику чутливість підсосу, а відповідно і герметичності апарату до тиску, за якого спрацьовує легеневий автомат доцільно розглянути можливість апаратного зменшення цього тиску до 200 Па. Звернути особливу увагу під час чистки та миття апарату на сушку легеневого автомату. Постійно контролювати відсутність злипання клапану до сідла клапану.

## НЕБЕЗПЕКИ, ПОВ'ЯЗАНІ ЗІ СТІЙКИМИ ОРГАНІЧНИМИ ЗАБРУДНЮВАЧАМИ

О.В.Тіткова, Л.М.Кравченко

Бердянський державний педагогічний університет

Впровадження в Україні Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі (СОЗ) підвищує науковий інтерес до небезпек, пов'язаних із застосуванням хімічних речовин, віднесених до списку СОЗ, а також до розробки плану дій, спрямованих на їх скорочення або ліквідацію.

Умовно СОЗ можна розподілити на три категорії : пестициди, діоксини та поліхлордифеніли.

Погіршення екологічного стану довкілля відбувається не тільки внаслідок розвитку промисловості, а й під впливом екологічно необґрунтованої індустріалізації аграрного виробництва, яка проявляється у збільшенні використання добрив, отрутохімікатів, концентрації відходів тваринницьких комплексів, переробних підприємств, що ускладнюється відсутністю очисних споруд на селі.

Визнаючи високу екологічну ефективність хімічних засобів захисту врожаю, необхідно враховувати, що застосування пестицидів пов'язане з потенціальною загрозою. Циркуляція токсичних речовин в атмосфері, воді, ґрунті, трофічних ланках ланцюга живлення призводить до постійного забруднення біосфери залишковими кількостями пестицидів та продуктів їх трансформації.

Більш чи менш токсичні для біоти пестициди мають різну стійкість в навколишньому середовищі, спрямованість дії, включаючись у великі чи малі біохімічні цикли, мігруючи за елементами ландшафту та трофічним ланцюгом. І хоча застосування цих засобів спрямоване проти шкідників, бур'янів, хвороб рослин та тварин, „ураженою” в кінцевому рахунку є людська популяція, як вища ланка трофічного ланцюга, якщо між обробкою рослин та збиранням врожаїв не дотримано певного терміну, або коли пестициди застосовують у надто високій концентрації.

Діоксини попадають у навколишнє середовище з відходами ряду технологій, де використовується хлор. Так для знезараження та окислення поверхневих вод, які використовують для централізованого питного водопостачання, вже понад 100 років провадять їх хлорування. До середини 70-х років минулого століття вважалося, що споживання хлорованої питної води не викликає негативного впливу на здоров'я населення. Однак у 1974-1975 роках американські вчені-хіміки виявили у питній воді побічні продукти дезинфекції – хлорорганічні сполуки (ХОС), у тому числі тригалометани (ТГМ), а вчені-токсикологи – наявність у них канцерогенних, тератогенних та мутагенних властивостей. На цей час завдяки застосуванню сучасних методів дослідження у хлорованій питній воді виявляють понад 300 летких та нелетких токсичних хлорорганічних сполук.

Результати зазначених досліджень спонукали уряди більшості країн світу ввести жорсткі нормативи вмісту хлорорганічних сполук у питній воді, провадити дослідження з визначення механізму та закономірностей їх утворення і пошуку технологій обробки питної води, альтернативних хлоруванню.

Встановлено залежність утворення ХОС від якості води у зоні водозабору, зокрема від кольорності води і вмісту низькомолекулярних органічних сполук.

Іншим невід'ємним фактором утворення ХОС у питній воді є кількість та хімічний склад хлорагента, що використовують у процесі водопідготовки. Показано, що при утворенні ХОС з органічними сполуками вихідної води взаємодіють молекули активного хлору, насамперед, у вільному стані та у зв'язаному. При надходженні до води активного хлору у вільному стані швидкість реакції взаємодії хлору з органічними сполуками вища.

При цьому інтенсивність хлорування та спектр продуктів, що утворюються у воді, залежать від природи органічної речовини та дози хлоруючого агента.

На зростання кількості ХОС впливає збільшення загального органічного вуглецю у воді, тривалість контакту з хлором, місце вводу хлору на очисних спорудах водопроводу. Найбільша частка ХОС утворюється на стадії первинного хлорування вихідної води, після чого на подальшу очистку вже надходить вода з великою кількістю цих сполук. Як свідчать дані літератури, саме на стадії первинного хлорування у перші години утворюється до 80% хлороформу та інших летких ХОС. За час перебування хлорованої води на очисних спорудах та при застосуванні вторинного хлорування низькими дозами (1-2 мг/л) вміст хлороформу збільшується ще на 10-15%.

Концентрація ХОС може зростати у розподільній мережі, особливо при застосуванні дохлорування води.

Проведені оцінки ненавмисних викладів CO<sub>2</sub> показали, що основними джерелами викидів діоксиноподібних сполук у атмосферу є сміттєспалювальні заводи (69%), підприємства чорної та кольорової металургії (18%), що обумовлюється їх технологічними особливостями.

Ступень токсичності CO<sub>2</sub> визначається ступенем леткості, проникнення крізь шкіру, здатністю до накопичення в організмі, ступенем і швидкістю знешкодження і виділення з організму.

CO<sub>2</sub> є отрутою мутагенної, канцерогенної, тератогенної та ембріотоксичної дії. Клінічна картина хронічної інтоксикації проявляється розвитком функціональних порушень нервової системи за типом токсичної неврастенії, поєднаної з явищами вегетосудинної дистонії, бронхіальної астми, алергічних фарингітів.

Дослідники в галузі епідеміології раку простежують чітку кореляцію між захворюваністю та умовами життя населення різних географічних зон та районів. Це свідчить про важливу роль навколишнього середовища в онкологічній захворюваності населення.

З огляду на це гарантування екологічної безпеки населення вимагає відновлення якості та поліпшення стану довкілля та його ресурсів, упровадження в практику дієвого державного та громадського контролю за додержанням природоохоронного законодавства, екологічних нормативів і стандартів.

Екологізація сільського господарства дає великий соціальний ефект. Це проявляється насамперед у поліпшенні здоров'я населення внаслідок споживання екологічно чистої сільськогосподарської продукції, зменшенні забруднення водних, земельних ресурсів, повітряного басейну.

Екологічно безпечний розвиток повинен бути методологічною основою екологічної освіти у відповідності з міжнародними вимогами, тобто повинна здійснюватись підготовка громадян, і особливо молоді, здатних вирішувати екологічні та соціально-економічні проблеми на основі наукових знань, здорового глузду та загальнолюдського досвіду.

## АВТОТРАНСПОРТ – ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА НОВОАЗОВСЬКОГО РАЙОНУ

М. В. Тарковська, Л. В. Чайка  
Донецький національний технічний університет

Всім відомо, що блакитний купол неба, свіже повітря, аромат квітів наповнюють людину відчуттям бадьорості, життєвими силами, але на сучасному рівні розвитку промислових комплексів, енергетики, транспорту люди, здебільше, позбавлені цього не тільки у великих містах.

У теперішній час щорічні викиди забруднювачів антропогенного походження в атмосферу можна зіставити з їх рівноважним складом у повітрі, при цьому значна частка належить автомобільному транспорту. Наприклад, для чадного газу (СО), що утворюється внаслідок неповного згоряння палива у двигунах автомобілів за останні 50 років зросли майже у 100 разів, а кількість автомобілів у світі щорічно збільшується на 36 млн.

Україна не відстає за цим показником від розвинених країн світу. За даними статистичної звітності транспорт викидає в атмосферу понад 40 % чадного газу, 46% вуглеводнів, 30% оксидів азоту. Разом з тим в багатьох містах та районах України, де промисловість розвинута мало, частка викидів автотранспорту становить від 60 до 90% загальної кількості викидів. Саме до цієї групи належить Новоазовський район, що розташований на південному сході Донецької області, вздовж берега Азовського моря.

У даній роботі представлено аналіз впливу забруднення атмосферного повітря від автомобільного транспорту та наведено розміри соціально-економічних збитків у період 2000-2005 років і прогноз на 2010 рік.

Для розрахунку кількості викидів забруднюючих речовин була використана формула:

$$Q_i = Q_t \times V_i, \quad (1)$$

де  $Q_t$  – кількість спаленого палива, т/рік;

$V_i$  – питома кількість викидів при спалюванні 1 т бензину, т/т

Результати розрахунків кількості викидів забруднюючих речовин представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Динаміка викидів і прогноз кількості основних забруднюючих речовин в атмосферному повітрі від автомобільного транспорту

Роки	Основні шкідливі речовини, т/рік		
	СО	NO <sub>2</sub>	СmHn
2000	955,2	63,7	159,2
2003	1364,6	91,0	227,4
2005	1910,3	127,4	318,4
2010	9551,5	636,5	1591,9

З урахуванням того факту, що в недалекому майбутньому слід очікувати різкого зростання парку автотранспортних засобів, логічно припустити збільшення викидів забруднюючих компонентів, які негативно впливають на навколишнє природне

середовище та здоров'я населення. Як складова Надазов'я, територія Новоазовського району є зоною рекреації, що приваблює певну частину людей не тільки з Донбасу, але й з інших куточків країни. Тому особлива увага була звернена на те, що протягом літніх місяців чисельність населення цього району збільшується майже втричі через незбалансовані потоки відпочиваючих.

Для оцінювання соціально економічних збитків, які щорічно завдаються Новоазовському району автомобільним транспортом, розрахунки проводилися за формулою:

$$Y_{atm.} = \gamma \times \sigma \times \sum_{i=1}^n G_i \times R_i \times f, \quad (2)$$

де  $Y_{atm.}$  - оцінка збитку від забруднення атмосфери, грн./рік;

$\gamma$  - величина, що визначає завдану шкоду однією умовною тонною забруднюючих речовин, грн./умовн.т, ( $\gamma = 3,3$  грн./умовн.т);

$\sigma$  - безрозмірний коефіцієнт відносної небезпеки, приймається залежно від території забруднення, ( $\sigma = 10$ );

$f$  - безрозмірний коефіцієнт, що враховує характер розсівання газоподібних забруднюючих речовин та частинок в атмосфері, ( $f = 1,49$ );

$G_i$  - маса  $i$ -ї забруднюючої речовини, що викидає автомобіль за певний період, умовні тони;

$R_i$  - коефіцієнт відносної агресивності забруднюючої речовини ( $R_{CO} = 1,0$ ;  $R_{NO2} = 41,1$ ;  $R_{CmHn} = 3,16$ ).

Результати розрахунку наведені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Величина соціально-економічного збитку від автотранспорту в Новоазовському районі

<b>Роки</b>	<b>Величина соціально-економічного збитку, грн.</b>
2000	<b>200433,7</b>
2003	286330,9
2005	400862,6
2010	2003893,1

Можливість порівняти розміри збитків та витрат, спрямованих на запровадження заходів щодо зменшення негативного антропогенного тиску на довкілля від автомобільного транспорту, вирішує проблему визначення ефективності попереджуючих природоохоронних заходів та розробки ефективних методів регулювання забруднення довкілля.

Таким чином, одержані результати дозволяють зробити висновок, що протягом наступних п'яти років екологічний стан атмосферного повітря у Новоазовському районі різко погіршиться, якщо не ввести систему спеціальних цілеспрямованих природоохоронних заходів. Наприклад, ретельне нормування екологічних показників автомобілів та їх двигунів на стадії виробництва, а також в процесі експлуатації, тобто перевірка відповідності кількості шкідливих викидів нормам.

## РТУТЬ В УГЛЯХ ДОНБАССА

И.Н. Фенюшина, Ю.Б. Панов  
Донецкий национальный технический университет

Угли Донбасса содержат различные примеси, такие как сера, мышьяк, сурьма, кадмий, хром, бериллий, селен, ртуть и др. Характерной особенностью Донбасского региона является повышенная концентрация мышьяка и, особенно, ртути, что объясняется условиями угленакопления, происходившего на фоне дегазации мантии по зонам глубинных разломов и обогащением углей различными металлами при формировании в осадочной толще ртутных месторождений типа Никитовского.

Ртуть – серебристый жидкий металл, основной минерал – киноварь. Ртуть относится к первому классу опасности химических элементов.

Использование углей, обогащенных ртутью, на металлургических, коксохимических заводах и в других промышленности, а также при бытовом его использовании, привело к загрязнению окружающей среды Донецкого региона мышьяком, ртутью и другими токсическими веществами.

В данной работе рассмотрены результаты анализов ртути в углях при помощи атомно-абсорбционного фотометра РАФ – 1М. Этот прибор предназначен для проведения экспрессных анализов порошковых проб на содержание ртути, а также для анализов и проб воздуха. Диапазон определяемых количеств ртути  $1\text{-}7\cdot 10^{-7}\text{г}$  ( в порошковых пробах  $3\cdot 10^{-7}\text{-}5\cdot 10^{-7}\%$ ; в водных растворах  $0,0002\text{-}0,04$  мкг/мл). Относительная погрешность анализа твердых проб не более 30% при содержании  $10^{-7}\text{-}10^{-5}\%$ . Время выполнения одного определения не более 1 мин.

Процесс измерения содержания ртути в твердых пробах состоит из двух операций:

- термическая возгонка ртути в печи при  $700^{\circ}$  и поглощение паров ртути сорбентом. В качестве сорбента может выступать раствор йода с КJ, а также поглощение паров ртути может осуществляться на золотом сорбенте.

- восстановление химически связанной ртути в сорбенте до металлической, перевод ее в газовую фазу потоком воздуха с последующим прокачиванием воздуха с парами ртути через измерительную кювету.

В ряде действующих шахт Донбасса, а также в заброшенных карьерах добычи ртути в районе г. Никитовка были отобраны образцы угля. Такая работа была проведена на трех шахтах: шахта «Глубокая», «Октябрьская» в Донецко-Макеевском районе и шахта «Артема» в Луганском районе. При этом уголь сжигался при температуре  $525^{\circ}\text{C}$  и зола анализировалась комбинированной индуктивной плазменно-атомной эмиссионной спектрометрией и комбинированной индуктивной плазменно-массовой спектрометрией. Для определения содержания ртути в углях использовался метод атомной абсорбции холодного пара.

Самое высокое содержание ртути (см. табл. 1.1) наблюдается в пробах месторождений Никитовки, оно варьируется от 12,8 г/т в образце N-5 (пласт  $g_2$ ) до 25,5 г/т в образце N-1 (пласт  $h_{10}$ ); 1,5-3,5 г/т (пласт  $h_6$ ); 0,31-1,4 г/т (пласт  $h_{10}$ ). В угле пласта  $m_3$  шахты «Октябрьская» содержание ртути составило 0,27 г/т, а наиболее низкие ее содержания отмечены в угле пластов  $k_5$  и  $k_6$  шахты им. Артема в Луганской области – 0,05 и 0,06 г/т соответственно. Из результатов исследования видно, что 11 из 24 (не

учитывая никитовские пробы) образцов не превышает среднее содержание ртути (0,17 г/т) в горючей массе американских битумных углей (по данным Брега и др., 1997)

Таблица 1 – Содержание ртути в угольных пластах Донбасса

Проба	Пласт	Пирит (%)	Hg (0,17), г/т	Проба	Пласт	Пирит(%)	Hg(0,17), г/т
D-1	h <sub>10</sub> верх.	2,23	1,4	N-5	g <sub>2</sub>	0,29	12,8
D-2	h <sub>10</sub> средн	0,52	0,31	G-1	h <sub>8</sub>	0,02	0,24
D-3	h <sub>10</sub> нижн	0,86	0,35	G-2	h <sub>7</sub>	0,01	0,06
D-4	h <sub>6</sub> верх	1,77	1,5	G-3	h <sub>8</sub>	0,05	0,04
D-5	h <sub>6</sub> нижн	0,08	3,5	DZ-1	k <sub>3</sub>	0,29	0,11
D-6	h <sub>4</sub>	0,03	0,06	DZ-2	k <sub>8</sub>	3,20	2,00
D-7	h <sub>6</sub>	2,69	2,3	DZ-3	l <sub>7</sub>	1,21	1,00
D-9	h <sub>8</sub>	0,03	0,07	DZ-4	m <sub>3</sub>	0,03	0,02
O-1	m <sub>3</sub>	1,11	0,27	VB-1	m <sub>1</sub>	2,22	0,21
A-1	k <sub>5</sub>	0,16	0,06	VB-2	m <sub>3</sub>	0,35	0,05
A-2	k <sub>6</sub>	0,03	0,05	L-1	k <sub>5</sub>	0,13	0,30
N-1	h <sub>10</sub>	2.16	25,5	YD-1	c <sub>11</sub>	0,27	0,17
N-4A	h <sub>6</sub>	1,44	22,9	AT-1	l <sub>2</sub>	2,40	0,58
N-4B	h <sub>6</sub>	3,00	15,6	B-1	m <sub>2</sub>	2,00	0,11

Вариации содержания ртути во многом зависят от места отбора пробы. Например, в пробах угольных пластов h<sub>6</sub> и h<sub>10</sub> шахты «Глубокая» наблюдается обогащение серой и ртутью в верхних частях этих пластов, в сравнение с образцами из средних или припочвенных частей пласта. В то время как обогащение металлами – примесями в региональном масштабе является результатом близости крупных разломов, возможно, что вариации в пределах шахтных полей объясняется также наличием зон менее значительных дизъюнктивов, которые могли также являться путями миграции гидротерм.

Подобная закономерность установлена для обогащенных металлами угольных пластов шахты Алабама (США), где повышенные концентрации токсичных металлов связаны с мелкоамплитудными тектоническими разрывами.

Изучение угольных пластов Донбасса в действующих шахтах проводилось для оценки степени обогащения ртутью углей и потенциального воздействия их утилизации на окружающую среду. Как ожидалось, угольные пласты, в пределах Никитовского рудного поля имеют чрезвычайное обогащение, и представляют потенциальную опасность при использовании для внутренних бытовых и промышленных целей.

Необходимо проведение дальнейших комплексных геоэкологических исследований в регионе с привлечением различных методов и систематического контроля за состоянием экологии Донецкого региона..

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА И ЕГО ПРОДУКТОВ

М.П. Мамась, М.В. Ручкина, Ю.В. Масленко  
Донецкий национальный технический университет

Развитие человеческого общества во все времена было связано с использованием разнообразных ресурсов. Степень использования ресурсов определяется потребностями общества. Научно-технический прогресс создал условия и возможности для преодоления естественных ограничителей развития национального хозяйства, в первую очередь, недостатком топливно-энергетического сырья.

Однако в мире наблюдается два взаимосвязанных процесса, нарушающих гармоничное взаимодействие человеческого общества с окружающей средой:

- рост отрицательного взаимодействия хозяйственно-технической деятельности человека на эволюцию биосферы;

- признаки истощения ископаемого горючего (уголь, нефть, газ) на планете.

Исходя из этого возросли экологические требования к технологическим процессам; возникла необходимость перевода горючего органического происхождения в сферу нетопливного химического использования; появилась необходимость перехода на вторичные энергоносители.

К числу нерешенных для многих стран проблем сокращения ущерба от загрязнения природной среды относится загрязнение атмосферного воздуха автотранспортом. В настоящее время в условиях экологизации многих отраслей промышленности автотранспорт становится ведущим источником загрязнения атмосферы. В стратегических направлениях страны, региона решение данной проблемы является расширение использования на автотранспорте газоподобного топлива, нейтрализаторов токсичных выхлопов и уменьшения использования этилированного бензина.

В результате исследований в области альтернативного топлива для автотранспорта изучается идея применения водородного топлива. Идея использования двигателя внутреннего сгорания, использующего в качестве топлива водород, является весьма экономичной, а также экологически безопасной. Такой двигатель, потребляя водород и воздух, выбрасывает в качестве продукта горения воду.

Американские исследователи Университета штата Оклахома приспособили для водорода классический бензиновый автомобильный двигатель. Оказалось, что при прямом впрыскивании водорода в цилиндры – как и в дизельных двигателях - отпадает надобность в опережении зажигания. Как показал анализ выхлопных газов, окислы серы и углерода в них вообще отсутствуют, а окислы азота содержатся лишь в незначительных количествах. Подобные исследования проводились и отечественными научно-исследовательскими институтами.

Однако широкому применению водорода в качестве автомобильного топлива препятствует немало проблем, и самая трудная из них - топливные баки. На 10 кг водорода автомобиль может проехать столько же, сколько на 30 кг бензина, но такое количество газообразного водорода занимает объем 8000 л, а чтобы хранить его требуется прочный резервуар массой 1500 кг. Это натолкнуло конструкторов на мысль использовать сжиженный водород; тогда те же 10 кг водорода помещаются в баллоне массой 80 кг и емкостью 160 л. Вторая проблема – опасность. Ведь в прошлом от заправки водородом воздушных шаров отказались из-за способности его к взрыву,



заменяв его гелием. Но чтобы иметь водород в сжиженном состоянии, нужно поддерживать в баллоне температуру  $-253^{\circ}\text{C}$ . Это вызывает определенные трудности, которые будут решены в недалеком будущем.

Предположительно возможно использовать воду, получаемую вследствие сгорания водородного топлива, по повторному циклу. Использование такой технологии может привести к сокращению потребления водородного топлива, уменьшить объем баллона для топлива и обеспечить место для установки охладителя газобаллонного оборудования и механизма обеспечивающего разделение воды на водород и кислород.

Установление такой топливной системы является экономически и экологически целесообразным. Экономическая целесообразность состоит в том, что оборотный цикл потребления водородного топлива уменьшает затраты на заправку автомобиля, также добыча водородного топлива из воды требует меньших затрат, чем для органического топлива. Экологическая же целесообразность состоит в том, что при сгорании водородного топлива практически не выделяется вредных для здоровья человека газов, а добыча такого топлива не влияет на экологическую ситуацию.

Результатом использования водородного топлива, как отмечалось выше, является вода. Эту воду можно использовать в качестве как технической, так и питьевой, после проведенной специальной очистки. Такое применение воды особенно важно, так как в мире существует проблема нехватки пресной воды. Это помогло бы решить проблемы нехватки пресной воды на целых континентах (Африка, Южная Америка, Европа).

Полученную в результате реакции воду возможно применять при орошении полей, а также и в бытовых целях, например использовать ее в канализационных системах.

Теоретически полученную воду, можно использовать в медицине для изготовления различных препаратов.

Так как с каждым годом промышленное производство набирает обороты, то следовательно возрастает потребность в воде. Поэтому воду, получаемую при работе водородного двигателя, можно было бы использовать в различных технологических процессах, например, охлаждение на производстве. Такое использование позволит решить проблему доставки воды на предприятия, для которой в настоящее время необходимы немалые финансовые инвестиции.

Водород можно и нужно использовать также и для получения энергии для различных нужд человечества. При использовании водородного топлива кислород, получаемый из воды при добычи водорода, может использоваться для биохимической очистки сточных вод, а также в качестве окислителя при сжигании твердых отходов. Как видно из приведенных примеров воде можно найти огромное количество путей применения и не стоит забывать, что вода является уникальнейшим веществом, необходимым для существования всего живого на планете. Вода – источник жизни. Если начать использовать водород в промышленных целях, то освободятся огромные средства из бюджета страны, ранее затрачиваемые на добычу органического топлива (нефти, угля, газа), которые можно будет пустить на развитие социального образования общества. Переход на водородное топливо поможет улучшить экологическую обстановку в регионе, в стране в целом, а следовательно повысить жизненный уровень населения.

Однако предлагаемые в данной статье идеи являются лишь теоретическими и требуют дальнейшей доработки, а также проведения опытов и исследований в данной сфере.

## УДАЛЕНИЕ СЕРЫ ИЗ УГЛЯ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЕГО КАЧЕСТВА

К.С. Иващенко, З.С. Шестопалова, Э.В. Янковская  
Донецкий национальный технический университет

В настоящее время уголь – единственный энергоноситель, объёмы которого достаточны для практически полного обеспечения потребностей национальной экономики.

Результаты проведённого анализа тенденций развития мировой энергетики свидетельствуют о том, что в структуре мировых запасов органического топлива уголь составляет 67%, нефть – 18% и природный газ – 15%. В Украине эти показатели составляют соответственно 95,4%, 2 и 2,6%. Общий объём запасов отечественного угля составляет около 117,5 млрд тонн, из них промышленных на действующих шахтах – 6,5 млрд тонн, из которых почти 3,5 млрд тонн – энергетический уголь

Украина по объёмам добычи угля принадлежит к первой десятке ведущих стран мира, но значительно уступает большинству из них по экономическим показателям угледобывающего производства. Продуктивность труда в несколько раз ниже по сравнению с Россией, Германией, Польшей и в десятки раз ниже, чем в США, Канаде, Австралии, Южно-Африканской Республики. Большинство угольных шахт и разрезов являются убыточными.

Неудовлетворительное состояние отрасли обусловлено целым рядом факторов как объективного, так и субъективного характера. К объективным относится сложность горно-геологических условий добычи угля, низкий технический уровень угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий, большая степень физического и морального износа основных фондов, субъективно связанные с ограниченностью инвестиционных ресурсов, неэффективной системой управления отраслью и отсутствием рыночного механизма ценообразования на угольную продукцию.

В настоящее время в угольной промышленности функционируют 164 шахты и 3 разреза. В последнее десятилетие в угольной промышленности наблюдается тенденция падения уровня добычи угля. В 80-е годы уголь покрывал около трети потребления первичной энергии в Украине, а также был одним из наиболее экспортируемых товаров. На протяжении 1991-2004 годов производственная мощность угледобывающих предприятий уменьшилась с 192,8 до 91,5 млн тонн в год. Экспорт практически прекратился в 1995 году из-за низкого качества топлива и импортное топливо захватило большую часть украинского рынка.

В топливно-энергетическом балансе уголь является основным технологическим и энергетическим топливом. Около 30% всех добываемых углей потребляет металлургическая промышленность, а остальная часть используется для энергетических и других целей.

Всё больше возрастают требования к экологической безопасности, а следовательно, к качеству топлива, отсутствие эффективных методов и технологий его очистки от вредных примесей всё больше сужают сырьевую базу энергетики. Сера является наиболее нежелательной примесью. Энергетические угли, поступающие на обогатительные фабрики Украины, характеризуются неравномерным распределением серы. Содержащаяся в углях сера делится на: органическую (содержание серы 0,1-3,5%); колчеданную (содержание серы 0,02-8,5%); сульфатную (содержание серы 0,01-0,8%). Наиболее вредными являются примеси органической и колчеданной серы. Сера в коксовых углях является источником образования отравляющих атмосферу

сернистых газов и коррозирующих веществ, поэтому необходимо снижать её количество. Минеральная сера представлена в углях в основном пиритом.

Сложность удаления серы из сульфидов, органических соединений и сульфатов обусловлено тонкой вкрапленностью серосодержащих минералов. Эффективность удаления серы из угля в процессе его обогащения зависит от ряда факторов, таких как:

- генезис органических и неорганических соединений серы в угле, в частности различных модификаций пирита;
- распределение содержания серы по классам крупности и фракциям плотности;
- обогатимость угля по золе и сере;
- техника и технология, применяемые на углеобогажительных фабриках.

Исследования, которые проводились на Украине и за рубежом, доказывают серьёзные трудности удаления сернистых соединений из угля при его технологической переработке и сжигании. Наиболее перспективными методами снижения содержания серы в углях являются:

- гравитационные (тяжелосредные и водные гидроциклоны, винтовые сепараторы);
- специальные (магнитная, высокоградиентная магнитная сепарация);
- флотационные (двухстадиальная флотация);
- химические;
- бактериологические.

С применением высокоградиентной магнитной сепарации можно извлечь до 70-90% пирита и попутно особо вредные для окружающей среды элементы – мышьяк, ртуть, свинец, цинк и другие, тем самым повысив качество используемых углей.

Доля угля среди всех запасов органического топлива составляет 95,6%, поэтому именно уголь является основным гарантом экономической и политической независимости Украины. Для повышения конкурентоспособности украинского угля (согласно научно-технической и инновационной государственной политики развития угольной отрасли до 2030 года) принимаются меры по улучшению его качества. Это осуществляется за счёт:

- увеличения объёмов производства, стандартизированной продукции;
- постепенного перехода действующих фабрик на глубокое обогащение (с максимальным извлечением серы из угля);
- создания и внедрения новой техники, технологии, методики обогащения и переработки низкосортного (высокосернистого) угля;
- государственного контроля за системой управления качеством;
- разработка новых стандартов угольной продукции, приближая их к международным нормам и требованиям.

Государственная экологическая политика предусматривает мероприятия по минимизации отрицательного влияния на окружающую среду процессов добычи и обогащения угля, ведёт разработку и внедрение технологий переработки природных ресурсов, добываемых попутно и считающихся отходами производства, а также эффективных технологий рекультивации деградированных территорий.

Таким образом, повышение качества добываемого угля, использование новейших технологий его очистки и обогащения, экологическая безопасность должны стать первоочередной задачей каждого угледобывающего предприятия Украины.

## РОЛЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ФОРМИРОВАНИИ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ

В.Н. Кулик, В.С. Фоменко

Донецкий национальный технический университет

Большинство гипотез нефтеобразования, биогенных и абиогенных, предполагает рассеянное состояние новообразованной нефти в нефтепроизводящих породах или веществе мантии. Отсюда логически вытекают представления о первичной миграции или эмиграции нефти из этих пород или мантийных очагов в коллекторы.

Эмиграция нефти сменяется вторичной миграцией — перемещением по проницаемым пластам, зонам трещиноватости пород и т.п. В принципе миграция мыслима как для рассеянной, так и сконцентрированной в некотором объеме нефти. Образованию элементарных скоплений нефти предшествует первичная аккумуляция. Если полагать, что залежь образуется из рассеянной нефти непосредственно в ловушке, в которой она сейчас залегает, то первичная аккумуляция является заключительным этапом формирования залежи. Так или иначе, если гипотезой нефтеобразования предусматривается эмиграция рассеянной нефти, то ею должна предусматриваться и первичная аккумуляция — в ловушке или на пути к ней. Формирование нефтяной залежи может быть представлено цепью следующих событий: образование нефти, рассеянной в нефтепроизводящей породе → эмиграция → первичная аккумуляция → миграция → аккумуляция в залежи.

Нефтеобразование начинается при температуре 80—90°C после погружения нефтепроизводящих толщ в зону мезокатагенеза и заканчивается по достижении ими зоны апокатагенеза при температуре 140—160°C. Ниже в более жестких термобарических условиях образуются только газообразные углеводороды, главным образом метан.

В качестве доказательств реальности миграции нефти в водо-растворенном состоянии чаще всего используют данные экспериментальных исследований растворимости в воде индивидуальных углеводородов различных классов. Этими данными охарактеризован широкий диапазон температур, но при низких давлениях, что обусловлено методикой исследований. Так, в 1 м<sup>3</sup> воды при 25°C растворяется 60 г алканов (н-гексан), 19 г цикланов (циклогексан) и 158 г аренов (ксилол), на основании чего делаем вывод, что в 1 м<sup>3</sup> воды можно растворить 297 г смеси этих углеводородов. Ошибочность этого расчета заключается в том, что растворимость смеси индивидуальных углеводородов не равна сумме растворимостей её компонентов. Более того, она не равна средневзвешенному значению растворимости компонентов с учетом их доли в смеси. Недоказательны и расчеты, в которых нефть подменяется бензолом, растворимость которого значительно выше, чем нефти. При уплотнении глинистой толщи мощностью 200 м, при её погружении с глубины 1000 м на глубину 2000 м, выделится 24 м<sup>3</sup> воды с каждого квадратного метра площади. Далее, при 107,4°C в этих 24 м<sup>3</sup> воды можно растворить 122 кг бензола. Мигрируя в зону с температурой 22°C, тот же объём воды сможет удержать в растворе только 45 кг бензола, следовательно, 77 кг углеводородов выделится из раствора в свободное состояние. Если даже площадь нефтенакпления примерно равна площади питания вод углеводородами, то тогда коллектор с пористостью 15% будет насыщен нефтью (в данном случае бензолом) на мощность 6 м. Этот же расчет, однако, применительно к природной нефти показал, что мощность нефтенасыщенной части коллектора не превысит 0,5–4 мм в зависимости от типа нефти, определяющего её растворимость. Следует отметить, что при этом не учитывались газонасыщенность вод и нефтей, минерализация вод, пластовое давление.

Выяснилось, что даже то небольшое количество нефти, которое растворяется в воде в геотермобарических и гидрогеохимических условиях верхней части осадочной толщи (до глубин 3 — 5 км), не всегда может обособиться из раствора при его минерализации в зоне пониженных температур и давлений. Характер изменения температуры, давления и минерализации подземных вод с глубиной во многих случаях приводит к появлению отрицательных, противоположно направленных, градиентов растворимости на некоторых участках разреза — растворимость нефти в подземных водах увеличивается с уменьшением глубины.

Но, речь идёт не о принципиальной возможности миграции нефти в водо-растворенном состоянии, а о её значении для формирования промышленных залежей, подчас весьма крупных. Суть проблемы состоит в том, какое количество нефти переносится в водо-растворенном состоянии в условиях реальных водонапорных бассейнов, ибо, оперируя огромными объемами подземных вод и геологическим временем, можно обосновывать эффективность миграции нефти в водных растворах и формирование таким образом всех известных, еще не открытых и уже разрушенных залежей нефти. Следует учитывать многократную смену вод в коллекторах за длительную геологическую историю. Это делает вероятным предположение о том, что количество подземных вод было достаточным для переноса в растворенном состоянии всех нефтей.

Была предпринята попытка определить ориентировочно количество нефти, которое может быть вынесено из пород высокотемпературными водо-нефтяными растворами. При температуре 250—270°C растворимость нефти в воде может составить 500—1000 см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, что при мощности нефтегенерирующей толщи 1000 м, площади её распространения 40·10<sup>3</sup> км<sup>2</sup> и выделении дегидратационной воды 0,05 м<sup>3</sup> на 1 т глинистой породы (по экспериментальным данным высокотемпературной дегидратации глин) даст объем воды, равный 0,5·10<sup>13</sup> м<sup>3</sup>. В этом объеме может быть растворено и вынесено от 2,5·10<sup>9</sup> до 5·10<sup>9</sup> м<sup>3</sup> нефти, или в пересчете на 1 км<sup>2</sup> от 0,6·10<sup>5</sup> до 1,2·10<sup>5</sup> м<sup>3</sup>. Для сравнения укажем, что плотность запасов нефти по весьма перспективному триас-юрскому комплексу Западного Предкавказья оценивается в 6·10<sup>3</sup> т/км<sup>2</sup>. Следует подчеркнуть, что гидрогеохимические аномалии, связанные с перетоками подземных вод, не являются достаточными доказательствами вертикальной миграции углеводородов, даже если они ассоциируют с последними. Такие аномалии однозначно свидетельствуют только о наличии путей вертикальной миграции как для вод, так и для углеводородов.

Определенную роль в миграции жидких углеводородов на больших глубинах должны играть и газы термометаморфического (СО<sub>2</sub>) и мантийного генезиса (СО, СО<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Н<sub>2</sub>, СН<sub>4</sub>, Не). Вместе с тем представляется, что все же основным фактором мобилизации вещества в земной коре, в том числе и углеводородов, является столь универсальный растворитель, как вода.

Схема миграции нефти в начальной стадии в виде водо-нефтяного раствора, а на заключительной в свободной углеводородной фазе хорошо объясняет ассоциацию флюидов и гидротермального оруденения. Нагретые до высоких температур подземные воды термогидродинамических природных водонапорных систем выносят из пород не только углеводороды, но и различные металлы, парагенезис которых с нафтидами неоднократно обсуждался. Высокотемпературный генезис нефти, получающий подтверждение в гидрогеологическом плане, представляется заслуживающим дальнейшего более интенсивного изучения.

## РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОД, ПОТРЕБЛЯЕМЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ЦЕХАМИ ОАО «ЕМЗ»

Т.В.Ус, В.С.Фоменко  
Донецкий национальный технический университет

На Украине в результате образования больших объемов отходов проблема экологической безопасности приобрела особую остроту. Разрыв между прогрессирующим накоплением отходов, мероприятиями по их утилизации и обезвреживанию угрожает углублением экологического кризиса, а также обострением социально-экономической ситуации на Украине.

Нынешнюю экологическую ситуацию в стране можно охарактеризовать как кризисную, которая формировалась на протяжении длительного периода вследствие пренебрежения объективными законами развития и воссоздания природно-ресурсового комплекса Украины.

ОАО «Енакиевский металлургический завод» специализируется на выпуске чугуна, агломерата, стали, проката. В состав предприятия входят следующие основные цеха: агломерационный, доменный, конвертерный, известково - огнеупорный, ТЭЦ-ПВС, прокатный..

Питьевое водоснабжение завода осуществляется от водопроводных сетей Енакиевского ПУВКХ. Источником производственного водоснабжения являются сети Енакиевского райуправления ГПП «Укрпромводчермет», вода в которые поступает из канала Северский Донец- Донбасс и Волинцевского водохранилища.

Сложившаяся схема водоснабжения и водоотведения завода характеризуется рядом особенностей, основными из которых являются использование в системе технического водоснабжения хозяйственных сточных вод завода и ливневых вод города, а также поступление в систему дренажных вод шлаковых отвалов.

Таблица 1 Фактические и утвержденные состав и сбросы веществ в сточных водах (сброс веществ, связанных с деятельностью водопользователя, но не указанных ниже, запрещен)

Показатели состава сточных вод	Фактическая концентрация мг/дм <sup>3</sup>	Фактический сброс г/час	допустимая концентрация мг/дм <sup>3</sup>	утвержденный ПДС г/час	Оценочные показатели тонн/год
1	2	3	4	5	6
Взвешенные	45,2	6915,6	25	4281	37,5
Минерализация	2319	354807,0	1500	256849	2250,0
Хлориды	410	62730,0	350	59932	525,0
Сульфаты	1030	157590,0	500	85616	750,0
Азот аммонийный	12,2	1866,6	2,0	342,5	3,0
Нитраты	5,0	765,0	20	72,0	30,0
Нефтепродукты	1,25	191,25	0,3	51	0,450

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Железо общее	1,7	260,10	0,3	51	0,45
ХПК	76,0	11628,0	30	5137	45,0
Фосфаты	0,32	48,96	1,0	171	1,50
Фенолы	0,012	1,84	0,001	0,17	0,002
СПАВ	0,35	53,55	0,1	17,123	0,15
Роданиды	0,11	16,83	0,1	17,1	0,15
Марганец	0,26	39,78	0,1	17,12	0,15
Цианиды	0,04	6,12	0,1	17,12	0,15

Для поэтапного достижения ПДС намечаются такие мероприятия по охране и рациональному использованию вод:

1. Необходимо произвести капитальный ремонт башенной градирни №2 в оборотном цикле кислородного цеха, с целью улучшения качества воды оборотного водоснабжения (ожидание необходимого температурного режима).

2. Произвести восстановительный ремонт градирни №3 и ТЭЦ-ПВС, для сокращения расхода свежей технической воды.

3. Необходимо обеспечить безаварийную работу водопроводных сетей, расход питьевой воды осуществлять в соответствии с удельными нормами, с целью рационального использования водных ресурсов.

4. Надо установить устройство маслозадерживающей системы на водосбросе из оборотного пруда-охладителя (осветлителя) для сокращения попадания нефтепродуктов в реку в пределах ПДС.

5. Необходимо провести строительство маслозадерживающей системы на выпуске из вторичных горизонтальных отстойников прокатных цехов, с целью сокращения попадания нефтепродуктов в пределах ПДС.

6. Надо установить устройство маслозадерживающей системы на водосбросе из оборотного пруда-охладителя (осветлителя) для сокращения попадания нефтепродуктов в реку в пределах ПДС.

7. Необходимо провести строительство маслозадерживающей системы на выпуске из вторичных горизонтальных отстойников прокатных цехов, с целью сокращения попадания нефтепродуктов в пределах ПДС.

8. Необходимо проводить работы по стабилизации воды минеральными фосфатами, для снижения минерализации воды заводского пруда.

9. Осуществить расчистку реки Булавин, с целью улучшения пропускоспособности и самоочищающих свойств.

Одной из важных задач в деле повышения эффективного использования воды в системах водоснабжения является организация учета расхода всех видов воды на основе прямых измерений. В настоящее время средств измерения расходов воды недостаточно. Основное количество данных учета и отчетности основаны на определении расходов воды косвенными методами.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОФ БОЕПРИПАСА УСТАНОВКИ ГРАД

А. М. Буряк, Ф. Н. Галиакберова  
Донецкий национальный технический университет

Разработка экологически чистых и безопасных технологий утилизации взрывчатых веществ из боеприпасов, вовлечение их в хозяйственный оборот страны является актуальной задачей в связи с широкомасштабным снятием с вооружения и уничтожением некоторых видов боеприпасов. Разборка боеприпасов на части осуществляется с последующим уничтожением деталей ВВ подрывом или сжиганием. В результате наносится вред экологии и расточительно расходуется потенциальная энергия взрывчатых веществ и сырьевые ресурсы страны.

Целью данной работы является разработка экологически чистой, безопасной и энергоресурсосберегающей технологии утилизации ВВ из боеприпасов, снимаемых с вооружения.

Боеприпасы имеют гарантийный срок хранения, на протяжении которого обеспечивается неизменность их технических характеристик и боевых свойств. Опыт хранения снарядов показывает, что их чувствительность к внешним воздействиям со временем повышается, что связано с изменением свойств ВВ, которыми наполняют боеприпасы. За период 2002-2005 в Украине произошли 3 крупных взрыва с пожарами на складах МО (Артемовск, Мелитополь, Хмельницкий). К примеру, в Мелитополе взорвалось около 5 тыс. вагонов со снарядами.

К примеру, при детонации 1 т тротила выделяется  $\text{CO}_2$ -242 кг,  $\text{CO}$ - 244 кг и  $\text{C}$ -193кг. При сжигании той же массы:  $\text{CO}_2$ -153 кг,  $\text{CO}$ -427 кг, метана- 0.73кг, цианидов-1.2 кг. Как известно, многие из этих веществ токсичны. Длительное поступление таких газов на определенную территорию может привести к изменению геохимических условий (изменению рН природных вод, раскислению почвы и т. п.) Некоторые ВВ содержат в своем составе тяжелые металлы (например, свинец) Необходимо также учитывать, что при сжигании происходит возгонка ВВ, адсорбция и перенос полидисперсных частиц ВВ на поверхности сажи. Таким образом, происходит загрязнение окружающей среды продуктами неполного сгорания.

Экологический ущерб от применения таких способов утилизации не требует пояснений, кроме того, безвозвратно теряется значительное количество уничтожаемых материальных ресурсов. В качестве основного способа утилизации рассматривается расснаряжение боеприпасов с последующей переработкой взрывчатых веществ и элементов. На сегодняшний день не существует универсального способа утилизации боеприпасов. Это объясняется огромным разнообразием составов ВВ, сильно отличающихся друг от друга физико-химическими свойствами, разнообразием конструкций, формы и размеров утилизируемых боеприпасов.

Так одним из методов утилизации гексогенсодержащих боеприпасов, является резка корпуса в водяной ванне. Резка выполняется бесконечной пилой Ренака, а вода служит средством интенсивного охлаждения. Также существует метод гидровывывания взрывчатого вещества из корпуса боеприпаса струей воды под давлением 400 МПа.





Рисунок 1– Последствия аварии

Эти два метода обладают двумя основными недостатками. Первый, что происходит непосредственный контакт воды с ВВ, после чего воду необходимо очистить от содержащихся в ней в дисперсном и частично растворенном состоянии продуктов ВВ, которые впоследствии необходимо уничтожить сжиганием. Вторым недостатком этих двух методов - дорогое оборудование. К примеру, оборудование для утилизации боеприпасов, содержащих гексоген, немецкой фирмы "EBV" стоит более 500 тыс. марок. В Украине подобного оборудования не выпускается.

Поэтому, для утилизации осколочно-фугасного боеприпаса установки ГРАД, предлагается метод неконтактной выплавки. Данная технология может применяться для гексогенсодержащих ВВ, в состав которых входит тротил (не менее 20%). Форма данного боеприпаса, по всей длине, за исключением головной конусной части, - цилиндрическая, что позволяет извлечь из него продукт, не прибегая к полному расплавлению всего ВВ. Суть метода заключается в следующем: боеприпас устанавливается донной частью в отверстие термокамеры, которое снабжено резиновой прокладкой, служащей для герметизации оборудования, после чего термокамера закрывается герметичной крышкой. Внутри термокамеры подается водяной пар с температурой 115 С и давлением 0.14-0.15 МПа. При такой температуре ВВ, входящее в боеприпас, не расплавится полностью и не произойдет никаких выделений в атмосферу, однако тротил, входящий в состав ВВ, имеющий температуру плавления 80 С, начнет подплавляться. При этом плавление начнется в местах, близко расположенных к стенкам боеприпаса. После того, как по всему периметру корпуса, расплавится слой около 0.5 см, состав выпадет из корпуса боеприпаса за счет силы тяжести и упадет в поддон, стоящий под отверстием, сюда же стечет расплавленный у стенок продукт. Остывший продукт дробят и отправляют для приготовления ПВВ, используемых в горной промышленности. Корпус боеприпаса используют как металлолом для дальнейшей переплавки. Достоинство данного метода в том, что не происходит контакта водяного пара с ВВ и конденсат может быть сброшен в канализацию, не проходя специальных методов очистки. Было рассчитано, что для подплавления околостеночного слоя ВВ боеприпаса необходимо 20 мин. Количество одновременно выплавляемых боеприпасов зависит от конструкции термокамеры и может составлять от 8 до 12. При утилизации 1000 боеприпасов мы получаем 13200 кг металлолома и 6400 кг ВВ. Утилизируя боеприпасы данным методом, мы экономим природные ресурсы, а главное, воздействие на окружающую среду сводится к минимуму.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОАКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Е.С. Вечёркина, А.В. Пивень, Э.Б.Хоботова

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

От всех природных источников облучения человек получает в среднем эквивалентную дозу, которая составляет 2,4 мЗв/год. Почти половину этой дозы вызывают радиоактивные газы – радон ( $^{222}\text{Rn}$ ) и торон ( $^{220}\text{Rn}$ ) и их дочерние продукты распада. Основную дозу облучения человек получает, вдыхая воздух в помещениях, где концентрация радона в 6 - 8 раз выше, чем во внешнем воздухе. Радиоактивность строительного камня зависит от многих факторов, среди которых необходимо отметить вид горной породы, использованной для производства стройматериалов; место добычи горной породы, а также вид отходов, задействованных на производство стройматериала в виде наполнителя или связующего. Радиоактивность строительных материалов является главной составляющей технологически измененного фона, существующего за счет перераспределения естественных радионуклидов (ЕР). Радиационные характеристики строительных материалов определяются их способностью к эманации радона и гамма-фоном в помещении.

Гамма-спектрометрическим методом обнаружено присутствие ЕР  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{40}\text{K}$  в строительных материалах и отходах производства. Экспериментально получены значения удельных активностей ЕР – С. Для отдельных радионуклидов значения С были выше, чем средние значения по СНГ и Украине. Сравнение строительных материалов по их радиационным свойствам было проведено с использованием величины эффективной удельной активности, рассчитываемой по формуле

$$C_{\text{эф.}} = C_{\text{Ra}} + 1,31C_{\text{Th}} + 0,085C_{\text{K}} .$$

Сопоставление  $C_{\text{эф.}}$  с данными о радиоактивности горных пород, почв и земной коры показало, что средние значения  $C_{\text{эф.}}$  в изученных строительных материалах близки к средней величине  $C_{\text{эф.}}$  для почв и приблизительно в 1,5 раза ниже среднего значения для земной коры. Все исследуемые материалы относятся к I классу радиационной опасности стройматериалов, используемых в строительстве без ограничений. Для них должно выполняться условие  $C_{\text{эф.}} \leq 370 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

Для многокомпонентных строительных материалов рассчитывали  $\bar{C}_{\text{эф.}}$  с учетом массовых вкладов его составляющих по формуле

$$\bar{C}_{\text{эф.}} = \frac{\sum (C_{\text{эф.}})_i \cdot m_i}{\sum m_i}, \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1} .$$

Рассмотрено три возможных варианта бетона:

смешанное цементно-шлаковое вяжущее и мелкий заполнитель - отработанная формовочная смесь (ОФС) ( $C_{\text{эф.ОФС}} = 39,4 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$ );

цементное вяжущее, смешанный мелкий заполнитель – шлак и ОФС; смешанное цементно-шлаковое вяжущее и мелкий заполнитель шлак.

Для некоторых образцов угольных шлаков Донецкого угольного бассейна величина  $C_{\text{эф.}}$  значительно превышает среднюю  $C_{\text{эф.}}$  по СНГ ( $93 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$ ) и по Украине ( $106 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$ ). Использование таких угольных шлаков в качестве вяжущего и

заполнителя может привести к повышению  $\bar{C}_{эф.}$  готового многокомпонентного бетона и к увеличению дозы облучения людей.

Величину годовой эффективной эквивалентной дозы  $\gamma$ -облучения  $D_{пом.}$  рассчитывали по формуле

$$D_{пом.} = 4,74\bar{C}_{эф.}, \text{ мкЗв} \cdot \text{год}^{-1}.$$

Формула выведена, исходя из оценки НКДАР ООН, что жители промышленно развитых стран 80 % времени проводят в помещениях.

Доза облучения людей на открытой местности рассчитывается по формуле

$$D_{о.м.} = 3,28\bar{C}_{эф.}, \text{ мкЗв} \cdot \text{год}^{-1}.$$

Величину дозы, полученной за счет  $\gamma$ -излучения ЕР строительных материалов,  $\Delta D_{ЕР}$ , рассчитывали по разности

$$\Delta D_{ЕР} = D_{пом.} - 305, \text{ мкЗв} \cdot \text{год}^{-1},$$

где 305 мкЗв · год<sup>-1</sup> – это доза, которую получили бы люди, находясь весь год на открытой местности (для географических широт Украины).

Результаты расчетов показали, что  $D_{пом.}$  и  $\Delta D_{ЕР}$  достаточно велики и мало зависят от  $C_{эф.}$  цементной составляющей, а в основном определяются активностью шлака. Для бетонов 2-го и 3-его видов превышено среднее значение  $\Delta D_{ЕР}$  по СНГ 100 мкЗв · год<sup>-1</sup>.  $\gamma$ -Излучение бетонов третьего состава превышает  $\Delta D_{ЕР}$  в 4 раза и приближается к суммарной дозе за счет действия  $\gamma$ -излучения строительных материалов и эманации из стен изотопов радона (350 мкЗв · год<sup>-1</sup>).

Оценка величины радоноразделения многокомпонентных бетонов проводилась по величине  $C_{эф. Ra}$  ( $C_{Ra} \cdot \eta$ ) и максимальной концентрации  $^{222}Rn$  в порах образцов материалов  $C_{Rn \max}$ , рассчитываемой по уравнению

$$C_{Rn \max} = \frac{C_{Ra} \cdot \rho \cdot \eta}{P}, \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3},$$

где  $\rho$  – плотность материала, кг · м<sup>-3</sup>;  $\eta$  – коэффициент эманирования;  $P$  – пористость образца, %.

Не обнаружено превышения  $C_{эф. Ra}$  для I класса радиационной опасности строительных материалов (22,2 Бк · кг<sup>-1</sup>).

Величина  $C_{Rn \max}$  определяет значение объемной активности радона в воздухе помещений, последняя, в свою очередь зависит от скорости воздухообмена.

Концентрация радона в воздухе помещения  $C_{Rn}$  обычно составляет 0,01  $C_{Rn \max}$ , что связано со стек-эффектом и присутствием отходов в строительных материалах, главным образом, в виде добавок.

Среднюю годовую тканевую (легочную) дозу облучения человека за счет радона ( $D_{лег.}$ ) для невентилируемого помещения рассчитывали по формуле

$$D_{лег.} = 5 \cdot 10^{14} \cdot C_{Rn}, \text{ бэр} \cdot \text{год}^{-1} = 1351,35 \cdot C_{Rn \max}, \text{ мкЗв} \cdot \text{год}^{-1},$$

где  $C_{Rn}$ , Ки · л<sup>-1</sup>;  $C_{Rn \max}$ , Бк · м<sup>-3</sup>.

Легочная доза для вентилируемого помещения составляет

$$D_{лег.} = 1,4 \cdot 10^{11} \cdot C_{Rn}, \text{ бэр} \cdot \text{год}^{-1}.$$

Рассчитанная  $D_{лег.}$  не превышала среднее значение  $D_{лег.}$  по СНГ (350 мкЗв · год<sup>-1</sup>), поэтому исследованные материалы могут быть рекомендованы в качестве заполнителей бетонов, используемых для сооружения жилых зданий, где воздухообмен не интенсивный. Основная опасность при использовании исследованных угольных шлаков будет связана не с величиной радоноразделения, а с повышенным  $\gamma$ -излучением ЕР строительных материалов.

## О СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ТВЁРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ

Д.А. Козырь, О.В. Лулева

Донецкий национальный технический университет

Твердые бытовые отходы (ТБО) - отходы, которые образуются в процессе жизнедеятельности человека и накапливаются в жилых домах, учреждениях соцкультбыта, общественных, учебных, лечебных, торговых и других учреждениях (это - пищевые отходы, предметы домашнего обихода, мусор, опавшие листья, отходы от уборки и текущего ремонта квартир, макулатура, стекло, металл, полимерные материалы и т.д.) и не имеют дальнейшего использования по месту их образования.

В мировой практике существуют различные примеры утилизации ТБО, известно более двадцати методов обращения с отходами. Заслуживающим наиболее пристального внимания является комплексная сортировка и переработка отходов.

Сортировка, как самостоятельная операция, не решает задачу обезвреживания отходов и не является методом оптимальной переработки отходов, она является операцией, предвещающей полную переработку утильных фракций в товары народного потребления, от реализации которых можно получать доходы. Поэтому необходимо создание специальных производств по их переработке.

В развитых странах проблема мусора решается путем комплексного пересмотра экологических, социальных, экономических и технологических аспектов. Международное сообщество (прежде всего европейское) разработало ряд директивных документов и определило базовые принципы:

- признание приоритета технологий, направленных на уменьшение объема образования ТБО, их вторичное использование и переработку;
- признание экологической неприемлемости и неэффективности полигонного захоронения ТБО.

Одной из самых острых экологических проблем, как в Донецкой области, так и по всей Украине является проблема утилизации бытовых отходов, которых с учётом численности жителей, ежегодно образовывается приблизительно 6 млн.м<sup>3</sup>, а фактически удаляется около 4 млн.м<sup>3</sup>. Статистическая отчётность коммунальных предприятий об утилизации бытовых отходов отсутствует.

Как показывает практика, в настоящее время захоронение на полигонах - это основной метод обращения с ТБО в Украине, странах СНГ, а также во многих странах мира. Последнее объясняется их конструктивной простотой и дешевизной. Однако это самый неэффективный способ борьбы с ТБО, так как мусорные свалки, занимающие огромные территории часто плодородных земель и характеризующиеся высокой концентрацией углеродосодержащих материалов (бумага, полиэтилен, пластик, дерево, резина), часто горят, загрязняя окружающую среду отходящими газами. Кроме того, мусорные свалки являются источником загрязнения как поверхностных так и подземных вод за счет дренажа свалок атмосферными осадками.

Поскольку в ближайшее время роль полигонов не уменьшается, то необходимо продолжать подробные исследования процессов захоронения и утилизации ТБО.

Достижение положительных результатов возможно, если большая часть доставляемых в неразделенном потоке отходов будет предварительно сортироваться, а ценные утильные фракции перерабатываться, т.е. использоваться как вторичные материальные ресурсы. Исследования Академии коммунального хозяйства им.

Памфилова (г. Москва) и опыт дальнего зарубежья показывают, что около 55 % ТБО возможно использовать как вторсырье.

Проект отдельного сбора должен вписываться в общий ход управления отходами. Он должен учитывать на многие годы сбор и обработку всей совокупности перерабатываемых отходов, их влияние на остаточную фракцию и общую стоимость. Он должен включать связь с населением с целью повысить его заинтересованность в разделении производимых им отходов, объяснить ему, что такое сортировка и информировать о достигнутых результатах.

Введение отдельного сбора позволяет переработать растущую часть отходов и ограничить таким образом количество отходов, подлежащих уничтожению. Вследствие этого продлевается срок службы существующих мощностей по обработке отходов, сокращается количество установок которые необходимо построить.

В Украине существует система сбора отходов, однако она несовершенна, т.к. ориентирована преимущественно на заготовку и экспорт в другие регионы традиционных видов вторичного сырья (макулатура, металлолом). В том время практически не собираются и не перерабатываются алюминиевые батарейки (содержащие цинк, никель, кадмий), не компостируются в достаточном объеме органические отходы лесного хозяйства, недостаточно мощностей для переработки стеклобоя и т.д. Это связано с отсутствием соответствующих технологий и мощностей. Отдельные перерабатывающие комплексы, созданные в виде опытно-промышленных участков малой производительности, нерентабельны, что не способствует формированию стабильного рынка вторичного сырья и изделий из него.

В настоящее время при поддержке программы TACIS в одном из районов Славянска внедрен отдельный сбор отходов ТБО. Сейчас этот опыт пытаются распространить и в других городах области. Также продолжается строительство завода по переработке отходов в городах Краматорске и Харцызске. Строятся заводы по переработке ПЭТ бутылки в городах Славянске и Дебальцево, в Константиновке занимаются переработкой отработанных свинцовых аккумуляторов и стеклобоя и т. д. В Горловке на концерне «Стирол» производится переработка полиэтилена, полипропилена в товары народного потребления.

Ситуация в отношении рынков сбыта быстро изменяется и для растущего числа материалов вырисовываются благоприятные перспективы, даже если доля пригодных для переработки отходов пока еще невелика. Сотрудничество с промышленными покупателями рассчитано на длительный срок, но оно основывается на поставке сырья, отвечающего точным техническим спецификациям, которых можно достигнуть только соблюдением требований к качеству, осуществляемого в процессе организации отдельного сбора, сортировки и перевозки. Требования к качеству являются также одним из основных факторов контроля над расходами, так как позволяют свести к минимуму количество нежелательных отходов, собранных, а затем рассортированных напрасно.

Рассмотренные нами принципы в области обращения с ТБО (с учетом мирового опыта) могут использоваться как при разработке системы управления обращением ТБО, так и при создании предприятий, перерабатывающих, утилизирующих отходы на основе современных технологий, а также стимулировать привлечение необходимых инвестиций. Более того, развитие новых видов деятельности по сортировке и переработке создаёт рабочие места, значительная часть которых располагается в местном масштабе.

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОД ШАХТЫ "ТРУДОВСКАЯ"

Е.А. Тарасова, В.А. Тарасова  
Донецкий национальный технический университет

При эксплуатации угольных месторождений на поверхность извлекается значительное количество подземных средне- и высокоминерализованных вод, оказывающих отрицательное влияние на окружающую среду. Поэтому актуальным является изучение качества поверхностных, подземных, шахтных вод, их миграции во время эксплуатации, а также изучение микрокомпонентного состава этих вод, выявление в них токсичных элементов и процесса их распределения, определение концентраций превышающих предельно-допустимые нормы использования вод для хозяйственно-питьевых, сельскохозяйственных и рыбохозяйственных целей.

Проиллюстрировать все вышесказанное можно на примере ситуации, возникшей в зоне воздействия шахты «Трудовской» на водную среду.

Шахтное поле расположено в Донецко-Макеевском угленосном районе на территории Петровского района города Донецка и Марьинского района Донецкой области.

В геологическом строении шахтного поля принимают участие отложения свит  $C_3^1$  верхнего и  $C_2^7$ ,  $C_2^6$ ,  $C_2^5$  среднего карбона, повсеместно перекрытые осадками четвертичного, неоген-палеогенового, мелового возраста. Юрские отложения распространены в западной и северо-западной частях площади.

Поле шахты "Трудовская" расположено на главном водоразделе Донбасса, расчленено речной и балочной системой. Глубина вреза балок достигает 20-30 м, базис эрозии речной и балочной систем находится выше горных выработок шахты на 350 м.

Горные выработки обводняются подземными водами каменноугольных отложений, поступающих из водоносных горизонтов. Среди горных пород карбона водоносными являются песчаники и известняки, а в зоне выветрелых пород (до 50 м глубины от поверхности карбона и в местах тектонических нарушений) нередко обводнены алевриты и аргиллиты.

Воды каменноугольного водоносного комплекса относятся к пластово-поровому типу. Область питания их находится на участках выходов водовмещающих пород на поверхность.

Увеличение минерализации вод с глубиной составляет от 1,5 г/дм<sup>3</sup> до 8,9 г/дм<sup>3</sup>. Подземные воды по химическому составу относятся к гидрокарбонатным-хлоридно-сульфатным магниевое-кальциевое-натриевым, от слабосоленых до соленых, от нейтральных до слабощелочных. Все виды агрессивны к бетону из несulfастойких цементов и корродирующие к металлическим структурам. Вспенивающиеся при кипячении воды, отлагают большое количество котельного камня.

Для ирригационных целей пригодны с применением искусственного дренажа. Эти же воды поступают в горные выработки. Согласно действующих нормативных документов они могут быть применены для борьбы с пылью в шахте при условии ее очистки от механических примесей и устранения бактериологического загрязнения.

С целью охраны поверхностных источников от загрязнения на шахте осуществляется комплекс природоохранных мероприятий, включающих сброс шахтных вод через отстойники, хлораторную, пруды-осветлители.

Если рассматривать мероприятия по охране и рациональному использованию вод более детально, то согласно ПДС, утвержденному в 1998 году, то в их состав входят: систематическая чистка водосборников, чистка горизонтальных отстойников по мере их заиливания, чистка прудов-осветлителей, контроль за техническим состоянием сбросного отводящего коллектора шахтных вод и др. В результате проведения данных мероприятий уменьшилось количество сбросов загрязняющих веществ, минерализация поверхностных вод при сбросе в них шахтных увеличивается незначительно и составляет 3,3-4,1 г/дм<sup>3</sup>, общая жесткость – 27-30 мг-экв/дм<sup>3</sup>. По содержанию хлоридов и сульфатов эти воды для орошения в сельском хозяйстве не пригодны.

В шахтных водах при сбросе их в гидрографическую сеть – река Осыковая, балка Сухой Яр – установлен следующий состав микрокомпонентов, представленный в таблице 1.

Таблица 1 - Микрокомпонентный состав шахтных вод шахты «Трудовская»

Микроэлемент	Содержание, мг/дм <sup>3</sup>
медь	0,002-0,01
цинк	0,005
свинец	0,005
никель	0,005
молибден	0,025
барий	1
хром	0,001-0,003

Мышьяк, ртуть, скандий, фтор, вольфрам не обнаружены. Таким образом, содержание токсичных компонентов в водах шахты «Трудовская» ниже предельно-допустимых концентраций и с этой точки зрения они не представляют угрозу для окружающей среды.

В шахтном производственном процессе сброс шахтных вод, боковых и ливневых стоков осуществляется по балке Кременная в реку Осыковая.

В результате сброса шахтных вод поверхностные воды реки Осыковая и балки Сухой Яр по своим качественным показателям относятся к гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатным, кальциево-магниевым-натриевым.

Также в пределах шахтного поля под воздействием подземных вод и эксплуатации угольного месторождения происходит оседание поверхности, которое в настоящий период эксплуатации при управлении кровли полным обрушением составляет от 0,8-до 4,0 м. В связи с этим образованы 2 бессточные впадины. Поэтому на угольном предприятии должны проводиться мероприятия по предотвращению оседания поверхности.

В заключении можно сказать, что изучение качества подземных вод, а также изучение воздействия горного предприятия на водную среду, позволит предпринять те мероприятия, которые максимально уменьшат отрицательное влияние эксплуатации угольного месторождения на окружающую среду.

## ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ ВБЛИЗИ МАЗУРОВСКОГО РЕДКОМЕТАЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Ж.В. Голда, Е.М. Шкрабюк, В.И. Алехин  
Донецкий национальный технический университет

Разработка месторождений полезных ископаемых оказывает существенное влияние на окружающую среду, приводя к неблагоприятному для человека изменению состава почвенных отложений, поверхностных и подземных вод атмосферы. В тоже время повсеместно обнаруживаются аномальные концентрации элементов в почвах, которые не связаны с техногенными факторами. Концентрации таких элементов часто превышают допустимые уровни и представляют экологическую опасность. Природа таких аномалий связана с особенностями геологического строения изучаемой площади, а также с природными геохимическими барьерами.

Выявление особенностей химического состава почв, аномалий химических элементов, установление их природы и экологической опасности вблизи Мазуровского месторождения явилось целью данной работы. В работе использованы результаты геохимической съемки Приазовского блока УЩ масштаба 1 : 200 000. Состав почв изучался с помощью спектрального полуколичественного метода анализа.

Площадь исследований в геотектоническом плане относится к Приазовскому блоку Украинского кристаллического щита. Эта площадь охватывает часть Октябрьского щелочного массива, а также территорию, прилегающую к этому массиву с северо-востока. В пределах площади расположено известное редкометальное Мазуровское месторождение, которое ранее отрабатывалось на цирконий. Изучаемый район очень важен с точки зрения богатства минеральными ресурсами как сырьевая база Украины, так как в недрах его залегают месторождения и рудопроявления редких и редкоземельных металлов, а также другое сырьё. Минеральное сырьё обогащалось на месте. В связи с этим на участке накопилось большое количество отходов добычи и обогащения, которые содержат высокие концентрации ряда элементов. Для исследования концентраций этих элементов в почвах был выбран участок, охватывающий не только месторождение, но и прилегающую к нему территорию. На данной площади влияние отходов добычи и обогащения минерального сырья на окружающую среду изучено недостаточно. Кроме того, известно, что особенности геологического строения недр (разломная тектоника, особенности литологии и др.) прямо влияют на накопление в почвах ряда тяжелых металлов. Основную часть площади слагают архейские метаморфические породы и протерозойские магматические образования различного возраста. Породы докембрийского и протерозойского возраста повсеместно перекрыты рыхлыми отложениями (суглинки, глины) кайнозойского возраста. Метаморфическая стратифицированная толща представлена двумя сериями: Западно-Приазовской (более древней) и Центрально-Приазовской (более молодой). Западно-Приазовскую серию слагают породы Кайнкулакской толщи. В состав толщи входят плагиогнейсы и кристаллические сланцы: биотитовые, амфибол-биотитовые, амфибол-пироксеновые. Центрально-Приазовскую серию слагают породы Темрюкской свиты неоархея. В состав свиты входят кварциты полевошпатовые с гранатом, кристаллические сланцы и гнейсы различного состава. К магматическим образованиям нижнего протерозоя относятся



граниты и кварцевые сиениты Хлебодаровского комплекса, граниты Анадольского комплекса, гранодиориты Максимовского комплекса. К более молодым магматическим образованиям относятся породы Октябрьского комплекса. Последние представлены габбро и пироксенитами и более молодыми щелочными породами (нефелиновыми сиенитами, фояитами, и др.). Среди последних отмечаются тела сиенит-пегматитов, мариуполитов, альбититов. Эти породы контролируют редкометальное оруденение (Zr, Nb, Ta) на Мазуровском месторождении. Вся площадь исследований разбита разрывными тектоническими нарушениями различного порядка. Среди разрывов преобладают нарушения северо-западного простирания. Разрывы субмеридионального простирания пересекают всю площадь исследований. Субширотные разрывы на площади менее развиты. Среди рудных объектов на площади кроме Мазуровского месторождения известно молибденовое рудопроявление, обнаруженное в последние годы в Дмитриевском карьере по добычи строительного камня. Карьер расположен в 1 км севернее Мазуровского месторождения.

В процессе исследования данной территории были использованы данные спектрального полуколичественного анализа содержаний в почвах 30 химических элементов, из которых научный и практический интерес представляют только 14 элементов: P, Pb, Ti, V, Mn, Ba, Sn, Li, Cu, Y, Ni, Cr, Mo, Zr. Эти элементы имеют наибольший разброс и наибольшую дифференциацию геохимического поля. Для оценки экологической опасности аномалий химических элементов использовались два критерия: ПДК для почв и критерий двукратного превышения регионального фона в случае отсутствия ПДК для элемента.

По результатам исследований на площади оконтурено несколько аномалий. Аномалии трех элементов по интенсивности превышают значения ПДК для почв (Pb, Ni, Cr.), а аномалии четырех элементов по интенсивности превышают уровень двукратного регионального фона (Mo, Zr, Sn, Cu). В целом наибольшую опасность для окружающей среды представляют аномалии Pb, его концентрация в отдельных точках превышает ПДК более чем в 33 раза. Такую же опасность представляет Mo, который превышает уровень двукратного регионального фона более чем в 107 раз. Ni и Cr в отдельных точках превышает ПДК в 2-3 раза, и эти аномалии также представляют опасность для биоты. Высокой интенсивностью отличаются аномалии Sn, которые превышают уровень двукратного регионального фона в отдельных точках более чем в 7 раз. В отдельных точках Cu и V имеют концентрацию на уровне ПДК и могут представлять потенциальную опасность для человека.

В целом можно считать, что наиболее опасные концентрации в почвах характерны для трех элементов - Pb, Mo, Sn. Pb и Mo формируют три аномалии, имеющие различную интенсивность, а Sn - четыре аномалии. Наиболее интенсивные аномалии всех трех элементов приурочены непосредственно к Мазуровскому месторождению. Такой факт позволяет относить эти аномалии к техногенным и связывать их с отходами добычи и обогащения минерального сырья. Для другой части аномалий, которые характеризуются меньшей интенсивностью, прямой связи с техногенными источниками не обнаруживается. Сопоставление этих аномалий с особенностями геологического строения площади показало, что они обусловлены разломной тектоникой, а также особенностями литологии породных комплексов участка. Так как основная сеть наблюдений геохимической съемки была относительно редкой, то не исключается пропуск высококонтрастных аномалий токсичных элементов. В связи с этим и с учетом уже полученных результатов рекомендуется провести более детальные исследования участка.

## **НОВЫЙ МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ ЗОН ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В Г. ДОНЕЦКЕ**

О.Н. Санина, Е. В. Молодан, В.И. Алехин  
Донецкий национальный технический университет

Анализ опубликованных материалов за последние десятилетия показывает, что к зонам экологического риска тектонической природы часто приурочены аварии на нефте- и газопроводах, деформации и разрушения промышленных сооружений и жилых зданий. Вдоль этих зон происходит проникновение загрязняющих веществ в подземные воды. Совместными исследованиями геологов и медиков установлено влияние этих зон на заболеваемость населения. Наибольшую опасность представляют активные в современную эпоху разломы, при этом часто максимальной активностью отличаются не главные швы разломов, а оперяющие второстепенные разрывы. Если крупные разломы хорошо выявляются геологоразведочными работами и методами классической геофизики, то мелкоамплитудные разрывы часто пропускаются. Современную активность таких тектонических структур оценить классическими геологическими и геофизическими методами практически невозможно. Для решения таких задач в Донбассе Рябоштаном Ю.С. и Тахтомировым Е.П. в 70-е годы прошлого столетия был разработан комплекс методов структурно – геодинамического картирования (СГДК). Один из наиболее экспрессных методов этого комплекса – электромагнитный азимутальный (СГДК-А), трудами научного сотрудника Тахтамирова Е.П. и профессора Панова Б.С. получил дальнейшее развитие на кафедре полезных ископаемых и экологической геологии ДонНТУ.

В основе азимутального способа СГДК-А лежат изобретения Ю.С.Рябоштана и Е.П.Тахтомирова "Способ геоструктурного картирования", Ю.С.Рябоштана и Е.П.Тахтамирова "Способ выявления современных геодинамических движений в горном массиве", Е.П.Тахтомирова, Б.С.Панова, Ю.С.Рябоштана "Способ структурного геодинамического картирования". Важной особенностью метода СГДК-А, как и других методов СГДК, является использование покровных отложений в качестве источника информации о геодинамической и тектонической структуре массива коренных пород. Экспериментально установлено наличие в поверхностном слое покровных отложений микродеформационных структур, генетически связанных с современными геодинамическими процессами в массивах коренных пород. Интенсивность микродеформаций и их ориентировки проявляются в анизотропии электропроводности грунтов. Способ СГДК-А позволяет фиксировать такую анизотропию и выявлять геодинамические зоны, связанные с разрывными нарушениями массива коренных пород. Для проведения полевых работ СГДК-А используется установка "ЭФА"- электронный фиксатор анизотропии. Установка относится к классу приборов индикаторного типа. При проведении съемки СГДК-А в каждой точке наблюдения проводят измерения в горизонтальной плоскости с угловым шагом в 30 градусов. Снятые замеры отражают электропроводность грунтов в различных направлениях. Их анализ позволяет установить направление с максимальной электропроводностью в пределах каждого из 4 квадрантов круга. Эти направления сопоставляются с региональным и локальным фоном и выделяются аномальные участки. Аномалии оцениваются по интенсивности и ширине влияния.

Степень и характер отклонений от фона служат индикаторами местоположения выхода тектонического нарушения под рыхлыми отложениями, азимута линии его простирания и направления падения. Необходимо отметить, что аномалии азимутальной электропроводности наблюдается так же над поверхностным карстом, участками формирования оползневых отрывов, в зонах интенсивного инженерного воздействия на горную среду.

Нами исследованы методом СГДК-А проявления в поверхностных грунтах двух крупных разломов, пересекающих территорию г. Донецка – Французского и Мушкетовского надвигов. В первом случае изучался участок, прилегающий к 3 корпусу ДонНТУ, во втором случае – участок вдоль левого берега реки Кальмиус от бульвара им. Шевченко до проспекта Ильича. На двух участках пройдено по 1 профилю с расстоянием между точками наблюдений в 10м. Результаты полевых исследований обработаны с использованием ПЭВМ. Для повышения надежности рассчитаны три параметра поля азимутальной электропроводности, по которым выделены аномалии. Участки совпадения аномалий разных параметров интерпретированы как активные геодинамические зоны тектонической природы и отнесены к зонам экологического риска. Эти зоны оценены с точки зрения активности, ширины влияния и отношению к главному шву надвига. Выполнен также анализ возможного простирания зон экологического риска.

В процессе исследований получены следующие результаты. На участке влияния Французского надвига вблизи 3 корпуса ДонНТУ установлена широкая геодинамическая зона, включающая интенсивные аномалии всех трех параметров поля азимутальной электропроводности. Ширина зоны составляет 50м. Зона имеет северо-западное простирание и уходит в сторону 3 корпуса. По отношению к главному шву Французского надвига эта зона занимает положение опережающей, но чрезвычайно активной структуры.

На втором участке, расположенном на левом берегу реки Кальмиус, выявлено две комплексные аномалии параметров поля азимутальной электропроводности. Одна из аномалий хорошо согласуется с выходом под рыхлые покровные отложения главного шва Мушкетовского надвига, определенного по данным геологоразведочных работ. Вторая расположена примерно в 150 - 200м севернее первой. Интенсивность всех трех параметров поля азимутальной электропроводности в пределах второй комплексной аномалии более чем в 3 раза превышает интенсивность аналогичных параметров первой аномалии. Вторая аномалия интерпретируется как активная геодинамическая зона, связанная с опережающими главный тектонический шов разрывами. Простирание этой зоны близкое к широтному и субпараллельно главному шву Мушкетовского надвига. Вторая комплексная аномалия отнесена нами к зонам экологического риска. Простирание этой зоны субширотное, а сама зона уходит на территорию областной больницы им. Калинина.

В целом, исследования методом СГДК-А подтвердили эффективность обнаружения активных геодинамических зон в горном массиве, связанных с тектоническими разрывными нарушениями различных рангов. Результаты исследований показывают, что активность, а, следовательно, и экологическая опасность таких структур различна. Эти результаты указывают на необходимость расширения исследований методом СГДК-А в черте города Донецка, особенно на площадках, выделенных под строительство промышленных и жилых зданий.

## АНАЛІЗ СТАНУ ВИКОНАННЯ ЗАХОДІВ ЗІ ЗНИЖЕННЯ ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ АТЗТ «ВЕСКО» НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

А. М. Камуз, В. М. Артамонов, В. Г. Єфімов  
Донецький національний технічний університет

Експлуатація родовищ корисних копалин наносить величезну шкоду природі. Тому на гірничодобувних підприємствах, як і на інших, необхідно розроблювати, а головне – виконувати заходи природоохоронного спрямування.

На АТЗТ «Веско», що займається видобутком тугоплавкої та вогнетривкої глини, щорічно розроблюються заходи з метою зниження шкідливого впливу на навколишнє природне середовище. Перш за все, вони стосуються раціонального використання природних ресурсів, мінімізації втрат, діяльності з проведення рекультиваційних робіт, зменшення кількості викидів у атмосферне повітря, а також – виховання екологічної свідомості, обміну досвідом у сфері охорони природи (табл. 1).

Таблиця 1 – Природоохоронні заходи АТЗТ «Веско»

№	Найменування заходу
<b>Охорона та раціональне використання водних ресурсів</b>	
1	Недопущення попадання дощових та ґрунтових вод у водозабірні свердловини
2	Паспортизація технологічного ставка
3	Відведення кар'єрних вод
<b>Охорона атмосферного повітря</b>	
1	Проведення робіт із коректування інвентаризації джерел забруднення навколишнього природного середовища
2	Обладнання контрольно-регулювального поста для перевірки та виконання робіт зі зниження токсичності відпрацьованих газів транспортних засобів
<b>Охорона та раціональне використання земель</b>	
1	Проведення агролісотехнічних заходів на ерозійно-небезпечних ділянках рекультивації
2	Рекультивація порушених земель та використання родючого ґрунту під час проведення робіт
3	Терасування крутих схилів під час проведення робіт із рекультивації
4	Проведення обстежень ґрунтів до початку ведення гірничих робіт і після гірничотехнічного етапу рекультивації
<b>Охорона та раціональне використання природних рослинних ресурсів</b>	
1	Ліквідація лісових і степових пожеж та їх наслідків
2	Проведення комплексу робіт зі здійснення лісотехнічної рекультивації кар'єра «Південний»
3	Озеленення промислової зони підприємства
<b>Раціональне використання та зберігання виробничих та побутових відходів</b>	
1	Рекомендація місця складування шламу миття вагонів і розробка його паспорта
<b>Інформація, освіта, підготовка кадрів і обмін досвідом</b>	
1	Удосконалення системи роботи у сфері міжнародних екологічних стандартів
2	Проведення науково-практичного семінару з питання лісотехнічної рекультивації
3	Екологічна освіта робочих, підвищення кваліфікації
4	Проведення екологічної експертизи

Існують також локальні заходи. Наприклад, зі зрошення ґрунтових доріг у кар'єрах поливальними машинами з регулярністю 10–15 хвилин (у весняно-осінній період року). Це дозволяє знизити утворення пилу на 86,7–97,5 % і заощадити значні кошти. Недосконалість подібних заходів полягає в сезонності. Перехід на більш частіше та ефективне їх здійснення вдосконалив природоохоронну діяльність.

За несприятливих метеоумов, що спричиняють ріст концентрацій шкідливих речовин у атмосфері, передбачені спеціальні заходи з охорони повітря: заборона роботи устаткування у форсованому режимі; безперебійна робота очисного обладнання деревооброблювальної дільниці; обмеження вантажно-розвантажувальних робіт, пов'язаних із пиловиділенням; контроль повноти згорання палива в котлоагрегатах; забезпечення інструментального контролю над ступенем очистки повітря в батарейному циклоні котельної; здійснення поливу внутрішньокар'єрних доріг.

На підприємстві проводиться коригування інвентаризації джерел забруднення навколишнього середовища після монтажу пилогазоочисного обладнання (табл. 2).

Таблиця 2 – Перелік заходів зі зниження об'ємів викидів забруднюючих речовин

№ джерела викидів	Найменування заходу	Термін виконання	Найменування забруднюючої речовини	Об'єм викидів		Нормативи ГДВ, г/с	Ефективність впровадження, т/рік
				до	Після		
				Виконання заходу, г/с			
1	Розробка проекту реконструкції пилоочистки котельної, передбачення монтажу «мокрого» скрубера	До 04.04	Ангідрид сірчаний Пил неорганічний, що містить двоокис кремнію 70–20 %	4,4116	1,1029	1,1029	51,3040
				4,6925	0,3352	0,3352	68,7060
10 11	Установка циклонів у два ступені з загальною ефективністю 99 %	До 04.03	Пил деревний	0,2381 0,7700	0,0079 0,0285	0,0079 0,0285	0,3342 0,2136
13	Обладнання поста вулканізації циклоном з ефективністю 90 %	До 04.04	Пил гуми	0,3780	0,0378	0,0378	0,0095

У атмосферу викидається 0,567 т/рік пилу деревного. Установка циклонів у два ступені з загальною ефективністю 99 % на джерелах викидів №№ 10, 11 дозволила б знизити об'єми викидів у 30,1 і 27,0 рази відповідно. І, таким чином, практично повністю виключити викид пилу деревного в атмосферне повітря.

На основі аналізу міри виконання великомасштабних заходів із охорони повітря було зроблено висновок: жоден із трьох заходів не отримав подальшого втілення в життя після розробки. Це пов'язано, зокрема, з існуванням недосконалого екологічного законодавства та відсутністю механізму його дотримання. Сьогодні підприємствам економічно не вигідно встановлювати дороге обладнання для очистки повітря. Виплати за забруднення повітряного середовища пилом деревним на АТЗТ «Веско» складає копійки. Навіть суми штрафів менші вартості пилогазоочисних агрегатів.

Таким чином, розробка природоохоронних заходів на АТЗТ «Веско» з урахуванням існуючих «білих плям» потребує коригування, а виконання кроків назустріч природі на підприємстві бажає кращого через високу вартість устаткування та виплат відносно невеликих штрафів.

## ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО БАРЬЕРА ПРИ ЗАЩИТЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

В.А. Черненко, С.Ю. Приходько  
Донецкий лицей "Эрудит" для одаренных детей

Снабжение крупных городов и промышленных центров доброкачественной водой для питья и водой для технических целей в настоящее время является острой техно-экологической проблемой. Для ее решения помимо открытых и потому легко загрязняемых источников активно используются подземные воды влагосодержащих

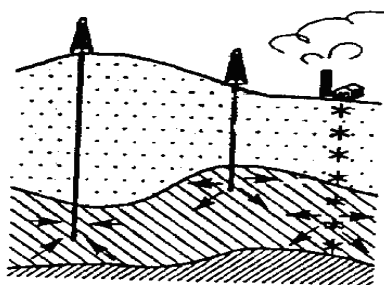


Рис. 1

пластов. Они менее подвержены антропогенным воздействиям, однако и для них вопросы, связанные с за частую неизбежным загрязнением, остаются актуальными. Один из них - локализация вредных примесей, проникающих в часть пласта с тем, чтобы вода в других частях оставалась чистой и пригодной для потребления. Для решения этой задачи предлагается использовать часть грунтовых вод для создания на пути распространения загрязнений своеобразного гидравлического барьера (рис.1). Между источником загрязнения (звездочки) и водозаборными скважинами устанавливаются специальные скважины, накачивающие чистую воду в пласт и повышающие ее уровень (барьер). Накачка создает принудительное движение грунтовых вод вправо и влево от барьера (стрелки). Фильтрующаяся направо часть потока сносит назад текущую ей навстречу воду с примесями, препятствуя дальнейшему продвижению загрязнений вдоль пласта.

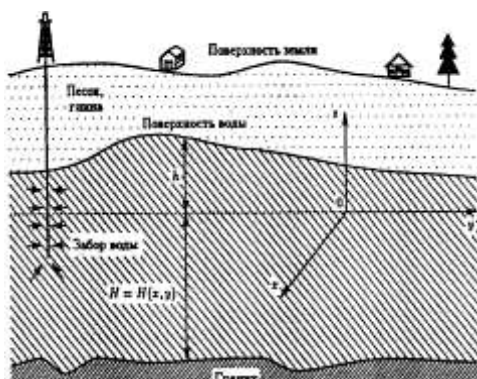


Рис.2

и изломов, задающая ее известная функция  $H(x,y)$  - достаточно гладкая функция своих аргументов;

- свободная поверхность воды  $h = h(x,y,t)$  плавно меняется с изменением координат  $x,y$ ;

- грунтовые воды нигде не выходят на поверхность земли, причем на свободной поверхности жидкости давление постоянно;

- грунт однороден, т.е. его физические свойства не зависят от аргументов  $x,y,z$ .

Первое предположение вполне естественно, поскольку в рассматриваемом процессе не могут достигаться давления, способные заметно изменять плотность воды.

Основные предположения о гравитационном режиме течения грунтовых вод:

- пористая среда представляет собой пласт водонепроницаемого материала (песок, глина), ограниченного снизу грунтом, не пропускающим воду (гранит), а сверху - поверхностью земли (рис.2);

- вода рассматривается как несжимаемая жидкость с постоянной плотностью  $\rho$ ;

- толщина пласта много меньше его ширины и длины;

- подстилающая поверхность не имеет разрывов

Остальные предположения упрощающие, но они отнюдь не выхолащивают сути процесса, т.к. они выполняются в большом количестве реальных ситуаций.

Математическая модель, реализующая схему гидравлического барьера содержит уравнения фильтрации грунтовых вод и уравнения распространения примесей, дополненные соответствующими входными данными (свойствами грунта, воды и примесей, сведениями о геометрии рассматриваемой области, краевыми задачами т.д.).

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial t} [C(H+h)] - v \frac{\partial}{\partial x} \left[ C(H+h) \frac{\partial h}{\partial x} \right] - v \frac{\partial}{\partial y} \left[ C(H+h) \frac{\partial h}{\partial y} \right] = \\ & = \frac{\partial}{\partial x} \left[ D(H+h) \frac{\partial C}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[ D(H+h) \frac{\partial C}{\partial y} \right] + Q(x, y, t) \end{aligned}$$

где  $C(x,t)$  - искомая концентрация примесей;  $Q(x,y,t)$  - известная интенсивность источника загрязнения;  $v = \mu\rho g$ :  $\mu$  - коэффициент, определяемый свойствами грунта;  $\rho$  - плотность жидкости;  $g$  - ускорение свободного падения;  $D$  - коэффициент гидродинамической дисперсии (аналог коэффициента теплопроводности в законе Фурье);  $H, h - \text{const}$ .

Решение уравнений для следующих начальных и граничных условий (для источника загрязнения:  $U_t - \Delta U = |\text{sin}t|U|_{t=0} = 0; \nabla U * \vec{n} + U = 0$ ; ; для формирователя барьера::

$$U_t - \Delta U = |\text{sin}t|U|_{t=0} = 0; \nabla U * \vec{n} + U = 0$$

для свободной области:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = 0; U_{t=0} = 0; U|_{\infty} = 0$$

) дает нам следующее (рис.3): гидравлический барьер сдерживает распространение загрязнения от источника в зоне соприкосновения областей, но вне этой зоны явно видно, что загрязнение распространяется за пределами зоны влияния барьера.

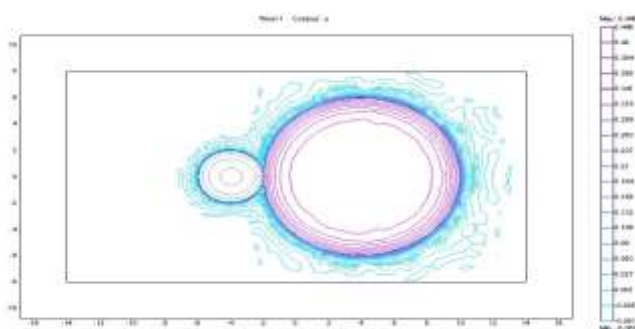


Рис.3

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Одного гидравлического барьера недостаточно для полного предотвращения распространения загрязнения, необходимо применение кольцевой модели гидравлических барьеров.
2. В реальных ситуациях  $H, h, D$  - являются функциями от пространственных переменных, что необходимо учитывать.
3. Для разработки окончательной методики внедрения гидрологического барьера необходимо исследование конкретного полигона с конкретным источником загрязнения  $Q(x,y,t)$ .

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НА ОАО «ЯСИНОВСКИЙ КХЗ»

И.Г. Ионова, М.М. Перистый

Донецкий национальный технический университет

Коксохимическое производство является источником загрязнения воздушного бассейна большим количеством химических соединений. К ним относятся сероводород, сернистый ангидрид, оксид углерода, фенолы, аммиак, нафталин, сероуглерод, 3,4-бензапирен, синильная кислота и др.

Одним из основных источников выделения вредных веществ в атмосферу ОАО «ЯКХЗ» в коксовом цехе являются отопительная система коксовых печей, системы загрузки угля и выдачи кокса, башни тушения кокса, коксовые рампы, коксосортировка.

Товарной продукцией завода является кокс металлургический, сульфат аммония, сырой бензол, серная кислота, антрацен, нафталин, каменноугольные масла, фталевые, малеиновый ангидрит.

Операции выдачи и тушения кокса сопровождаются выделением в атмосферу пыли, диоксида серы, сероводорода, цианистого водорода, оксидов азота, оксида углерода, фенолов, аммиака и бенз(а)пирена.

Коксовый газ, выделяющийся в процессе коксования шихты, последовательно проходит отделения конденсации и охлаждения, аммиачно-сульфатное и бензольное отделения, которых улавливаются пиридин, аммиак, бензол, фенолы, цианистый водород, сероводород.

Борьба с выбросами при выталкивании кокса из печных камер – одна из наиболее сложных задач. Над раскаленным коксом, попадающим в тушительный или коксовозный вагоны, возникают интенсивные восходящие потоки нагретого воздуха, которые вовлекают в движение значительные массы окружающего атмосферного воздуха. Этот подсасываемый (эжектируемый) из атмосферы поток подхватывает образующиеся при разрушении коксового пирога частицы пыли и увлекает их вверх. В итоге получается окрашенное пылевое облако, объем его сравнительно невелик и обычно не превышает нескольких десятков кубометров. В этом облаке, кроме пыли, могут содержаться газообразные вредные вещества. В условиях предприятия для уменьшения выбросов необходимо строительство установки беспылевой выдачи кокса.

Беспылевая установка выдачи кокса состоит из: двух газосборников, передвижного пылеулавливающего зонта, первичного газового холодильника, скруббера Вентури.

Газосборники расположены по краям коксовой батареи. В газосборнике коксовый газ охлаждается аммиачной водой, подаваемой через форсунки, до 90 °С. При этом в нем осаждаются смолы, фусы, которые выводятся из газосборника и могут быть испелъзованы в смолперерабатывающем цехе. После охлаждения аммиачной водой газ сжимается и уменьшается в объеме, поэтому на его дальнейшую транспортировку будет затрачиваться меньше энергии.

Для улавливания газов необходимо монтировать передвижной зонт. Зонт располагается над коксоприемным вагоном. Ширина пылеулавливающего зонта равна ширине коксоприемного вагона, длина колеблется от 6 до 10 м в зависимости от объема камеры коксования. Передвижной пылеулавливающий зонт закрывает полностью коксоприемный вагон и коксонаправляющую во время выдачи кокса. Зонт опирается на



площадку коксовой стороны батареи и дополнительный рельс. Его подключают к стационарному газопроводу перед выдачей кокса с помощью соединительного патрубка, движущегося на тележке над верхней частью газопровода, имеющей расщелину.

В газоотводящий тракт вмонтирован первичный газовый холодильник, в котором коксовый газ охлаждается до 30-40 °С. После первичного газового холодильника монтируется низконапорный форсуночный скруббер Вентури, который используется для очистки коксового газа от взвешенных частиц смолы и нафталина. Скрубберы Вентури позволяют не только глубоко очищать газ от смолистых веществ (0,2 г/м<sup>3</sup> после газодувок), но и довести содержание нафталина в газе после первичных газовых холодильников до равновесного с содержанием в поглотительном растворе, а также практически полностью улавливать из газа взвешенные частицы воды.

После очистки коксовый газ используют для отопления коксовых батарей в смеси с доменным газом и воздухом.

В настоящее время существует два способа тушения кокса: сухой в установках сухого тушения кокса; мокрый в тушильных башнях.

На ОАО «ЯКХЗ» используется мокрый способ.

Процесс мокрого тушения кокса в его обычном аппаратурном оформлении чрезвычайно сложен с точки зрения очистки выбрасываемой парогазовой смеси. В течение 1-2 мин из тушильной башни современного коксохимического завода выбрасывается в атмосферу около 20 тыс.м<sup>3</sup> водяного пара, объем которого увеличивается из-за подсоса окружающего воздуха. Использование загрязненной воды для тушения кокса приводит к увеличению выбросов вредных веществ. Так, при использовании чистой воды количество выбрасываемых в атмосферу твердых частиц составляет 0,23-1,13 кг/т кокса, а при применении недостаточно очищенных сточных вод 0,68-2,26 кг/т кокса.

Внедрение сухого тушения кокса позволит решить следующие задачи:

- утилизировать тепло раскаленного кокса, теряемое при мокром тушении с водными парами в атмосферу;
- улучшить качество металлургического кокса;
- снизить расход кокса в доменных печах;
- увеличить производительность доменных печей;
- уменьшить затраты воды;
- расширить сырьевую базу коксования за счет увеличения доли слабо спекающихся углей в шихте для коксования;
- исключить выбросы в атмосферу из тушильной башни специфических компонентов, таких как сероводород, цианистый водород, фенол, аммиак, выделяющиеся при тушении раскаленного кокса водой.

При сухом тушении кокса экологические проблемы связаны с необходимостью сброса в атмосферу избыточной части циркулирующего охлаждающего газа, содержащего 8-14% СО и загрязненного коксовой пылью. Выбросы на этих установках носят организованный характер и могут быть подвергнуты очистке, благодаря чему достигается общее сокращение удельных выбросов в атмосферу при производстве кокса.

Для того чтобы построить установку сухого тушения кокса необходимы крупные инвестиции, но, как показала практика, они окупятся через 2-4 года.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА И СОВРЕМЕННЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Ю.А. Савков, Г.Н. Сидоренко  
Донецкий Национальный Технический Университет

Прокатное производство представляет собой заключительную стадию металлургического передела и по своему влиянию на окружающую среду характеризуется как наиболее экологически чистое в сравнении с другими производствами. Однако и оно имеет свои экологические проблемы, связанные в первую очередь с образованием вредных выбросов и размещением отходов.

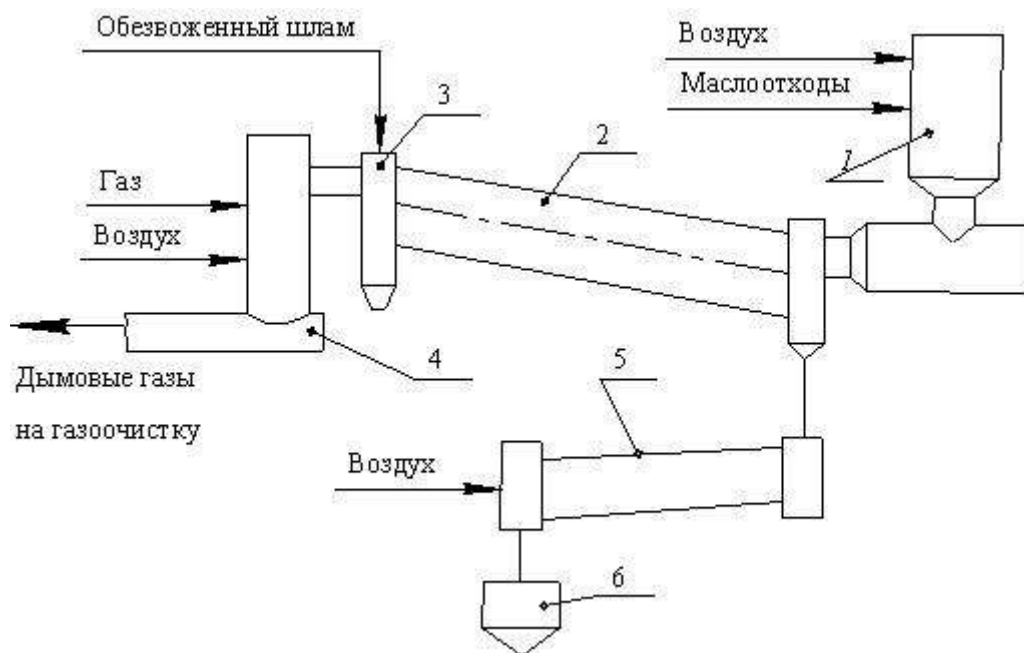
Основным и наиболее опасным с точки зрения воздействия на человека и оборудование выбросом, следует считать неорганизованный выход пыли при прокатке металла в валках и как следствие, свободное её распространение по территории цеха. Это приводит к повышенной концентрации пыли в воздухе и оседании её на оборудовании.

Локализацию и удаление пыли, осуществляют разными способами. Обычно пыль удаляют компактной струей воды в месте ее образования, т.е. вода подается на прокатываемый металл в месте выхода его из валков и отводится по специальному желобу. При прокатке специальных сталей подача воды недопустима. В этом случае следует применять вентиляционные системы с зонтами. Для локализации паров эмульсии на стане холодной прокатки предусматривают укрытия, из которых отсасывается 25000—40000 м<sup>3</sup>/ч воздуха на каждое межклетьевое пространство.

Останавливаясь на отходах производства, таких как: стружка от порезки металла, сварочный шлак, отходы огневой и механической зачистки, следует сказать, что все они находят полное применение в металлургическом переделе, за исключением одного – прокатной окалины.

Она образуется в процессе прокатки металла, за счет его окисления, и поступает в подстановой тоннель, откуда транспортируется водой в первичный, а затем и вторичный отстойники. Окалина первичных отстойников по мере накопления извлекается и направляется непосредственно на утилизацию, как добавка в доменную или агломерационную шихту. Вторичная окалина представляет собой наиболее мелкую фракцию, которая сильно загрязнена примесями нефтепродуктов, используемыми для смазывания прокатных станов. Утилизация именно этого вида отхода представляет наибольшую сложность и интерес. В связи с этим предлагается рациональный способ по её подготовке и утилизации, который состоит в термическом её обезвреживании совместно с другими жидкими маслоотходами. Схема данного способа приведена на рисунке 1.

Вначале жидкие маслоотходы цехов прокатки, содержащие 30 – 60% масел, 65 – 35% воды и до 5% механических примесей, в циркуляционной установке, состоящей из бака с мешалкой, подогреваются до 60 – 80<sup>0</sup>С. В результате этого получается однородная масса с небольшой вязкостью, которая с помощью форсунок распыляется в циклонной печи с рабочим объемом камеры сгорания 3,5 м<sup>3</sup> и сжигается при температуре 1200 – 1250<sup>0</sup>С. Расход маслоотходов составляет 1,5 – 2 т/ч. Основным топливом служит природный газ с расходом 400 – 500 м<sup>3</sup>/ч. Он используется только для розжига, маслоотходы с содержанием горючих компонентов не менее 35% горят самостоятельно. Расход воздуха с давлением 3,5 – 4,5 кПа составляет около 12 тыс. м<sup>3</sup>/ч.



- 1 – циклонная печь;
- 2 – вращающаяся печь;
- 3 – загрузочное устройство;
- 4 – газоход;
- 5 – барабанный холодильник;
- 6 – бункер для окалины.

Рисунок 1 - Технологическая схема установки термической обработки маслоокалиносодержащих отходов прокатного производства

Из циклонной печи, продукты сгорания, в виде дымовых газов с температурой 1100 – 1150<sup>0</sup>С, по малому газоходу поступают во вращающуюся печь диаметром 2,5м и длиной 20м. В нее противотоком по отношению к дымовым газам подается замасленная окалина, содержащая 60 – 70% твердых частиц, 10 - 15% масла и 20 – 30% воды. В печи происходит полное испарение воды и выжигание масла. Производительность печи по исходному шламу равна 3т/ч. Продукт прокаливания, представляющий собой порошок окалины с содержанием железа до 71,5% и размерами частиц 20–30мкм, направляется в барабанный холодильник диаметром 1,2м и длиной 12м для охлаждения воздухом.

Отходящие из вращающейся печи дымовые газы дожигаются в устройстве циклонного типа, после чего очищаются в трубе Вентури и выбрасываются в атмосферу.

Охлажденная окалина собирается в бункер, из которого железнодорожным транспортом отвозится на аглофабрику. Туда же поступают и другие отходы металлургии. Далее все эти отходы усредняются, а полученная смесь отходов озерняется на грануляторе.

В заключение всего вышеизложенного следует отметить, что предложенные мероприятия по уменьшению вредных выбросов, а так же подготовки и утилизации железосодержащих отходов позволят уменьшить вредное воздействие на окружающую среду и получить ценное металлургическое сырье. При этом будут экономиться дорогостоящие природные материалы, и освободятся площади занятые отходами.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ АНТИОКСИДАНТЫ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ СВИНОГО ЖИРА

М.Н. Ковальчук, В.И. Мельниченко, О.П. Бовкуненко  
Донецкий национальный университет

Жиры широко распространены в природе. Они входят в состав животных и растительных организмов, участвуя в их жизнедеятельности. У растений жир содержится главным образом в семенах. У животных жир сосредотачивается главным образом на внутренних органах и в подкожной клетчатке, особенно в брюшной печени.

Жиры, в том числе, и свиной, представляют собой источник ряда незаменимых жирных кислот, витаминов и играют большую роль в питании человека. Жиры животного и растительного происхождения представляют собой сложный комплекс органических соединений. Основной составной частью всех жиров являются сложные эфиры трехатомного спирта – глицерина и жирных кислот. Жирные кислоты поддаются окислительному старению, которое приводит к накоплению пероксидных соединений, ухудшению пищевой ценности жиров и их органолептических свойств. Для предупреждения этого процесса используют множество синтетических и природных ингибиторов, однако к применению в пищевой промышленности рекомендованы лишь немногие. Требования, которым должен отвечать эффективный ингибитор окисления, сводятся в основном к следующему: ингибитор окисления должен эффективно задерживать развитие окислительных процессов, достаточно хорошо растворяться в жирах, добавка его не должна сообщать продукту запаха, постороннего вкуса или цвета даже при длительном хранении, кроме того он должен быть физиологически и экологически безопасным.

Целью данной работы было изучение влияния ингибирующего действия ряда синтетических антиоксидантов класса замещенных фенолов, пряно-ароматических веществ и лекарственных растительных веществ на кинетику окисления свиного жира. Объектом исследования был выбран свиной жир, процесс окисления которого начинается немедленно после убоя животного из-за действия биологических катализаторов окисления – гемоглобина, миоглобина и их производных. Свиной жир в своем составе содержит до 60% ненасыщенных жирных кислот: олеиновую, линолевую и линоленовую; поэтому процесс окисления протекает достаточно быстро. Различают два вида свиного жира: сало подкожное и нутряное или смалец, получающееся вытапливанием из внутренних органов животного. Свиное сало - белого цвета, по консистенции – мазеобразное. Употребляется главным образом для пищевых целей, а в технике при производстве туалетного мыла. В процессе данной работы были проведены исследования автоокисления свиного жира в присутствии пространственно-замещенных фенолов (0,02% от массы жира), а именно: 2,2'-метиленбис(4-метил-6-третбутилфенол); 2,6-дитретбутил-4-метилфенол; метиловый эфир-4-окси-3,5-дитретбутилфенилпропионовой кислоты; диβ[3-(4-окси-3,5-дитретбутилфенилпропионат)] этиловый эфир; 5-метил-2-изопропилфенол; а также в присутствии аминокислот метионина, лимонной и аскорбиновой кислот. Также в качестве антиоксидантов изучались смеси фенолов и аскорбиновой, лимонной кислоты и метионина. Исследования проводились при комнатной температуре и при температуре 373 К в тонком слое при свободном доступе воздуха. За кинетикой

окисления следили путем контроля количества гидропероксидов методом йодометрии, определяя пероксидное число.

При комнатной температуре наиболее эффективно ингибировал окисление свиного жира 2,6-дитретбутил-4- метилфенол, достаточно высокая антиоксидантная активность также у аскорбиновой кислоты, у метилового эфира-4-окси-3,5-дитретбутилфенилпропионовой кислоты и диβ[3-(4-окси-3,5-дитретбутилфенилпропионата)] этилового эфира, несколько меньшая у метионина.

При высокой температуре также наибольшую активность проявили 2,6-дитретбутил-4- метилфенол и метиловый эфир-4-окси-3,5-дитретбутилфенилпропионовой кислоты, причем срок хранения жира в их присутствии соответственно увеличился в 36 и 65 раз. В смесях ди β[3-(4-окси-3,5-дитретбутилфенилпропионата)] этилового эфира с лимонной, аскорбиновой кислотами, с метионином, а также 2,6-дитретбутил-4- метилфенола с вышеуказанными кислотами был выявлен эффект синергизма, однако в смеси метилового эфира-4-окси-3,5-дитретбутилфенилпропионовой кислоты с вышеуказанными кислотами такого эффекта не наблюдалось. Исследовалась антиоксидантная активность пряно-ароматических веществ, а именно: базилика, черного перца, перца душистого, кориандра, укропа пахучего, майорана, розмарина) и лекарственных растительных веществ: соплодия ольхи, коры дуба, плодов калины, хвоща полевого. Использовали пряно-ароматические вещества и лекарственные растительное сырье, изготовленное в соответствии с требованиями ГОСТов. Сырье измельчали и перемешивали, вводили в свиной жир в количестве 1%. Отбор пряно-ароматического и лекарственного сырья производился в соответствии с их химическим составом, а именно по содержанию дубильных веществ, фенольных соединений различного состава, фенолкарбонных кислот, кумаринов и т.д. Вещества подобного строения являются потенциальными ингибиторами растительного происхождения, однако, как известно из литературных данных, их антиоксидантная активность зависит от окисляющегося субстрата. В этом отношении свиной жир, не содержащий природных токоферолов, может выполнять роль тестового вещества для оценки их ингибирующей активности. Практически все исследуемые вещества приблизительно одинаково ингибировали процесс окисления, увеличив срок хранения жира в 6 раз. Однако очень высокую антиоксидантную активность проявили черный и душистый перец, а также розмарин, которые увеличили срок хранения жира соответственно в 27, 21 и 40 раз. Розмарин проявил почти такую же антиоксидантную активность как 2,6-дитретбутил-4- метилфенол и гораздо большую чем некоторые другие синтетические добавки.

По возрастанию ингибирующей активности вещества природного происхождения можно расположить в следующий ряд: хвощ полевой = кора дуба < корень кровохлебки > базилик = кориандр = плоды калины = майоран = соплодия ольхи < укроп пахучий < перец душистый < черный перец < розмарин. Были проведены также исследования влияния количества введенного растительного сырья на процесс окисления свиного жира. Установлено, что увеличение количества пряно-ароматических веществ (розмарина, черного перца, душистого перца) в 4 раза приводит к нелинейному возрастанию периода индукции – эффект насыщения наблюдается после двукратного увеличения концентрации добавок. Необходимо отметить, что ингибирующая активность веществ природного происхождения в свином жире оказалась намного выше, чем в подсолнечном, оливковом и кукурузном маслах. Возможно это связано с тем, что микробиологический состав растительных и животных жиров существенно различаются. В частности, присутствие в свином жире железа в активной форме

способствует появлению достаточно высокой антиоксидантной активности лимонной и аскорбиновой кислот.

## СНИЖЕНИЕ ОПАСНОСТИ ЭКСТРАГЕНТОВ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ, КОНЦЕНТРИРОВАНИИ И ОПРЕДЕЛЕНИИ ЦЕРИЯ (IV)

А.Н. Федотов, Т.Н. Симонова  
Донецкий национальный университет

Поиск новых экстракционных систем для извлечения церия и отделения его от редкоземельных и других элементов является важной задачей аналитической химии. При выборе экстрагентов учитывают полноту извлечения, избирательность, себестоимость и др. Экстракционные системы должны удовлетворять требованиям «зеленой химии»: не содержать токсичных растворителей, экстрагент должен многократно использоваться, растворы отходов должны легко перерабатываться или уничтожаться.

Для извлечения и отделения церия (IV) применяют трибутилфосфат, метилизобутилкетон и др. из концентрированных растворов азотной кислоты (5 - 11 моль/дм<sup>3</sup>). Опасность экстрагентов можно снизить применением малолетучих гидрофильных растворителей в присутствии высаливателей. Нами предложен способ извлечения церия (IV), основанный на экстракции его полиэтиленгликолем ПЭГ – 115 из концентрированных нитратных растворов (*Пат.Укр. № 11122*, МПК 7 C22B3/00. Способ извлечения церия (IV) / Симонова Т.Н., Федотов А.Н. – Заявл. 23.05.2005; Опубл. 15.12.2005. Бюл. № 12.).

При выборе высаливателя учитывали возможность образования высокозарядных ацидокомплексов типа  $[\text{Ce}(\text{SO}_4)_4]^{4-}$ , которые не экстрагируются водорастворимыми экстрагентами. В качестве высаливателей были выбраны концентрированные растворы нитратных солей ( $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), в которых церий (IV) существует в виде анионных комплексов  $[\text{Ce}(\text{NO}_3)_5]^-$ ,  $[\text{Ce}(\text{NO}_3)_6]^{2-}$ , способных извлекаться водорастворимыми экстрагентами.

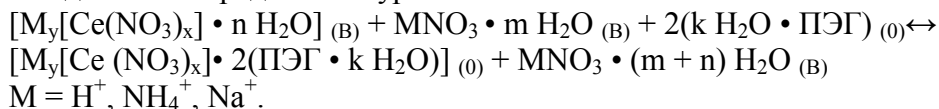
Установлены оптимальные условия экстракционного извлечения церия (IV): кислотность среды (0.4 – 0.8 моль/дм<sup>3</sup>), время контакта фаз (0.5 мин.), соотношение водной и органической фаз (2.2 : 1), концентрация экстрагента (40 – 60 %). Церий (IV) в этих условиях извлекается на 90 – 95 % при его концентрации в водной фазе  $1.3 \cdot 10^{-3}$  – 0.15 моль/дм<sup>3</sup>. Экстракционная способность полиэтиленгликоля не уступает трибутилфосфату. Показано, что экстракционная способность полиэтиленгликолей ПЭГ – 115 (ТУ 6-14-826-78) и «Loba Chemie» с молекулярной массой 2000 сопоставима (табл.1).

Таблица 1 - Влияние концентрации экстрагента на степень извлечения церия (IV)  
 $\text{C}(\text{HNO}_3) = 0.6$  моль/дм<sup>3</sup>,  $\text{C}(\text{Ce}^{4+}) = 1.3 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>

W(ПЭГ), %		20	30	40	50	60
R, %	ПЭГ-115	45	75	90	92	-

	ПЭГ “Loba chemie – 2000”	44	73	84	88	95
--	--------------------------	----	----	----	----	----

Экстракцию нитратных комплексов церия (IV) полиэтиленгликолем (ПЭГ) в общем виде можно представить уравнением:



Механизм экстракции изучен методами сдвига равновесий и ИК-спектроскопии. Тангенс угла наклона билогарифмической зависимости коэффициента распределения от концентрации ионов  $H^+$  равен единице, а от концентрации ПЭГ - двум. ИК-спектры экстракта Ce(IV) и холостого опыта регистрировали в области  $4000-400\text{ см}^{-1}$  в кюветах с окошками из бромида калия. В ИК-спектре экстракта наблюдается расщепленная полоса в области  $690-735\text{ см}^{-1}$  (плоскостное деформационное колебание), характерная для координированной  $NO_3$  группы и полоса поглощения в области  $1036\text{ см}^{-1}$ , характерная для валентного колебания N-O в нитратном комплексе Ce(IV).

В органическую фазу, предположительно, извлекается соединение  $[M[Ce(NO_3)_5] \cdot 2(ПЭГ \cdot k H_2O)]$ , где M -  $H^+, Na^+, NH_4^+$ .

Для реэкстракции церия (IV) наиболее часто применяют растворы соляной кислоты, гидразин – гидрата, гидроксилamina. Нами при выборе реэкстрагента учитывалась полнота извлечения церия (IV) в водную фазу, агрессивность и токсичность используемых веществ, возможность повторного использования экстрагента, стоимость реэкстрагента.

В качестве реэкстрагента нами был выбран раствор карбоната калия. Реэкстракция сопровождается образованием прочных высокозарядных ацидокомплексов  $[Ce(CO_3)_4]^{4-}$ ,  $[Ce(CO_3)_5]^{6-}$ , имеющих желтую окраску, и не извлекающихся водорастворимыми экстрагентами. Расслаивание фаз происходит при концентрации карбоната калия, равной  $2.5 - 3.0\text{ моль/дм}^3$ , соотношении водной и органической фаз 1:1. Процесс реэкстракции протекает быстро, для достижения экстракционного равновесия достаточно 5 минут (табл.2).

Таблица 2 - Зависимость коэффициента распределения церия (IV) от времени контакта фаз

t, мин.	0.5	1	2	4	5	10
D	9	10	13	16	24	24

Церий (IV) извлекается раствором карбоната калия из органической фазы на 96 %. Реэкстракция осуществляется в одну стадию, что уменьшает длительность процесса, при этом экстрагент регенерируется и может использоваться многократно.

Показана возможность фотометрического определения церия (IV) в реэкстракте на основе карбоната калия. Из ионов металлов, извлекаемых ПЭГ, окрашенные карбонатные комплексы образуют железо, медь, никель, кобальт, гольмий, эрбий. Для устранения их мешающего влияния фотометрирование проводили при  $\lambda = 400\text{ нм}$ . Железо (III) в соотношении 1:100 не мешает определению церия (IV) после маскирования фторид – ионами. В изученных условиях определению церия не мешают: никель (1:600), гольмий (1:7000), эрбий (1:3000), другие редкоземельные элементы, скандий, иттрий, цирконий, титан, кобальт, медь, гафний, щелочные, щелочноземельные металлы, алюминий.

Результаты проведенных исследований использованы для экстракционного извлечения и фотометрического определения церия (IV) в модельных растворах.

Методика отличается хорошей воспроизводимостью ( $S_r=0.03$ ), применением малоопасного и дешевого экстрагента и возможностью его регенерации. Извлечение ведется из разбавленных растворов азотной кислоты. Продолжительность определения составляет 30 минут.



## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ГЕНЕРАЛЬНОЙ СХЕМЫ ШУМОЗАЩИТЫ ГОРОДА

М.Ю Трошин, Н.А Ткач, П.Н Саньков

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

**Актуальность.** Днепропетровск находится в восточной части Украины. Он расположен на реке Днепр, в одной из наиболее экологически загрязненных и в то же время хорошо промышленно и социально развитых зон Украины. Наличие и активное использование в регионе транспортных, рекреационных, промышленных и других ресурсов, делает в настоящее время г. Днепропетровск, привлекательным местом для проживания. Поэтому, сейчас в городе активно реализуется программа капитального строительства. Расширяется существующая и формируется новая структура расселения, ведется реконструкция существующего и создание нового жилищного фонда, других элементов городской инфраструктуры.

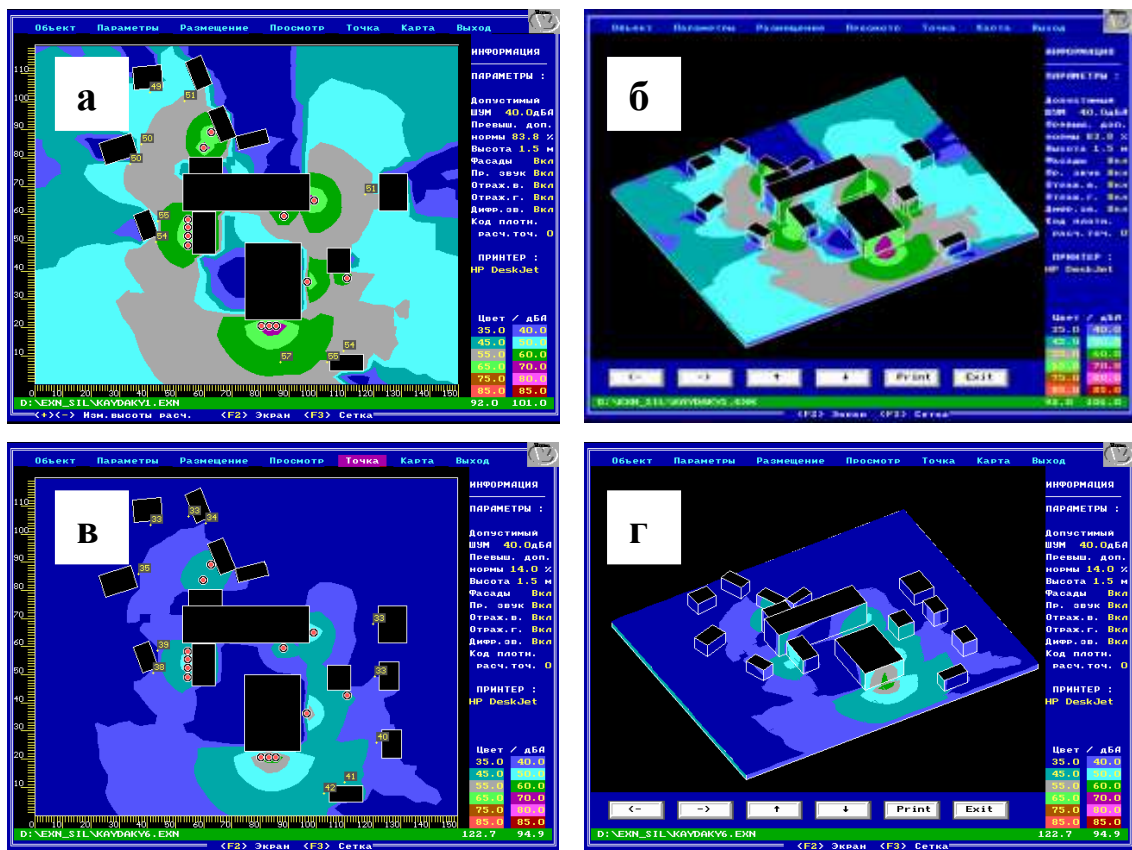
**Цель работы.** Сбор исходных данных для разработки генеральной схемы шумозащиты с целью формирования концепции устойчивого развития г. Днепропетровска в рамках скорректированного генплана и его комплексной схемы развития, формирование структуры антропогенных хозяйственных систем, с учетом неблагоприятного действия важнейшего экологически вредного фактора – внешнего шума на людей в условиях труда, быта и отдыха.

**Методы исследования.** Проведение инструментальных исследований зашумленности территорий, прилегающих к локальным источникам шума с последующим построением карт шума, а так же аналитическое прогнозирование акустического режима территорий и объектов с помощью картографирования звуковых полей. Разработанные в настоящее время методики, позволяют проводить оценку промышленных, селитебных и рекреационных территорий города с учетом его (города) функционального и территориального зонирования инструментальными средствами, осуществлять прогнозирование шумового режима с применением математических моделей и с использованием вычислительной техники и компьютерной графики, разрабатывать конкретные шумозащитные мероприятия законодательного, архитектурно - планировочного, организационного, строительного-акустического, конструктивного, технологического характера, в источнике возникновения, на пути распространения и в объектах шумозащиты.

В городе Днепропетровске идет интенсивное строительство, реконструкция и перепрофилизация небольших промышленных предприятий (предприятия пищевой и легкой промышленности), бурно развивается бизнес, связанный с обеспечением досуга населения (кафе, рестораны, дискотеки, центры досуга и т.д.) Наличие перечисленных выше промышленных и развлекательных объектов (которые являются источниками биогенного загрязнения) обуславливает необходимость их обязательного учета при проектировании и строительстве в г. Днепропетровске. Сохранение и улучшение состояния жилой среды требует проведения специального экологического обследования районов реконструкции и нового строительства, реализации архитектурно-планировочных, строительного-акустических, конструктивно-технических и организационных мероприятий по ее защите. Одним из самых существенных неблагоприятных внешних факторов, оказывающих негативное воздействие на человека, находящегося в условиях городской среды, является шумовое загрязнение.

Ранее в работах студентов-экологов Приднепровской Государственной академии строительства и архитектуры были рассмотрены вопросы динамики шумового загрязнения от основных автомобильных и отдельных железнодорожных магистралей города, рассматривалась система шумозащитных архитектурно-планировочных, строительно-акустических, конструктивно-технических и организационных мероприятий. В целом все вышеперечисленное является основой **генеральной схемы шумозащиты г. Днепропетровска**. Но без рассмотрения влияния на общий шумовой режим города локальных источников, к которым относятся промышленные предприятия и другие объекты, создающие шумовой дискомфорт на территориях жилой застройки, теряется смысл первого слова в названии работы - «Генеральная».

Нами реализованы некоторые известные акустические соотношения в виде специальной программы для ПЭВМ. С ее помощью выполняется оценка и составляется прогноз шумового режима исследуемого жилого района. Оценочные модели представляются в виде карт звуковых полей, с учетом действия всех источников внешнего шума. Примеры карт звуковых полей объектов исследования представлены на рис.1.



**Рисунок 1. Карта звуковых полей колбасного цеха ООО «АДВ» в городе Днепропетровске, по ул. Сибирская, 35. Прогноз шумового режима до (а, б) и после (в,г)реализации шумозащитных мероприятий:**

а, в – горизонтальные проекции; б, г – аксонометрические проекции.

**Вывод.** Настоящая работа проведена с целью определения влияния локальных источников (кафе, рестораны, дискотеки, центры досуга и т.д.) на шумовое загрязнение территорий жилых районов и зданий, на них расположенных, для улучшения акустических условий проживания людей в помещениях существующих, реконструируемых и вновь строящихся зданий.

## ВПЛИВ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА НАСЕЛЕННЯ М. ІВАНО-ФРАНКІВСЬК ТА ТИСМЕНИЦЬКОГО РАЙОНУ

Н.М. Шевага, А.К. Школьний

Інститут менеджменту та економіки «Галицька академія»

Середовище життя – це та частина природи, яка оточує живий організм і з якою він безпосередньо взаємодіє. Будь – яка жива істота живе у складному і мінливому світі, постійно пристосовуючись до нього і регулюючи свою життєдіяльність відповідно до його змін. Антропогенне забруднення природного середовища поглинуло весь світ, негативно впливаючи на людство воно становить загрозу для нього. В місті Івано-Франківськ та Тисменицькому районі різні види забруднення зростають з великою швидкістю. Хімічне, радіоактивне та бактеріологічне забруднення повітря, води, ґрунту і продуктів харчування, а також шуми, вібрації, електромагнітні поля та інші фізичні забруднювачі природного середовища спричиняють в організмі людини генетичні зміни та тяжкі патологічні явища. Людина робить себе уразливою і слабкою до дії антропогенних чинників, хоча вона і здатна виробляти біологічну, соціальну та культурну пристосованість до несприятливих умов, та це досягається дорогою ціною: збільшення захворювань, народження неповноцінних дітей, передчасного старіння і смерті.

Для визначення негативного впливу антропогенного навантаження на населення ми обрали дві території, такі як м. Івано-Франківськ та Тисменицький район, оскільки м. Івано-Франківськ розташоване майже в центрі Тисменицького району. В Тисменицькому районі переважає сільське населення над міським. Розвинута будівельна промисловість у зв'язку з наявністю необхідної сировини. Місто Івано-Франківськ має 234,8-тисячне населення, з великою кількістю різних промислових об'єктів, підприємств, навчальних закладів. Є обласним центром.

Поточні оцінки кількості населення на початок кожного року базуються по даних останнього перепису населення з урахуванням щорічного природного приросту та міграційного сальдо.

Таблиця 1 - Чисельність наявного населення в м. Івано-Франківськ та Тисменицькому районі.

	2001	2004	2005
м. Івано-Франківськ	237,3	233,7	234,8
Тисменицький район	85,2	84,5	84,2

Аналізуючи статистичні дані (таблиці 1) можна зробити такі висновки: кількість населення в місті значно більше за районне, це може бути пов'язане з процесом урбанізації, наявністю більшого вибору місця роботи, зосередженням навчальних закладів, що приваблює велику кількість молоді, також місто надає більше умов для розвитку розумового потенціалу і забезпечує кращі умови життя в порівнянні з сільською місцевістю. В умовах посилення урбанізації особливого значення набуває психологічна адаптація людини до нових умов життя. Порушення природних ритмів адаптації людини до соціально-психологічного середовища спричинює виникнення неврозів, нервово-психічних розладів, що позначаються і на майбутніх поколіннях.

Дані про народжуваність ґрунтуються на реєстрації дитини за місцем її народження, або за місцем проживання її батьків , чи одного з них . В кількості народжених включаються тільки народжені живими.

Таблиця 2 - Кількість народжених в м. Івано-Франківськ та Тисменицькому районі.

	2001	2004	2005
м. Івано-Франківськ	1809	2019	2280
Тисменицький район	813	748	810

Порівнюючи дані по народжуваності (таблиця 2) і чисельності населення (таблиця 1) можна сказати, що в місті Івано-Франківську народжуваність менша ніж в Тисменицькому районі. Така різниця може бути пов'язана з значним забрудненням повітряного простору у зв'язку з великою кількістю транспортних засобів , промислових об'єктів , розвитком психологічних стресів , забрудненням харчових продуктів, води, повітря хімічними елементами які негативно впливають на розвиток плоду .

Інформація про померлих , базується на статистичній розробці відомостей в актах про смерть .

Таблиця 3 - Кількість померлих в м. Івано-Франківськ та Тисменицькому районі.

	2001	2004	2005
м. Івано-Франківськ	1809	2019	1984
Тисменицький район	1147	1244	1178

В порівнянні з наявною кількістю населення смертність в Тисменицькому районі переважає над смертністю в м. Івано-Франківськ .Така різниця пов'язана з гіршими умовами проживання в сільській місцевості , гіршими умовами медичного обслуговування , міграцією молодого населення в великі міста ,також це може бути пов'язане з соціальним статусом жителів Тисменицького району .

Аналіз стану навколишнього природного середовища свідчить про те , що в останні роки суттєвих позитивних зрушень в екологічній обстановці не сталося , а подекуди вона навіть погіршилась .Хоча в місті зупинились деякі великі виробництва , що зменшило викиди в атмосферу, вагомого покращення екологічного стану навколишнього середовища не відбулось. Це може бути зв'язане з зростанням кількості автомобільного транспорту та іншими умовами .

Для зменшення антропогенного навантаження на населення м. Івано-Франківська і Тисменицького району необхідно провести наступні природоохоронні заходи:

1. Для охорони ґрунтів: розпочати послідовний перехід на ландшафтне землеробство, його ґрунтозахисну спрямованість, у повному обсязі виконати протиерозійні заходи.
2. Для охорони водних ресурсів: очищення промислових, сільськогосподарських та комунальних стоків.
3. Охорона атмосферного повітря: зменшення впливу викидів автотранспорту за рахунок переобладнання автомобілів на газ.

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Е.Н. Скляренко, К.Л. Кравченко, Э.Б. Хоботова  
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Увеличение содержания тяжелых металлов (ТМ) в почве ведёт к возрастанию их концентрации в растениях. Об этом свидетельствуют многочисленные факты, выявленные при изучении растительности природных геохимических аномалий. То же самое прослеживается и при антропогенном загрязнении почв. Техногенное загрязнение влияет на лесные массивы и сельскохозяйственные угодья. Воздействие на них ТМ ухудшает рекреационные возможности местных ландшафтов, снижает продуктивность лесов, ставит под сомнение качество производимой здесь продукции растениеводства и животноводства.

Возделывание сельскохозяйственных культур в зоне техногенного давления представляет интерес для почвоведов и агрохимиков, растениеводов, экологов и гигиенистов. Специалистов привлекают следующие вопросы: размер и качество урожая сельскохозяйственных культур; содержание ТМ в растительной продукции; поиск ПДК тяжелых металлов в почве для растений, призванной обеспечить получение экономически оправданного и удовлетворяющего санитарно-гигиеническим нормам урожая; разработка агротехнических приемов по уменьшению поступления тяжелых металлов из почвы в растения. Актуальность вопросов качества растительной пищи вполне объяснима. Накопление тяжелых металлов в организме человека осуществляется в основном за счет пищи и меньше - за счет воды и воздуха. Среди пищевых продуктов наиболее загрязнены продукты растительного происхождения.

Целью настоящей работы являлось исследование содержания ряда тяжелых металлов в почвах и растениях, произрастающих на полях сельских хозяйств Дергачевского района Харьковской области, которые удобряются производственными шламами, а также разработка рекомендаций по снижению уровня загрязнения почв и растительности.

С использованием экспериментальных методов исследования: атомно-абсорбционного и капельного электрофореза, проанализированы 24 пробы грунтов и 30 проб растительности.

Имеющиеся данные (табл. 1) свидетельствуют о том, что содержание тяжелых металлов в огородных культурах колеблется в широких пределах. Наибольшее накопление наблюдается в зоне самого высокого загрязнения почвы. Заметно различие видов огородных культур по насыщенности ТМ: менее других их содержат капуста и помидоры, более - свекла и картофель.

Особого внимания заслуживает кадмий. Он более подвижный, чем остальные приоритетные тяжелые металлы, легко поступает в надземную часть растений. Из органов растений наибольшее накопление отмечено для корневой системы. Хорошо прослеживается защищенность органов накопления ассимилятов от избыточного поступления кадмия. Концентрация Cd в этих органах даже в варианте с наибольшей дозой металла возрастает только в 3-5 раз, тогда как в стеблях (листьях) - в 20-25 раз.

Таблица 1

Загрязненность огородных культур ТМ, % от общего количества проб

Культура	Zn>ПДК	Cd>ПДК	Cr>ПДК
Картофель	0	15	15
Капуста	0	0	0
Помидоры	0	0	5
Свекла	20	62	5
Морковь	0	15	15
Лук	5	10	5

Содержание ТМ существенно изменяется при варьировании реакции среды обитания. При уменьшении рН с 7 до 5,5 количество Cd в салате возросло в варианте с наиболее сильным загрязнением в 4 раза.

Проведен учет вероятности комбинированного действия ТМ на растения. Взаимодействие тяжелых металлов, поступающих в растения, - сложный процесс с мало предсказуемыми последствиями. Помимо синергитических, между ними возможны антагонистические отношения. Показано (табл. 2), что по сравнению с отдельным применением совместное использование четырех тяжелых металлов заметно повысило в листьях кукурузы количество Cd, немного увеличило содержание Pb и Cu и примерно в 3 раза уменьшило концентрацию Zn.

Таблица 2

Влияние на кукурузу отдельного и совместного внесения тяжелых металлов Zn, Pb, Cu, Cd

Элемент	Внесение	Доза, мг/кг почвы	Количество металла в листьях, мг/кг
Zn	Раздельное	300	1850
	Совместное		650
Pb	Раздельное	100	3,5
	Совместное		3,8
Cu	Раздельное	100	23
	Совместное		30
Cd	Раздельное	100	82
	Совместное		102

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что при применении шламов в сельском хозяйстве существует одно настораживающее обстоятельство: они призваны осуществить лишь временную экологическую разрядку. Практически происходит передислокация тяжелых металлов из мест хранения осадков на сельскохозяйственные угодья. Существующая проблема с еще большей остротой встанет перед нашими потомками. Из-за высокого содержания ТМ в шламах они могут использоваться в сельском хозяйстве очень осторожно. Лучше избежать применения шламов при выращивании кормовых культур и в овощеводстве. Если этого избежать невозможно, то необходимо строго регламентировать их внесение и проводить известкование почв.

**ВЛИЯНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ МК «АЗОВСТАЛЬ»**

## НА СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ И ДОННЫХ ИЛАХ АЗОВСКОГО МОРЯ

Н.Н. Мойсюк, Л. П. Свиренко

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Шлак является побочным продуктом при производстве чугуна и стали на металлургических предприятиях. На комбинате «Азовсталь» шлак перерабатывают в гранулированный шлак, щебень, абразивные материалы. Его используют в металлургическом производстве в качестве добавок в шихту, в дорожном и гидротехническом строительстве, для производства строительных материалов и конструкций.

Переработка шлаков осуществляется на предприятии в отделении шлакопереработки, которое расположено на искусственно образованной территории в непосредственной близости от моря, а также в мартеновском цехе. Специальная система для отведения производственных стоков отделения отсутствует. Складирование полученной продукции осуществляется на территории соответствующих подразделений.

Значительные объемы доменных, конвертерных и мартеновских шлаков комбината использованы при строительстве дамб гидротехнических сооружений этого предприятия, которые находятся в прибрежной части Азовского моря и эксплуатируются с 60-х гг. прошлого столетия.

По данным наблюдений природоохранных органов, экологическая ситуация в прилегающей части Азовского моря за последнее десятилетие значительно ухудшилась, что связывают с негативным влиянием шлака, использованного для строительства дамб гидротехнических сооружений. В связи с этим институтом «УкрВОДГЕО» и кафедрой инженерной экологии городов ХНАГХ проведен ряд экспериментов для определения влияния шлаков на водную среду и донные илы. Исследования проводились как в лабораторных, так и в натуральных условиях. Для изучения состава шлаков, илов, воды и новообразований использовали химические (комплексометрический, потенциометрический), атомно-абсорбционный эмиссионный спектральный, рентгенрадиофлуоресцентный, кристаллооптический, рентгенофазовый, методы.

Шлаки комбината «Азовсталь» по химико-минералогическому составу относятся к сложным магниево-кальциевым алюмосиликатным системам, включающим, кроме железа и марганца, такие металлы, как хром, никель, кадмий, цинк, медь, ванадий и свинец (табл. 1). На миграцию металлов оказывают влияние такие параметры как окислительно-восстановительный потенциал  $E_h$  и концентрация водородных ионов pH.

Таблица 1.

Содержание металлов в шлаках комбината «Азовсталь»

Вид шлака	Концентрация элементов, мг/кг								
	Cd	Fe	Mn	Cr	Ni	Zn	Cu	V	Pb
доменный	1	2719	1970	1200	н/о	66	33	78	79
конвертерный	н/о	53618	6755	н/о	н/о	н/о	н/о	280	н/о
мартеновский	3	60994	6040	1051	н/о	33	16	280	39

При постановке эксперимента исходили из данных о составе шлаков и действующих нормативов контроля поверхностных и морских вод.

В лабораторных исследованиях, продолжительность которых составляла до 6 месяцев, моделировали взаимодействие между шлаком и водой как в условиях

фильтрации, так и ограниченного водообмена. В первые дни эксперимента в фильтрате происходит увеличение рН до 11,5, возрастание концентрации железа, хрома, в некоторых пробах – марганца. К месячному сроку в большинстве случаев показатели качества воды нормализовались. В условиях ограниченного водообмена при взаимодействии со шлаками среда приобретает восстановительный щелочной характер. В растворе фиксируют все контролируемые в эксперименте металлы, кроме никеля. Высокие значения рН и ХПК сохраняются в течение длительного времени, способствуя подвижности тяжелых металлов. Натурные исследования на комбинате зафиксировали разгрузку в море термальных вод с территории отделения шлакопереработки, сравнение состава которых с морской водой приведено в таблице 2.

Таблица 2.  
Содержание металлов в морской воде и стоках комбината «Азовсталь»

Место отбора проб	Т, °С	рН	Концентрация элементов, мг/дм <sup>3</sup>						
			Fe	Mn	Cr	Co	Ni	Zn	Cd
Разгрузка грунтовых вод в море со шлакопереработки	45	10,45	0.11	н/о	н/о	0,19	0,75	0,06	0,031
Дамба в период отсыпки шлака	н/о	10,15	н/о	0.054	0.075	н/о	н/о	н/о	н/о
Контрольная точка (100 м от дамбы в сторону моря)	21	7,40	0.48	0.08	н/о	0,19	0,60	0,12	0,031

В результате влияния стоков шлакопереработки происходит перераспределение элементов между твердой и жидкой фазой в морской среде и накопление некоторых металлов в донных осадках. Это видно при сравнении содержания элементов в донных илах, стандартных образцах карбонатных илов, глинистых породах (таблица 3).

Таблица 3.  
Содержание металлов в донных отложениях.

Место отбора проб	Концентрация элементов, мг/кг								
	Коэффициент концентрации по отношению к карбонатному илу								
	Ca	Fe	Mn	Cr	Ni	Zn	Cu	V	Pb
Вблизи берега (до внутр. стороны дамбы)	<u>104700</u>	<u>19000</u>	<u>1470</u>	<u>69</u>	<u>50</u>	<u>120</u>	<u>13</u>	<u>83</u>	<u>17</u>
	0,37	<u>2,25</u>	0,86	2,23	1,43	1,09	0,39	1,43	-
Внешняя сторона дамбы	<u>98000</u>	<u>22000</u>	<u>1700</u>	<u>48</u>	<u>40</u>	<u>140</u>	<u>13</u>	<u>86</u>	<u>23</u>
	0.35	2,61	1	1,55	1,14	1,27	0,39	1,48	-
Море (100 – 500 м от дамбы)	<u>56400</u>	<u>21400</u>	<u>1190</u>	<u>52</u>	<u>38</u>	<u>132</u>	<u>11</u>	<u>83</u>	<u>18</u>
	0,201	2,54	0,7	1,68	1,08	1,2	0,33	1,43	-
Карбонатный ил (стандарт)	281100	8440	1700	31	35	110	33	58	-
Глинистые породы (кларк ,мг/кг)	25300	33000	670	160	95	80	57	130	20

Шлаки при строительстве дамб гидротехнических сооружений в море временно ухудшают показатели качества воды, однако ведущую роль в создании неблагоприятной для гидробионтов среды играет поступление в море термальных стоков комбината с высоким содержанием восстановленных форм серы.



## ІНГІБІВНА ДІЯ СОЛЕЙ МІДІ ПРИ ОКИСНЕННІ ФЕНОЛІВ У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

В.В. Безнос, Л.В. Каніболоцька, О.М. Шендрик  
Донецький національний університет

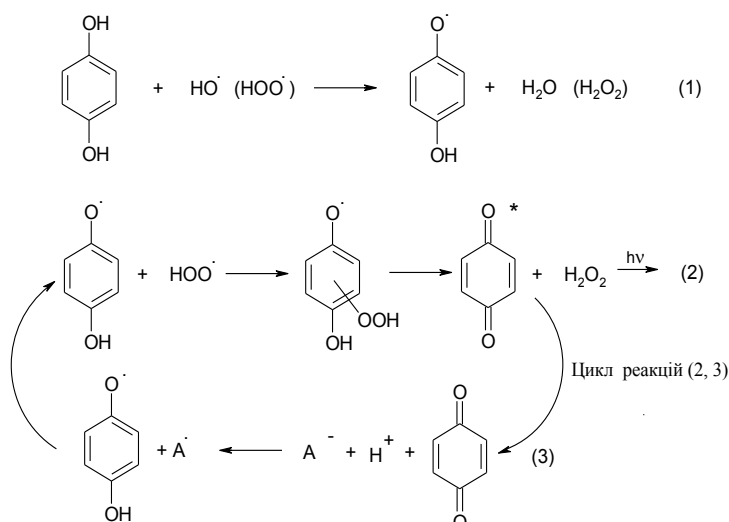
Феноли є одними з найпоширеніших забрудників водоймищ, що потрапляють у поверхневі води зі стоками підприємств нафтопереробної, сланцепереробної, лісохімічної, коксохімічної, анілінобарвникової промисловостей. Вони також можуть утворюватися в природних умовах в метаболічних процесах мікроорганізмів у водоймищах, при біохімічному розпаді та трансформації органічних речовин. Феноли є нестійкими сполуками, які піддаються хімічному і біохімічному окисненню. Це призводить до утворення реакційно здатних кисневмісних сполук, які можуть виступати ініціаторами подальших окиснювальних перетворень і мати цитотоксичну, канцерогенну дію. Дослідження процесу окиснення фенольних сполук у водних середовищах може дати ключ до розуміння трансформації фенолів в природних водах.

Якщо процес окиснення фенолів в органічній фазі є добре вивченим, то у випадку водного середовища механізми, що наведені у літературі, є в більшості уможливлені і спираються на теорію окиснення фенольних сполук у органічній фазі. Але нема гарантій того, що самі ланцюгові процеси і їх механізми в концентрованих розчинах в середовищі органічних розчинників зберігаються в тому ж самому вигляді при переході до розведених водних розчинів. Крім того треба приймати до уваги стан кислотно-основних рівноваг, імовірність реакцій одноелектронного переносу, практично повсюдну присутність металів змінної валентності. Наявність останніх, зокрема іонів міді, в окисних системах може як прискорювати, там і гальмувати процеси окисної деструкції. Остаточно механізм впливу сполук міді не з'ясований. Тому представляло інтерес дослідити вплив солей міді на процеси окиснення фенолів у водному середовищі. В роботі використані методи - газоволюмометричний, хемілюмінесцентний, спектроскопічний; умови проведення реакції - 303 К, карбонатна буферна система, рН=9.2-10.8.

Встановлено, що у водно-лужних середовищах феноли (гідрохінон, пірокатехін, пірогалол, галова кислота, кверцетин) інтенсивно окислюються повітрям. Окиснення фенольних сполук супроводжується хемілюмінесцентним (ХЛ) світінням. Імовірним емітером ХЛ виступає бензохінон, що утворюється в ході процесу. Характер хемілюмінесцентних кривих залежить від будови і числа гідроксильних груп у молекулі фенолу.

На основі отриманих даних запропонований наступний механізм окисних перетворень фенолів, що відтворений на схемі.

Додання солей міді (сульфат, хлорид, ацетат) призводить до гальмування окиснення фенолів. Іони міді по-різному впливають на ХЛ-світіння при окисненні фенолів.



Так у випадку двохатомних фенолів спостерігається різке падіння ХЛ-світіння, що може свідчити на користь розвитку процесу за радикальним механізмом (рис.1).

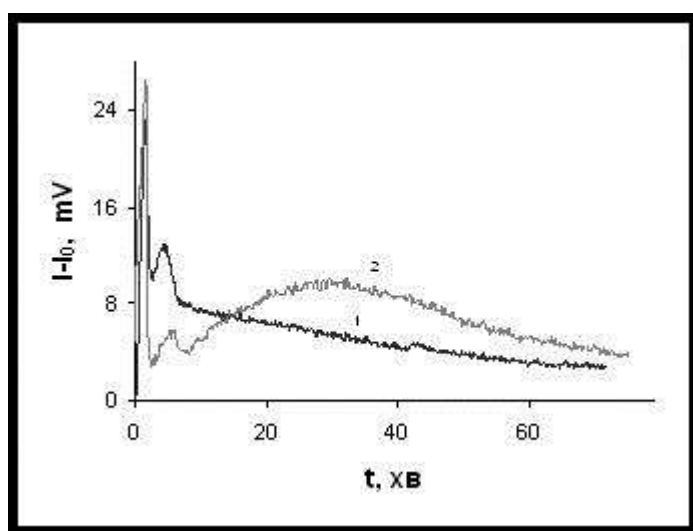


Рис. 1. Кінетичні криві зміни інтенсивності хемілюмінесценції процесу окиснення гідрохінону (1) молекулярним киснем в присутності сульфату міді (2) в карбонатному буфері.  $[\text{ГХ}] = 5.0 \cdot 10^{-3}$  моль/л,  $[\text{CuSO}_4] = 5.0 \cdot 10^{-4}$  моль/л. рН 10.1. 303 К.

При окисненні галової кислоти, пірогалолу характер впливу іонів міді змінюється. Імовірно, що окиснення трьохатомних фенолів йде за іон-радикальним механізмом.

Встановлено, що зміна рН середовища при окисненні фенолів в присутності іонів впливає на характер кривих ХЛ (характер і положення максимумів на кривій ХЛ) і інтенсивності світіння.

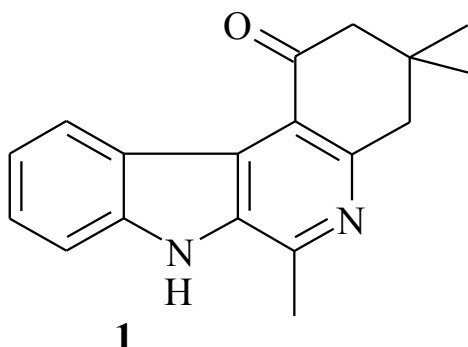
На даному етапі важко дати остаточну відповідь про механізм інгібівної дії іонів міді у даному процесі, припускаємо лише, що в досліджених умовах вони можуть виступати як у ролі пасток радикалів, так і проявляти супероксиддисмутазну активність.

Таким чином, наведені у роботі дані ілюструють можливість використання методу хемілюмінесценції для дослідження механізму реакцій окиснення фенольних сполук у водних середовищах і впливу інгібіторів на цей процес.

## БЕЗОПАСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КАРБАЦЕТАМА – НОВОГО ЭФФЕКТИВНОГО НЕЙРОПРОТЕКТОРА

Н.С. Семенов, М.В. Морозов, \*А.В. Кибальный  
Донецкий национальный технический университет  
\*Институт физико-органической химии и углехимии  
Национальной академии наук Украины им. Л.М.Литвиненко

Один из созданных в ИнФООУ НАН Украины совместно с кафедрой фармакологии Донецкого медуниверситета (И. В. Комиссаров) препаратов после завершения всех доклинических исследований и проведения двух фаз клинических испытаний под названием "карбацетам" разрешен Фармакологическим комитетом Минздрава Украины для применения в качестве ноотропного средства с сопутствующей слабой транквилизирующей активностью. По антиамнестической активности в 100 раз превосходит пирацетам, по антигипоксической - в 29 - 35 раз. Препарат улучшает концентрацию внимания и выгодно отличается от многих применяемых в медицине средств. Препарат запатентован в Украине и России как стресс-протективное средство, обладающее антиамнестическим, антигипоксическим, противотревожным и противошоковым действием.

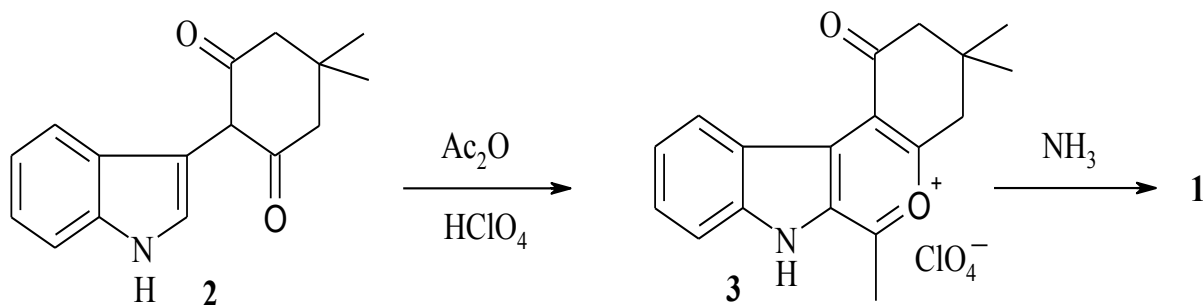


Субстанция препарата представляет собой гидрохлорид 3,3,6-триметил-1,2,3,4-тетрагидроиндоло-[2,3-с]хинолин-1-она (1). Препарат получен нами впервые при изучении возможностей моделирования природных соединений, в частности, алкалоидов ряда гармана, через промежуточное выделение солей пирилия. Очень удобный в лаборатории, метод, однако, связан с использованием эфира и хлорной кислоты, что в условиях промышленного производства неприемлемо.

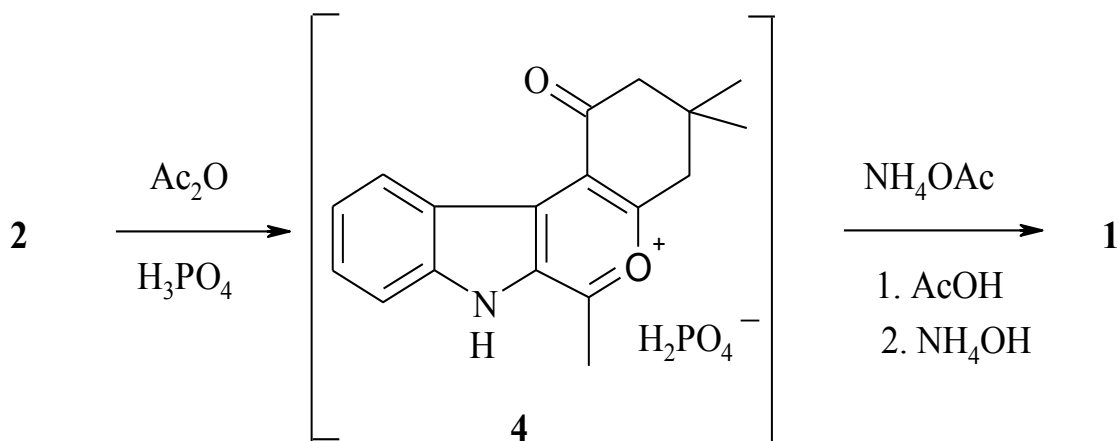
Единственный известный способ получения основания **1** состоит в кислотнокатализируемом ацилировании 2-(индолил-3)-димедона (2) уксусным ангидридом в присутствии эквимолярного количества хлорной кислоты с выделением промежуточного перхлората 3,3,6-триметил-1-оксо-1,2,3,4-тетрагидроиндоло[2,3-с]бензо[*b*]пирилия (3). На следующей стадии перхлорат **3** действием аммиака в спирте при кипячении рециклизуется в основание **1**, которое выделяют фильтрованием. Этот очень простой метод дает общий выход целевого продукта 50-60 % за две стадии, но применение концентрированной

хлорной кислоты (70 %) препятствует его промышленному использованию из-за опасности взрыва, особенно при больших объемах реагентов.

Кроме того, выделение перхлората **3** связано с промывкой диэтиловым эфиром, что делает процесс пожароопасным.



Нами разработана новая, безопасная технология получения основания **1** путем исключения из производственного процесса взрыво- и пожароопасных растворителей и реагентов — концентрированной хлорной кислоты и диэтилового эфира, объединения двух стадий в одном аппарате, что привело, также, к повышению выхода конечного продукта до 90 %.



В основу безопасной технологии производства субстанции **1** положено проведение кислотнокатализируемого ацилирования 2-(индолил)-3-димедона **2** уксусным ангидридом в присутствии фосфорной кислоты и рециклизации полученного дигидрофосфата 3,3,6-триметил-1-оксо-1,2,3,4-тетрагидроиндоло[2,3-*c*]бензо[*b*]-пирилия (**4**) в уксусной кислоте ацетатом аммония с выделением основания **1** путем отгонки избытка уксусной кислоты (регенерируется) и нейтрализации остатка ее водным аммиаком.

Таким образом, технологию получения субстанции важного лекарственного препарата нам удалось сделать гораздо более совершенной, что отвечает современным экологическим требованиям, предъявляемым к синтезу новых лекарственных веществ и открывает возможность производства карбоцетама в промышленно-заводских условиях.

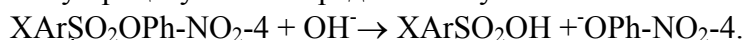
## ВПЛИВ СТРУКТУРИ РОЗЧИННИКА НА КІНЕТИЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСУ ЛУЖНОГО ГІДРОЛІЗУ АРЕНСУЛЬФОНАТІВ – ПРОДУКТІВ ЗНЕФЕНОЛЮВАННЯ СТІЧНИХ ВОД

С.М. Цибульченко, Л.І. Рубльова, І.М. Крутько  
Донецький національний технічний університет

Аренсульфонати – є кінцевими продуктами процесу знефенолювання стічних вод хімічним методом. Але їх реакційність в умовах гідролізу в складних сумішах, якими є стічні води коксохімічних виробництв, що мають досить велику органічну складову і основний характер, досліджена досить незначно, на обмеженій кількості розчинників.

Метою роботи є вивчення реакції лужного гідролізу 4-нітрофеніларенсульфонатів в середовищі водно-органічного розчинника при варіюванні протонного (H<sub>2</sub>O) і апротонного (діоксан) компонентів.

Узагальнюючу схему процесу можна представити у такій спосіб:



Механізм реакції визначено як бімолекулярний, перехідний стан S<sub>N</sub>2-типу характеризується несиметричною структурою. Стадія, що лімітує процес – утворення зв'язку S...Nu.

Порівняльний аналіз реакційної здатності аренсульфонатів XArSO<sub>2</sub>OPh-NO<sub>2</sub>-4 (X= =2,4,6-Me<sub>3</sub>, 2,6-Me<sub>2</sub>-4-*i*-Pr, 4-*t*-Bu, 4-Me, 4-Cl, 4-NO<sub>2</sub>) проводився на прикладі 70% (об'єм.) та 5% діоксано-водних сумішей (в.д.) (таблиця).

Таблиця  
Константи швидкості k<sup>a</sup> (л/(моль·с) та активаційні параметри реакції лужного гідролізу XArSO<sub>2</sub>OPh-NO<sub>2</sub>-4 в 70 та 5 % (об'єм.) водному діоксані при T=303K

№ сполуки	Замісник X	70 % в.д.			5 % в.д.		
		k <sub>303</sub> ·10 <sup>2</sup>	ΔH <sup>‡</sup> , кДж/моль	-ΔS <sup>‡</sup> , Дж/(моль·К)	k <sub>303</sub> ·10 <sup>2</sup>	ΔH <sup>‡</sup> , кДж/моль	-ΔS <sup>‡</sup> , Дж/(моль·К)
I	2,4,6-Me <sub>3</sub>	3,33	75,2±8,1	25,0±23,6	1,58	34,4±12,2	240±39
II	2,6-Me <sub>2</sub> -4- <i>i</i> -Pr	0,850	78,8±7,3	24,2±23,4	7,99	57,9±19,7	235±63
III	4- <i>t</i> -Bu	0,600	81,1±8,4	19,3±26,9	5,53	51,4±1,3	236±4
IV	4-Me	1,59	59,7±4,2	82,6±13,3	1,77	56,7±5,8	235±18
V	4-Cl	6,54	55,4±4,3	84,7±13,8	2,62	57,5±1,0	235±3
VI	4-NO <sub>2</sub>	303	40,3±6,2	102±20	68,4	56,2±2,6	56,2±2,6

а. Примітка. Похибка у визначенні констант швидкості становить не більше 2%.

Реакційна здатність всіх досліджених сполук підвищується при збільшенні електроноакцепторних властивостей замісника і із зростанням температури.

При варіюванні вмісту протонного компоненту розчинника від 30% до 95% константи швидкості змінюються неоднозначно. Для алкіл-похідних (II-IV) швидкість реакції збільшується при переході до середовища з більшою сольватуючою здатністю завдяки, ймовірно, зростанню концентрації заряду в перехідному стані (ПС) і утворенню високополярного сольватованого активованого комплексу. Для інших субстратів (I, V, VI) спостерігається зменшення реакційності в тих же умовах. Це може

бути пов'язано з розосередженням заряду в ПС, що викликає ефект падіння швидкості процесу.

Мезитильне похідне (I) виявляє ефекти, аналогічні субстратам з електроноакцепторними замісниками, що дозволяє зробити припущення про розподіл зарядів у перехідному стані для цієї сполуки подібно до V, VI.

На основі порівняння термодинамічних параметрів (таблиця) видно, що ентальпія активації зростає для субстратів із замісниками 4-Cl, 4-NO<sub>2</sub> в 5% водному діоксані та зменшується для алкілпохідних, особливо різко – для 2,4,6-Me<sub>3</sub>. Вірогідно, є фактор, що сприяє реакції у випадку донорних замісників та ускладнює її для акцепторних. Це не відповідає загальним особливостям заміщення S<sub>N</sub>2-типу, виходячи з класичних уявлень про співвідношення утворення-розрив зв'язків в ПС.

Ентропія активації  $-\Delta S^\ddagger$  в 5% в.д. змінюється в межах серії в досить незначних межах 252-240 Дж/(моль·К), тобто серія є фактично ізоентропійною (рисунок).

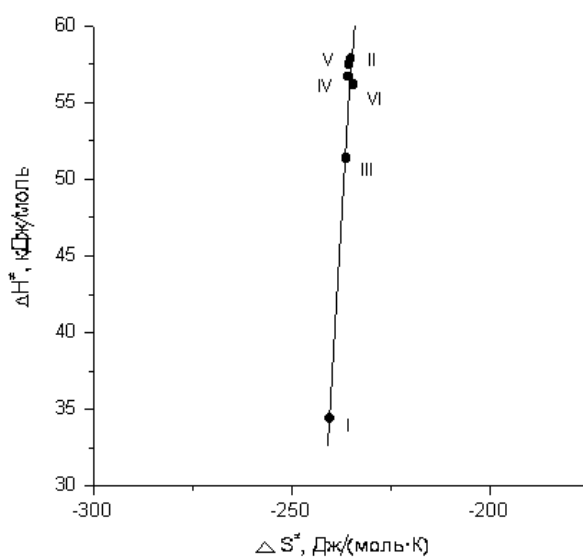


Рисунок. Взаємозв'язок між  $\Delta H^\ddagger$  і  $\Delta S^\ddagger$  для лужного гідролізу аренсульфонатів XArSO<sub>2</sub>OPh-NO<sub>2</sub>-4 в 5% водному діоксані.

Досить велике значення  $-\Delta S^\ddagger$  свідчить про суворі стеричні вимоги ПС, обумовлені необхідністю певної орієнтації реагентів.

Для сполуки (I) співвідношення  $\Delta H^\ddagger$  та константи швидкості у порівнянні з іншими субстратами є на перший погляд аномальним: меншій реакційності відповідає значно менша ентальпія активації. Але при розрахунку вільної енергії активації за формулою:  $\Delta G^\ddagger = \Delta H^\ddagger - T\Delta S^\ddagger$  для сполуки (I)  $\Delta G^\ddagger$  становить 109,5 кДж/моль. При цьому внесок ентальпії, рівної 34,4 кДж/моль, у вільну енергію активації становить тільки 31%. Для інших субстратів ця частка близько 40%. Це означає, що на реакційність всіх субстратів переважно впливає ентропійний фактор. При переході до більш полярного розчинника перехідний стан стає значно упорядкованішим. Тобто, конфігурація активованого комплексу є досить складною у зв'язку з різкою зміною ефектів специфічної сольватації для середовища з підвищеним вмістом полярного компоненту.

Таким чином, знижена розчинність аренсульфонатів у водно-органічних сумішах з великим вмістом води, надзвичайно низька реакційність в умовах нейтрального гідролізу дають можливість використання метода знефенолювання стічних вод з неосновним характером середовища. Для лужних стічних вод метод треба

застосовувати обережно у зв'язку з утворенням розчинних продуктів гідролізу аренсульфонатів.

## УТВОРЕННЯ НАНОЧАСТИНОК ВУГЛЕЦЮ ПРИ СПАЛЮВАННІ ОРГАНІЧНОГО ПАЛИВА

І.М. Колос, Л.Д. Юрчишин

Інститут менеджменту та економіки «Галицька Академія»

Транспортний сектор використовує різні види палива: автомобільне паливо - 57%; дизельне паливо – 22%; авіаційне паливо – 12%; котельне паливо – 7%; інші види палива – 2%.

Основною складовою частиною палива є органічна речовина, яка складається з елементів С, Н, О, N. В результаті спалювання палива в двигунах в атмосферу надходить до 200 різноманітних речовин, а також значна кількість твердих частинок (сажа, вуглеводні, сульфати). Форма цих частинок залежить від агрегатного стану речовини дисперсної фази. У тумані – кульова форма, в диму – наночастинки голчасті або трубчасті, пластинчасті і зіркоподібні.

Екологічна характеристика спалювання палива визначається рівнем шкідливих викидів, в тому числі дисперсних частинок (таблиця 1).

Таблиця 1

Питомі викиди речовин двигунами транспорту (г на кг пального)

Шкідливі речовини	Бензиновий двигун	Дизельний двигун
СО	37,8	20,8
NO <sub>x</sub>	21,0	41,0
С nHm	30,0	10,5
SO <sub>x</sub>	1,5	5,6
Тверді частинки	1,5	7,6
Альдегіди	0,93	0,78
Свинець	0,5	--

Як альтернатива рідкому паливу використовують газове паливо. Вихлопні гази транспорту, який працює на газовому паливі, утворюються в результаті високотемпературного спалювання. Основним забруднювачем атмосфери при спалюванні природного газу в двигунах автомобілів є NO<sub>x</sub>, який включає NO і NO<sub>2</sub>, а також дим з частинками менше 10 мкм, включаючи наночастинки, які утворюються при температурах спалювання палива в автомобілях. При цьому у 95% випадків молекули NO<sub>x</sub>, які утворюються у випадку спалювання, складаються з NO, який в атмосфері трансформується в NO<sub>2</sub>. В США біля 40% всіх NO<sub>x</sub> генерується автомобілями і двигунами, які працюють на газі.

Зменшення викидів, які нормуються по токсичних компонентах з метою збільшення екологічної безпеки двигунів іноді дає протилежний ефект в зміні складу відпрацьованих газів. В результаті впливу різних присадок, які додають в паливо, зменшуються в два рази викиди частинок більше 100мкм, але збільшується кількість токсичних компонентів типу диоксидів і фуренів. Крім того, спостерігається зменшення задимленості викидів, яке супроводжується збільшенням кількості наночастинок на 1- 2 порядки.

При спалюванні різних видів палива механізм фізико-хімічного утворення наночастинок і сажі залежить від різних механізмів утворення токсичних речовин, а також від наявності структур, які представляють сажеві частинки. Важливим фактором

в процесі утворення наночастинок і подальшого сажоутворення є копуляція атомів і дрібних частинок в процесі їх взаємодії, злипанні і утворенні загальної зовнішньої оболонки. Це відбувається за рахунок реакцій, так само як і реакції поверхневого росту, агломерації частинок на пізніших стадіях процесу сажоутворення і, як наслідок, утворюються відкриті структуровані незамкнуті, витягнуті, розкидані агрегати з 9 – 30 наночастинок.

При аналізі структур вуглецевої фракції викидів в атмосферу дизельними автомобілями були виявлені одинокі наночастинок, а також частинки діаметром 10 – 80 нм – сферули – або конгломерати з декількох тисяч сферул. Кожна сферула складається з наночастинок C, які є результатом піролізу вуглеводного палива і зв'язаних з ними атомів H, O, N в незначних кількостях.

При вивченні проблеми сажоутворення в автотранспорті прийнято два механізми утворення або виникнення сажі: в результаті хімічної коагуляції великих молекул і появи наночастинок, які є попередниками утворення сажі з наступним їх ростом; наночастинок, які є ядрами сажоутворення в реакціях вищих вуглеводнів в умовах їх надлишку в зоні сажоутворення.

Утворення сажі пов'язано з реакцією піролізу, а також може бути обумовлено наступною участю  $C_2H_2$ , який може сприяти поверхневому росту частинок нарівні з коагуляцією. На нашу думку найбільш вірогідний - це вибуховий характер утворення наночастинок до кінця періоду індукції.

Отримав також розповсюдження іоний механізм сажоутворення під час спалювання автомобільного палива. Частинка CN, яка знаходиться в нестабільному стані, реагує з атомами кисню і через ряд іонно-молекулярних реакцій від  $HCN^+$  переходить в  $C_3H_3^+$  - іон, який існує в багатьох типах полум'я у великих концентраціях. Цей іон, як і більш високі  $C_xH_y^+$  (тут x, y – непарні числа атомів;  $x > y$ ), потім реагують з окремими нейтральними наночастинок типу  $C_2H_2$ ,  $C_4H_2$ ,  $C_3H_3$ ,  $C_6H_2$  з виникненням послідовно все більш крупних іонів.

Виходячи з механізмів появи сажі, виникнення C-подібних наночастинок можна розглядати в єдиному механізмі формування вуглеводневих (HC) фракцій. При спалюванні в дизельному двигуні характерне виникнення сполук наночастинок з 9-25 атомами вуглецю в молекулі в результаті згорання палива і 23-40 атомів від згорання моторного масла в різні продукти піролізу (термічного і оксидного), які знаходяться в рідкому вигляді або сорбуються на сажових частинках. Склад вуглеводнів у вихлопних газах двигунів залежить від складу палива. Але багато з вуглеводнів, які були виявлені в складі вихлопних газів, відсутні в самому паливі.

Наявність HC-утворень свідчать про викиди неспалених вуглеводнів. Вміст HC досить великий як для бідних і багатих на сумішей, а мінімум її відповідає масовому співвідношенню повітря/паливо – 18-20. Основна доля викидів припадає на парафіни (алканів  $C_nH_{2n+2}$  – насичених вуглеводнів) в складі викидів, їх внесок у повну хімічну активність – патогенну здатність – найменший.

Екологічна характеристика спалювання палива в автотранспорті визначається рівнем токсичних викидів, в тому числі дисперсних частинок і вуглеводнів, на виході з двигуна. Тому індекс емісії (токсичності) EL в кінцевому результаті визначається співвідношенням процесів спалювання і утворення викидів різних типів автомобілів. Встановлено, що речовини, які утворюються на поверхні сажі, виступають в ролі третього тіла. В пропано-кисневому полум'ї при коефіцієнті надлишку окисника  $\alpha \approx 0,25$  у вихлопних газах утворюється 8% наночастинок при малих викидах  $CO_2$ . Тоді можна запропонувати наступний механізм утворення поліциклічних ароматичних вуглеводнів і сажі при спалюванні газу в двигунах: дифузія атомів H із зони



спалювання, утворення іонів, радикалів,  $C_2H_6$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_6H_{12}$ , наночастинок, коагуляція полі циклічних ароматичних вуглеводнів з участю іонів і подальше утворення сажі.

## АНАЛИЗ ДИФфуЗИОННОГО ГОРЕНИЯ

Ю.А. Боев, Г.Г. Пятышкин

Донецкий национальный технический университет

До тех пор, пока используется органическое горючее, всегда будет проявляться интерес к экономному и качественному его сжиганию. Из-за удобства использования особенное внимание уделяется применению горючего в газообразном виде. Низкосортные угли, торф, растительные отходы проходят специальную предварительную обработку в газогенераторах, а затем продукты неполного горения твердого горючего в газообразном виде используют в теплоэнергетических агрегатах в качестве основного горючего. Такая технология сжигания позволяет локализовать отходы газогенераторного процесса и улучшить экологическую обстановку у потребителя энергии.

Выбор оптимальных параметров процессов горения и конструктивных особенностей агрегатов удобно проводить на основе численных экспериментов, для которых необходимо тестирование, сравнение с имеющимися экспериментальными данными или аналитическими решениями.

Одним из простых способов сжигания газообразного горючего является ламинарный диффузионный факел, возникающий в технических устройствах, в природных явлениях или в быту, когда горючее отделено от окислителя пространственно и топливо заранее не подготовлено для горения. Так как в задаче Бурке – Шумана изложены основы такого горения, то ее решение служит в качестве эталона при сравнении с результатами численного эксперимента, полученными в данной работе.

Для анализа процесса горения в диффузионном факеле, рассмотрим задачу в следующей постановке (рисунок 1). В прямоугольной системе координат ( $X - Z$ ) ось  $Z$  направлена по оси горелки, а начало координат помещено в центре среза щели.

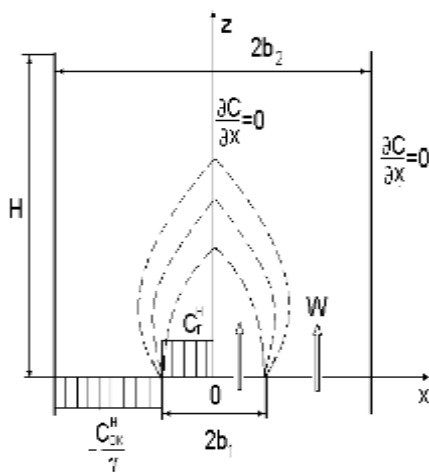


Рисунок 1 — Схема исследуемой области

Горючий газ вытекает вверх из канала шириной  $2b_1$ , окруженного более широким каналом, размером  $2b_2$ , по которому движется окислитель. Предположим, что реагенты имеют достаточную температуру, чтобы при их контакте возникала химическая реакция; средние линейные скорости горючего и окислителя постоянны и равны  $-W$  коэффициент взаимной диффузии газов постоянен  $-D$ , процесс диффузии происходит только поперек движения, смешение газов осуществляется только за счет диффузии, образующие продукты горения химически нейтральны.

Уравнение диффузии для топлива, представляющего смесь горючего и окислителя в виде  $C = C_G - C_{OK} / \gamma$ , где  $\gamma$ - стехиометрический коэффициент реакции, примет вид:

$$\partial C / \partial Z = (D/W) (\partial^2 C / \partial X^2) \quad (1)$$

и дополняется граничными условиями. На оси симметрии области, при  $X = 0$ :  $\partial C / \partial X = 0$ ; на стенках каналов отсутствует поток массы, т.е. при  $X = b_2$ :  $\partial C / \partial X = 0$ ; на входе в исследуемую область, в центральном канале задана начальная концентрация горючего, при  $Z=0$ : и  $0 < X < b_1$  -  $C = C_{\Gamma} - C_{OK} / \gamma = C_{\Gamma}^H$ ; в периферийном канале, при  $b_1 < X < b_2$  - задана начальная концентрация окислителя:  $C = C_{\Gamma} - C_{OK} / \gamma = C_{OK}^H$ . Решение этой задачи в форме Бурке - Шумана имеет вид:

$$C = C^H \cdot \frac{b_1}{b_2} - \frac{C_{OK}^H}{\gamma} + \frac{2C^H}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \cdot \sin\left(n\pi \cdot \frac{b_1}{b_2}\right) \cdot \cos\left(\frac{n\pi x}{b_2}\right) \cdot \exp\left(- (n\pi)^2 \cdot \frac{D}{W} \cdot \frac{z}{b_2^2}\right) \quad \text{где}$$

$$C^H = C_{\Gamma}^H + C_{OK}^H / \gamma.$$

Результаты этого решения и результаты численного исследования приведено на рисунке 2. Сравнение показывает на их удовлетворительное совпадение.

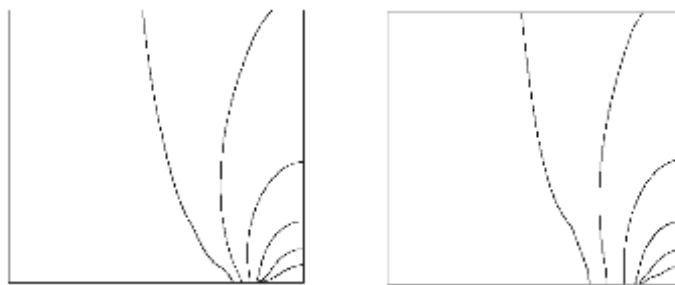


Рисунок 2 – Точное и численное решения (результаты расчета на сетке  $9 \times 25$ )

Основным требованием, предъявляемым к численному решению, является его сходимость к точному при измельчении шага  $h$  разностной сетки. Для этого был произведен расчет на последовательности сеток ( $9 \times 25$ ;  $17 \times 100$ ;  $25 \times 225$ ) с различными пространственными шагами. Для оценки сходимости (рисунок 3) данные, полученные после расчета на трех разностных сетках, были подвергнуты статистической обработке. В качестве критерия, оценивающего сходимость, принималось среднеквадратичное отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_z} (\bar{C}_i - C_i)^2 / N_z^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_z} (\Delta)^2 / N_z^2} \quad - \text{ где } N_z \text{ - число разбиений по оси } Z;$$

$\Delta = |\bar{C}_i - C_i|$  - норма разности точного и численного решений.

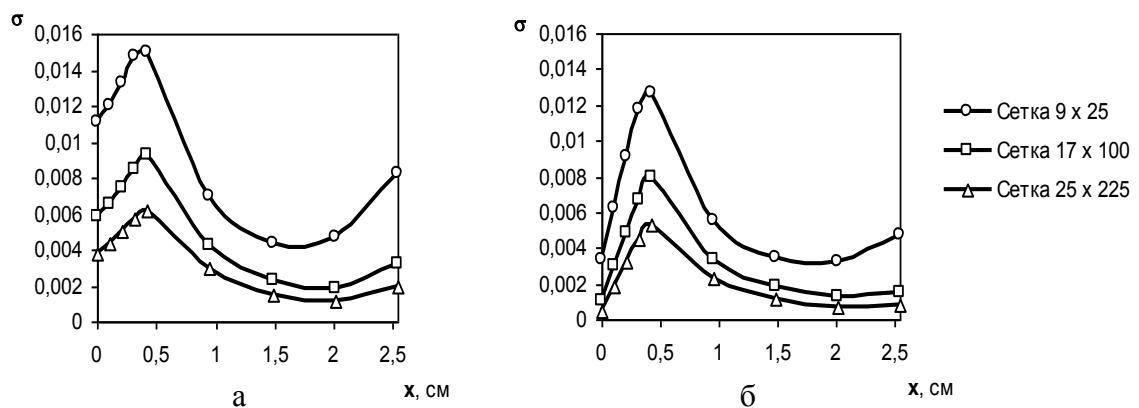


Рисунок 3 – Оценка сходимости численного решения к точному при использовании трех разностных сеток (а – 1-ый; б – 2-ой порядок точности.)

## ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОНОМЕРОВ И ДИМЕРОВ ТИОСПИРТОВ

Е.А. Беляева, Д.В. Муратов, Ю. Б. Высоцкий  
Донецкий национальный технический университет

В продолжение работ, в которых были изучены термодинамические параметры образования мономеров и кластеров молекул жирных спиртов ( $n=6-16$ ) на поверхности раздела фаз жидкость/газ, в данной работе рассчитаны энтальпии, энтропии и энергии Гиббса образования мономеров и димеров тиоспиртов  $C_nH_{2n+1}SH$  ( $n=3-16$ ).

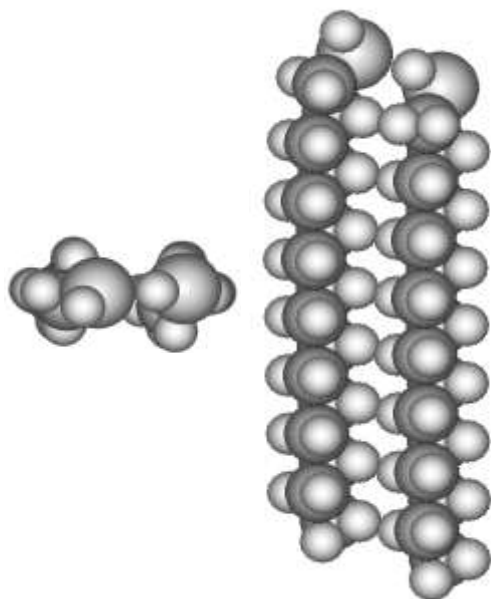


Рис. 1

В работе построены и проанализированы кривые, и поверхности изменения потенциальной энергии от величины торсионного угла  $\angle HSCC$  для мономеров и димеров.

Установлено наличие двух устойчивых конформаций мономеров: при  $\angle HSCC = 180^\circ$  и  $\angle HSCC = 65^\circ$ . Для этих конформаций мономеров был проведен расчет термодинамических характеристик полуэмперическими методами: AM1, MINDO/3, MNDO и PM3. Показано, что полученные термодинамические параметры линейно зависят от числа углеродных атомов. Проведение сравнительного анализа полученных результатов показало, что наиболее близкие к эксперименту значения были получены с помощью MNDO метода; также хорошее согласование с

экспериментом показал метод PM3. Что касается расчета стандартных энтропий образования  $S_{298}^0$ , то относительная ошибка описания этих величин, как и в случае спиртов больше, что можно приписать, как и ранее тому, что не было учтено свободное вращение алкильных групп в углеводородном радикале. Учет свободного вращения алкильных групп ведет к улучшению согласия с экспериментальными данными. В данной работе использовались следующие инкременты для энтропии приходящиеся на одну метиленовую группу: 6,03 – для AM1; 4,13 – MINDO/3; 6,28 – MNDO; 7,03 (Дж/мольК) – PM3. Результаты

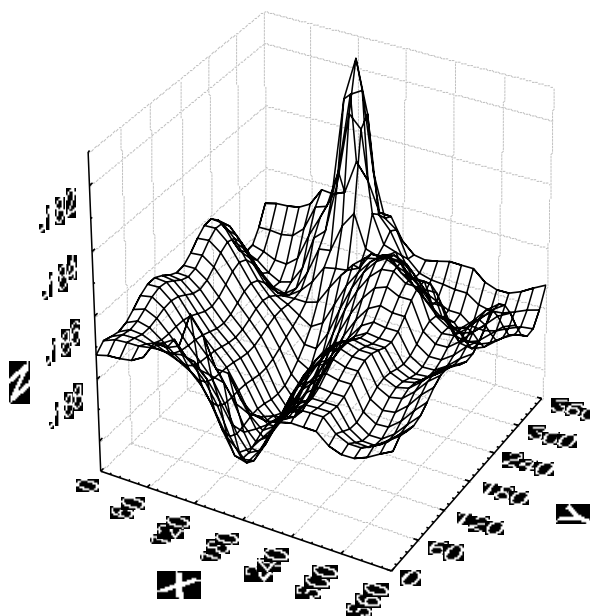


Рис.2

расчетов представлены в таблице 1 (в скобках приведены значения энтропий и энергий Гиббса с учетом аддитивной поправки).

Молекула	AM1	MINDO/3	MNDO	PM3	Эксперимент
Стандартная энтальпия образования $\Delta H_{298}^0$ , кДж/моль					
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> SH	-72.68	-119.61	-75.9522	-58.87	-67.5
C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> SH	-101.27	-146.23	-95.7467	-81.40	-87.8
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> SH	-129.93	-172.49	-115.437	-104.08	-109.8
C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> SH	-158.56	-198.71	-135.143	-126.72	-129.2
C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> SH	-187.21	-224.91	-154.841	-149.41	-149.5
C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> SH	-215.85	-251.12	-174.544	-172.08	-170.1
C <sub>9</sub> H <sub>19</sub> SH	-244.50	-277.32	-194.246	-194.76	-190.8
C <sub>10</sub> H <sub>21</sub> SH	-274.29	-303.53	-213.953	-217.44	-210.9
C <sub>11</sub> H <sub>23</sub> SH	-301.80	-329.71	-233.655	-240.12	-232.5
C <sub>12</sub> H <sub>25</sub> SH	-329.10	-355.92	-253.358	-262.80	-253.2
Стандартная энтропия образования $\Delta S_{298}^0$ , кДж/моль					
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> SH	-244.29(-226.20)	-238.70(-226.31)	-248.61(-229.77)	-244.46(-223.37)	-234.7
C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> SH	-347.24(-323.12)	-339.70(-323.18)	-351.46(-326.34)	-347.99(-319.87)	-332.26
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> SH	-450.01(-419.86)	-440.37(-419.72)	-454.65(-423.25)	-451.78(-416.63)	-428.32
C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> SH	-553.73(-517.55)	-541.94(-517.16)	-557.94(-520.26)	-555.54(-513.36)	-525.28
C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> SH	-659.79(-617.58)	-643.28(-614.37)	-661.56(-617.60)	-659.91(-610.70)	-622.35
C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> SH	-760.28(-712.04)	-745.12(-712.08)	-764.86(-714.62)	-763.58(-707.34)	-719.36
C <sub>9</sub> H <sub>19</sub> SH	-864.37(-810.10)	-846.41(-809.24)	-869.21(-812.69)	-867.53(-804.26)	-816.37
C <sub>10</sub> H <sub>21</sub> SH	-975.57(-915.27)	-948.90(-907.60)	-972.95(-910.15)	-972.19(-901.89)	-913.38
C <sub>11</sub> H <sub>23</sub> SH	-1072.31(-1005.98)	-1050.40(-1004.97)	-1077.88(-1008.80)	-1076.32(-998.99)	-1010.38
C <sub>12</sub> H <sub>25</sub> SH	-1175.64(-1103.28)	-1154.55(-1104.99)	-1181.80(-1106.44)	-1180.28(-1095.92)	-1107.44
Стандартная энергия Гиббса $\Delta G_{298}^0$ , кДж/моль					
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> SH	0.12(-5.27)	-48.48(-52.17)	-1.87(-7.48)	13.98(7.70)	2.58
C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> SH	2.21(-4.98)	-45.00(-49.93)	8.99(1.50)	22.30(13.93)	11.39

C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> SH	4.18(-4.81)	-41.26(-47.42)	20.05(10.69)	30.55(20.08)	18.04
C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> SH	6.45(-4.33)	-37.21(-44.60)	31.12(19.89)	38.83(26.26)	27.56
C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> SH	9.41(-3.17)	-33.21(-41.83)	42.30(29.20)	47.25(32.58)	36.219
C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> SH	10.71(-3.66)	-29.07(-38.92)	53.39(38.41)	55.47(38.71)	44.557
C <sub>9</sub> H <sub>19</sub> SH	13.08(-3.09)	-25.09(-36.16)	64.78(47.93)	63.76(44.91)	52.796
C <sub>10</sub> H <sub>21</sub> SH	16.43(-1.54)	-20.76(-33.06)	75.98(57.27)	72.28(51.33)	61.63
C <sub>11</sub> H <sub>23</sub> SH	17.75(-2.02)	-16.69(-30.23)	87.55(66.97)	80.63(57.58)	68.97
C <sub>12</sub> H <sub>25</sub> SH	21.24(-0.32)	-11.87(-26.63)	98.82(76.36)	88.92(63.78)	77.23

Таблица 1. Стандартные термодинамические характеристики конформера1.

На рис. 1 изображена оптимизированная структура димера C<sub>16</sub>H<sub>33</sub>SH. На рис.2 представлена поверхность потенциальной энергии димера тиоспиртов. Для гомологического ряда димеров были рассчитаны энтальпии, энтропии и энергии Гиббса димеризации.

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ПОЛУЧЕНИЕ АЛЮМО-СИЛИКАТНЫХ КЕРАМИК МЕТОДОМ СВС

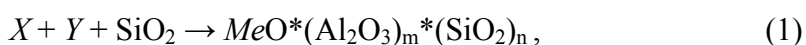
Г.С. Яценко, А.Н. Гороховский

Донецкий национальный технический университет

Основу современной оксидной керамики промышленного и хозяйственно-бытового назначения, составляют композиционные материалы, получаемые высокотемпературным обжигом природного сырья, которое содержит алюминаты и силикаты металлов, как правило, кальция и магния. Синтез керамического материала, формирование его химического и фазового составов, а также структуры, по традиционной керамической технологии происходит в несколько сменяющих друг друга стадий и предполагает значительные внешние энергетические затраты, направленные, в первую очередь, на создание высокотемпературной среды, а также внушительное аппаратное обеспечение всего процесса, продолжительность которого составляет десятки часов. В связи с этим, весьма перспективным способом получения некоторых керамик, является использование реакций самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), который основан на быстропротекающих процессах экзотермического взаимодействия реагентов.

В настоящей работе изучена возможность получения методом СВС таких керамик, как алюминаты и алюмосиликаты в одну технологическую стадию, непосредственно в процессе горения экзотермических смесей порошков реагентов, спрессованных в образцы определённой формы и размеров.

Расчёт весовых пропорций участников превращений основывался на обобщенных химических схемах процесса СВС:



где:  $X = \text{CaO}_2, \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ;  $Y = \text{Al}, \text{Mg}, (\text{Al}+\text{Mg})$ ;  $Me = \text{Ca}, \text{Mg}$ ;  
или



где:  $X = CaO_2, Ca(NO_3)_2$ .

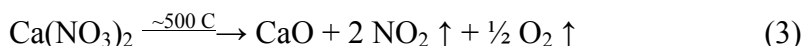
Предварительный литературный анализ и термодинамический расчёт адиабатических температур для возможных реакций показал, что в большинстве сочетаний  $X+Y+SiO_2$  должно происходить сильное экзотермическое взаимодействие с температурами превышающими 2000 К, что и предопределяет возможность реализации СВС.

Материалом для исследований служили порошковые смеси, приготовленные механическим перемешиванием с перетиранием в определенных сочетаниях химически чистых  $CaO_2, Ca(NO_3)_2, SiO_2, Al, Mg$ . Порошок  $Ca(NO_3)_2$  предварительно высушивался при температуре 200<sup>0</sup>С до постоянного веса. Во время сушки подъём температуры происходил ступенчато через 50<sup>0</sup>С. Дополнительно порошки  $CaO_2, Ca(NO_3)_2, SiO_2$  измельчались в фарфоровой ступке и их фракция контролировалась просеиванием через сито.

Приготовленные смеси подвергались холодному одностороннему прессованию в стальной пресс-форме до получения цилиндрических образцов диаметром 10 мм и различной высоты (примерно 20 мм) в зависимости от состава и массы навески. Усилие прессования было направлено перпендикулярно оси цилиндра, что при небольшой высоте образцов позволяло получить примерно равномерную плотность по всему образцу.

Реакционная волна СВС инициировалась инъекционной газовой горелкой и распространялась сверху вниз по оси цилиндра. Продолжительность процесса измерялась секундомером от начала воспламенения до израсходования всего материала образца. Поскольку изучаемые процессы СВС сопровождаются чрезвычайно сильным свечением, наблюдения выполнялись в защитных темных очках, в которых обычно проводят сварочные работы.

Для регистрации температуры начала воспламенения смесей реагентов использовался метод ДТА-ТГ, а также ряд опытов был выполнен в печи с регулируемым подъёмом температуры. В результате выполненных наблюдений, в соответствующих смесях, были установлены предшествующие СВС стадии разложения соединений кальция:



Высокоэкзотермический процесс СВС (1) начинается при 550<sup>0</sup>С в смесях с Mg и 600<sup>0</sup>С – с Al. Замена  $CaO_2$  на  $Ca(NO_3)_2$  вызывает незначительное смещение (на ~10..15<sup>0</sup>С) регистрируемого начала взаимодействия в область высоких температур.

При проведении исследований в предварительно разогретой до 700<sup>0</sup>С печи, без использования инициирующего мощного теплового источника, в смесях не содержащих магний осуществить процесс СВС невозможно. По всей видимости, в процессе относительно медленного нагрева образцов в печи (~7..10<sup>0</sup>С/мин), и значит малого градиента температур, реакции (2)-(3) успевают практически завершиться, а необходимый для окисления алюминия  $O_2$  не восполняется в объёме образца за счёт кислорода воздуха. Мощность тепловыделения состава недостаточна и происходит затухание самораспространяющегося процесса. В этих условиях не спасает ситуацию даже последующий нагрев печи до температуры 900<sup>0</sup>С.

Таким образом, наличие высокотемпературного локально инициирующего (в течении ~3..5 с) источника является принципиальным моментом в реализации СВС

этих систем. По всей видимости, скорость определяющей стадией рассматриваемых процессов является окисление соответствующего металла. Лимитирующей стадией – разложение  $\text{CaO}_2$  и  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ . Стабилизирует реакционную волну СВС – экзотермическое образование алюмо-силикатов кальция и магния. По этой причине, скорость движения реакционной волны СВС в системах с нитратом кальция примерно в 1,5-2 раза ниже, чем в случае использования пероксида кальция. Обычно наблюдаемые скорости СВС этих систем лежат в пределах от 750 до 100 мм/мин.

Одним из направлений практического использования рассматриваемого способа является получение огнеупорной связки для высокотемпературной керамической сварки отдельных огнеупоров. Здесь при иницировании процесса высокотемпературным источником, в швах кладки можно вызвать образование расплава СВС-керамики, который, пропитывая стыкующиеся поверхности фасонных огнеупоров, будет сваривать их в прочный монолит.

Другим интересным направлением практического применения является получение окрашивающих керамические массы, глазури алюмосиликатных пигментов на основе d-металлов, для нужд фарфоро-фаянсовой промышленности.

## **САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕЕСЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СУЛЬФАТОВ МЕДИ И КАДМИЯ С СУПЕРОКСИДОМ НАТРИЯ**

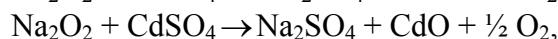
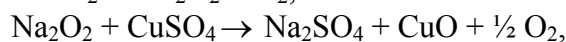
М.М.Шибико, В.В.Шаповалов, Ю.В.Мнускина  
Донецкий национальный технический университет

В настоящее время обнаружено, что соли различных металлов способны взаимодействовать с пероксидными соединениями натрия в режиме самораспространяющегося взаимодействия (СРВ). Установлено, что СРВ в системах соль – пероксидное соединение натрия имеет большое практическое значение, связанное с развитием новых нетрадиционных методов синтеза неорганических соединений и простых веществ, а также с возможностью переработки токсичных отходов производства. С этой целью до сих пор изучались только двойные системы. Однако, актуальной задачей на сегодняшний день является изучение СРВ и в тройных системах, состоящих из двух солей и пероксида (супероксида) натрия. Такие системы целесообразно было бы использовать в следующих целях: во-первых, для получения пьезокерамических материалов (если в процессе СРВ образуются оксиды, проявляющие пьезоэлектрические свойства) и ферритов (если один из образующихся оксидов  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , а второй отвечает формуле  $\text{MeO}$ ). В этом случае получение оксидов самораспространяющимся взаимодействием позволило бы добиться наиболее полного и равномерного их смешения на молекулярном уровне, что является важным для производства пьезокерамики и чего практически невозможно достичь при традиционных способах ее получения. Кроме того, получение пьезокерамических материалов с помощью СРВ является экологически чистым, быстрым и дешевым способом. Во-вторых, СРВ в тройных системах также можно использовать для переработки токсичных отходов путем перевода растворимых солей в нерастворимые оксиды, которые не оказывают вредного воздействия на окружающую среду.

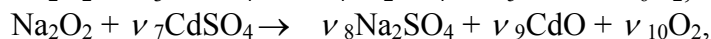
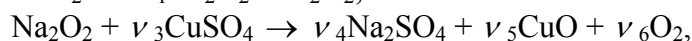
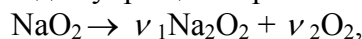
Данная работа посвящена изучению системы  $\text{CdSO}_4 - \text{CuSO}_4 - \text{NaO}_2$ . Поскольку СРВ в тройных системах ранее никогда не изучалось, то эта система была выбрана как наиболее простая модель для его изучения, так как в этой системе не предполагается

взаимодействие продуктов реакций с исходными реагентами и между собой. Целью работы явилось установление механизма процесса, протекающего в системе при нагревании, а также определение теплофизических и кинетических его параметров.

При нагревании исследуемой системы в ней протекают следующие реакции:



которые для упрощения расчетов могут быть представлены в виде:



где  $\nu_1 - \nu_{10}$  – массовые стехиометрические коэффициенты.

Процессы, протекающие в исследуемой системе при нагревании, можно описать следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\text{Для NaO}_2: \quad dm_1/d\tau = -m_1^0 * k_{01} * \exp(-E_1/RT) * f_1(\alpha),$$

$$\text{Для CuSO}_4: \quad dm_2/d\tau = -m_2^0 * k_{02} * \exp(-E_2/RT) * m_4 * f_2(\alpha),$$

$$\text{Для CdSO}_4: \quad dm_3/d\tau = -m_3^0 * k_{03} * \exp(-E_3/RT) * m_4 * f_3(\alpha),$$

$$\text{Для Na}_2\text{O}_2: \quad dm_4/d\tau = -\nu_1 * (dm_1/d\tau) + (dm_2/d\tau) / \nu_3 + (dm_3/d\tau) / \nu_7,$$

$$\text{Для O}_2: \quad dm_5/d\tau = -\nu_2 * (dm_1/d\tau) - \nu_6 / \nu_3 * (dm_2/d\tau) - \nu_{10} / \nu_7 * (dm_3/d\tau),$$

$$\text{Для Na}_2\text{SO}_4: \quad dm_6/d\tau = -\nu_4 / \nu_3 * (dm_2/d\tau) - \nu_8 / \nu_7 * (dm_3/d\tau),$$

$$\text{Для CuO:} \quad dm_7/d\tau = -\nu_5 / \nu_3 * (dm_2/d\tau),$$

$$\text{Для CdO:} \quad dm_8/d\tau = -\nu_9 / \nu_7 * (dm_3/d\tau),$$

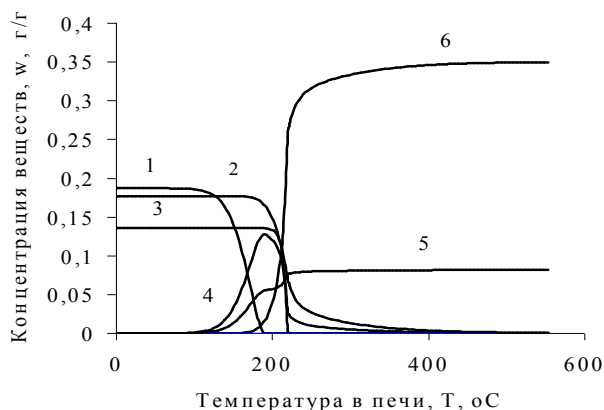
где  $m_1 - m_8$  – текущие массовые доли  $\text{NaO}_2$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{CdSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{CdO}$ ;

$m_1^0$ ,  $m_2^0$  и  $m_3^0$  – исходные массовые доли  $\text{NaO}_2$ ,  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{CdSO}_4$  соответственно;

$k_{01}$ ,  $k_{02}$  и  $k_{03}$  – предэкспоненциальные множители соответствующих реакций;

$E_1$ ,  $E_2$  и  $E_3$  – энергии активации соответствующих реакций;  $f(\alpha)$  – кинетическая функция.

В процессе исследования системы был проведен ее теоретический расчет с помощью ЭВМ. В результате расчета определены характеристики процесса (температура взаимодействия, составляющая  $230^\circ\text{C}$ , и величина пика экзотермического эффекта –  $127.01^\circ\text{C}$ , скорость распространения фронта горения). Результаты расчета позволяют также представить изменение концентраций реагирующих веществ и продуктов во фронте горения (рис. 1).



- 1–концентрация  $\text{NaO}_2$ ;  
 2–концентрация  $\text{CdSO}_4$ ; 3–концентрация  $\text{CuSO}_4$ ;  
 4– концентрация  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ; 5–концентрация  $\text{O}_2$ ;  
 6–концентрация  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;

Кроме теоретических расчетов проведено экспериментальное определение скорости горения в системе. Исходными реагентами для приготовления реакционной смеси служили безводные  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{CdSO}_4$  и супероксид натрия.  $\text{NaO}_2$  использовали без предварительной подготовки. Сульфаты предварительно были высушены под вакуумом. При приготовлении реакционной смеси исходные компоненты были взяты в стехиометрическом

Рис.1 – изменение концентраций веществ во фронте горения



соотношении. Из смеси была спрессована таблетка и сожжена. Средняя экспериментальная скорость ее горения составила 83.54 мм/мин.

В процессе работы было сделано предположение, что одна из солей, например  $\text{CuSO}_4$ , может не полностью расходоваться в реакции с  $\text{Na}_2\text{O}_2$ . Поэтому йодометрическим методом определялось содержание  $\text{CuSO}_4$  в продуктах взаимодействия. Количество непрореагировавшего сульфата меди составило в среднем 6.8% от массы всей смеси продуктов.

Из всего выше сказанного можно сделать следующие выводы:

1. По расчетным данным величина пика экзотермического эффекта составляет  $127^\circ\text{C}$ . Значит, процесс, протекающий в системе при нагревании сопровождается довольно большим выделением тепла, что подтверждает возможность СРВ в ней.
2. Скорость распространения фронта горения в системе относительно небольшая, что характерно для большинства систем с солями. Между экспериментально и теоретически определенными скоростями наблюдаются значительные расхождения.
3. Экспериментально обнаружено, что  $\text{CuSO}_4$  не полностью расходуется в процессе СРВ. Около 7 % его обнаружено в продуктах взаимодействия.

## ИЗУЧЕНИЕ КИСЛОРОДНОЙ СТЕХИОМЕТРИИ КЕРАМИЧЕСКОГО КУПРАТА $\text{YBa}_{1,94}\text{Sm}_{0,06}\text{Cu}_{2,995}\text{Li}_{0,005}\text{O}_x$

Н.В.Машкина, В.В.Приседский, Е.И.Волкова  
Донецкий национальный технический университет

Изучение высокотемпературных оксидных сверхпроводников (ВТСП) является одной из перспективных областей научного материаловедения. Высокотемпературные сверхпроводники обладают значительной кислородной нестехиометрией, которая структурно обеспечивается наличием большого числа незанятых кислородных позиций – вакансий. Высокая концентрация и разный тип кислородных вакансий обуславливает слабую связь и высокую подвижность кислорода в базисных плоскостях кристаллической решетки барий-иттриевого купрата  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ , обеспечивая возможность изменения анионной стехиометрии в широких пределах.

В данной работе был изучен образец сверхпроводникового купрата  $\text{YBa}_{1,94}\text{Sm}_{0,06}\text{Cu}_{2,995}\text{Li}_{0,005}\text{O}_x$ , легированного оксидом самария. Принимая во внимание величины ионных радиусов, в этом случае предполагают гетеровалентное замещение атомами самария позиций бария. Избыточный заряд иона самария по сравнению с замещаемым ионом бария должен приводить к существенному изменению кислородной стехиометрии – внедрению дополнительного кислорода в решетку. Наша задача - изучение влияния такого замещения на состояние кислорода в сверхпроводнике.

Образец купрата состава  $\text{YBa}_{1,94}\text{Sm}_{0,06}\text{Cu}_{2,995}\text{Li}_{0,005}\text{O}_x$  был синтезирован по обычной керамической технологии из оксидов  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  и карбонатов  $\text{BaCO}_3$  и  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ . Литий вводили для повышения плотности спеченного образца.

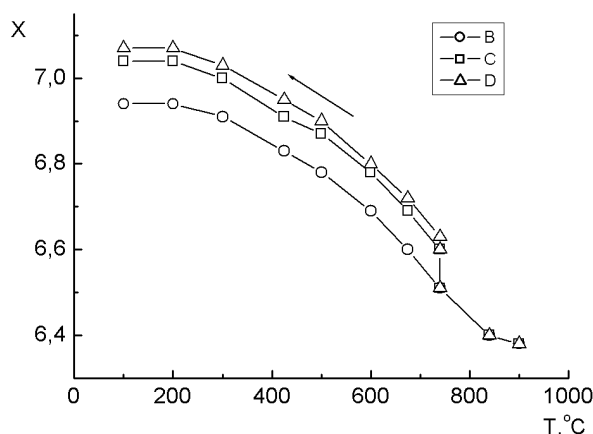


Рис.1. Изменение содержания кислорода при охлаждении образца  $\text{YBa}_{1,94}\text{Sm}_{0,06}\text{Cu}_{2,995}\text{Li}_{0,005}\text{O}_x$ . Выдержка в течение: В – 1 мин., С – 10 ч, D – 30 ч.

образца по «быстрой» и «медленной» составляющей нестехиометрического кислорода.

Рассмотрим кривые охлаждения на воздухе после нагрева до  $900^\circ\text{C}$  (рис.1). При быстром охлаждении, со скоростью порядка 1 град/мин изменение содержания кислорода следует кривой В. По этой же кривой изменяется содержание кислорода при последующем нагревании образца с такой же скоростью. При медленных режимах охлаждения или если делать выдержки разной длительности в определенных температурных точках наблюдается иная картина. Сначала при снижении температуры от  $900^\circ\text{C}$  содержание кислорода изменяется по той же кривой В и изотермические выдержки в интервале  $900 > T > 750^\circ\text{C}$  не приводят к смещению содержания кислорода. При охлаждении образца до граничной температуры  $T_{\text{гр1}} = 740^\circ\text{C}$  и более низких температур наблюдается «отход» от кривой В за счет дополнительного медленного окисления образца  $\Delta x$ . Максимальное дополнительное окисление при  $740^\circ\text{C}$  для образца  $\text{YBa}_{1,94}\text{Sm}_{0,06}\text{Cu}_{2,995}\text{Li}_{0,005}\text{O}_x$  составляет  $\Delta x = 0,12$ . Образец, окисленный по медленной составляющей кислородной нестехиометрии, при последующем быстром охлаждении изменяет содержание кислорода за счет быстрой составляющей, например, по кривым С, D, которые идут параллельно кривой В.

Компенсация примесных донорных центров самария при  $T \leq 740^\circ\text{C}$  осуществляется дополнительным количеством слабосвязанного кислорода, внедренного в базисную плоскость ячейки купрата. Максимальное содержание кислорода, полученное на исследуемом образце составляет  $x = 7,07$ .

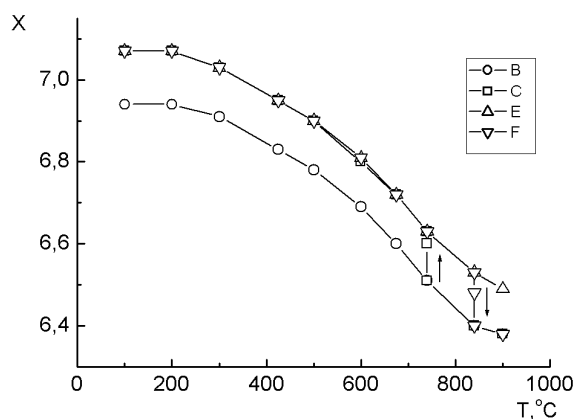


Рис.2 Общий характер изменения содержания «быстрого» и «медленного» кислорода в образце  $\text{YBa}_{1,94}\text{Sm}_{0,06}\text{Cu}_{2,995}\text{Li}_{0,005}\text{O}_x$ . Охлаждение: В – по «быстрой», С – по «медленной» составляющей. Нагрев: Е – по «быстрой», F – по «медленной» составляющей.

Изучение изменения содержания кислорода при термоциклировании образца  $\text{YBa}_{1,94}\text{Sm}_{0,06}\text{Cu}_{2,995}\text{Li}_{0,005}\text{O}_x$  в диапазоне температур  $20-900^\circ\text{C}$  на воздухе проводили на гравиметрической установке, позволяющей непрерывно регистрировать массу в процессе термообработки.

В результате гравиметрических исследований содержания кислорода были построены кривые охлаждения и нагревания, которые дают картину соответственно окисления и восстановления исследуемого

образца по «быстрой» и «медленной» составляющей нестехиометрического кислорода. При медленном нагреве или изотермических выдержках ниже граничной температуры  $T_{\text{гр2}} = 840^\circ\text{C}$  изменение содержания кислорода происходит только по быстрой составляющей. И лишь при  $T \geq T_{\text{гр2}}$  происходит восстановление образца по медленной составляющей. Содержание кислорода при восстановлении по медленной составляющей при  $840^\circ\text{C}$  за время

порядка 7 ч составляет  $x = 6,40$ . Компенсация примесных центров - ионов самария при  $T \geq T_{гр2}$  происходит за счет снижения концентрации электронных дырок.

На рис.2 определена область температур, в которой возможно изменение содержания кислорода при окислении или восстановлении образца за счет его медленной составляющей и показана полоса возможных значений  $x$  при термоциклировании образца  $YBa_{1,94}Sm_{0,06}Cu_{2,995}Li_{0,005}O_x$ . В областях температур ниже  $T_{гр2} = 840^\circ\text{C}$  невозможно удаление, а выше  $T_{гр1} = 740^\circ\text{C}$  – внедрение дополнительного кислорода, компенсирующего примесные центры самария.

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что легирование купрата бария-иттрия самарием приводит к внедрению в кристаллическую решетку дополнительного количества кислорода. Структурно внедрение этого дополнительного кислорода обеспечивается иным механизмом, чем для кислорода в нелегированном купрате. Наиболее ярко это проявляется в скорости окислительно-восстановительных процессов при термоциклировании: последовательном нагреве и охлаждении образца, позволяя различать «быструю» и «медленную» составляющую кислорода в ВТСП.

## КИНЕТИКА РЕЛАКСАЦИИ КИСЛОРОДА В $YBa_{1,90}Sm_{0,10}Cu_{2,995}O_x$

Н.В.Кириченко, В.В.Приседский, И.А.Удодов  
Донецкий национальный технический университет

Керамика  $YBa_2Cu_3O_x$  (фаза «123») имеет ряд преимуществ перед другими высокотемпературными сверхпроводящими порошковыми (ВТСП) материалами: температура сверхпроводящего перехода выше точки кипения жидкого азота, относительно легко можно получить однофазный материал. Одним из основных требований, предъявляемых к изделиям из ВТСП-материалов, является однофазность. Материал должен состоять из 100% фазы  $YBa_2Cu_3O_x$ , то есть должно строго выполняться соотношение компонентов  $Y:Ba:Cu=1:2:3$ .

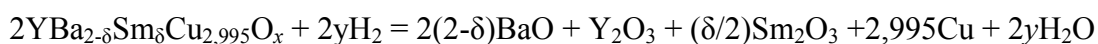
Известно, что свойства высокотемпературных сверхпроводников в определяющей степени зависят от содержания, характера вхождения в структуру и прочности связи кислорода в купратах. Высокая концентрация и разный тип кислородных вакансий обуславливает слабую связь и высокую подвижность кислорода в базисных плоскостях кристаллической решётки барий-иттриевого купрата  $YBa_2Cu_3O_x$ , обеспечивая возможность изменения анионной стехиометрии в широких пределах. Широкий интервал области гомогенности и высокая подвижность кислорода облегчают изучение кислородной стехиометрии. Измерения при постоянных значениях парциального давления кислорода  $P(O_2)$ , например, на воздухе, позволяет получить сведения о процессе извлечения кислорода в зависимости от температуры образца (термоэкстракция).

В данной работе изучали образцы сверхпроводниковых купратов 123- $YBaCu$ , легированных оксидом самария. Принимая во внимание величины ионных радиусов, в этом случае предполагают гетеровалентное замещение атомами самария позиций бария. Легирование купратов ионами РЗЭ часто испытывали как возможный путь повышения критической плотности тока. Наша задача – изучение влияния такого замещения на состояние кислорода в сверхпроводнике.

Образцы купратов состава  $YBa_{1,90}Sm_{0,10}Cu_{2,995}O_x$  ( $\delta=0,10$ ) были получены тщательным перемешиванием взятых в требуемом количестве исходных компонентов: оксидов  $Y_2O_3$ ,  $BaO$ ,  $CuO$ ; оксидов  $Y_2O_3$ ,  $CuO$  и соли  $BaCO_3$ ; оксидов  $Y_2O_3$ ,  $BaO$  и  $CuO$ . Синтез проводили в несколько этапов. После каждого этапа шихту просеивали через сито 200-250 меш. На первом этапе шихту нагревали в интервале температур 150-200 °С, на втором - при 200-400 °С в течение 4-16 ч. Далее шихту отжигали в интервале температур от 400 до 800 °С и выше на протяжении от 4 до 24 ч в зависимости от его температурной ступени. При этом через каждые 4 ч отжига шихту неоднократно перемешивали и просеивали через сито. В результате получили однородный порошок с высоким выходом (85-100 %) основной ВТСП-фазы  $YBa_2Cu_3O_x$ .

Однофазность синтезированных образцов контролировали методом рентгенофазового анализа (дифрактометр ДРОН-3,0, излучение  $CuK\alpha$ ). По данным рентгеновской дифракции рассчитывали также параметры кристаллической решётки.

Исследование измерения содержания кислорода в синтезированных и спечённых образцах при термоциклировании в диапазоне 20-900°С на воздухе проводили на гравиметрической установке, позволяющей непрерывно регистрировать массу в процессе термообработки. Абсолютное значение величины кислородного индекса  $x$  экспериментально находили гравиметрическим методом, используя восстановительный обжиг образцов при 950 °С 2ч в газовой смеси  $Ar-H_2$  по реакции:



Отсюда  $x = 3,527 + y$ , где  $y$  – число молей кислорода, связанного в воду и потерянного образцом при восстановлении. Величину  $y$  вычисляли по формуле

$$y = (\Delta m * M_{123}) / (16 * m)$$

где  $\Delta m$  – изменение массы образца в результате восстановительного обжига,  $m$  – исходная масса образца купрата,  $M_{123}$  – молярная масса купрата.

Результаты рентгеновской дифракции свидетельствуют о вхождении самария в решётку купрата во всём изученном интервале концентраций: при практически неизменных значениях параметров  $a$  и  $c$  по мере роста содержания самария растёт параметр  $b$  и снижается степень ромбического искажения.

Подобный характер изменения параметров может быть связан с вхождением дополнительных количеств кислорода в вакантные позиции в базисной плоскости. Многие авторы полагают, что это приводит к значительному уменьшению критической температуры  $T_c$  – температуры перехода в сверхпроводящее состояние.

На гравиметрической установке было изучено изменение содержания кислорода при термоциклировании образцов в виде стержней 15×3×2 мм. Особенно подробно был изучен образец с максимальным содержанием самария  $YBa_{1,90}Sm_{0,10}Cu_{2,995}O_x$ . При увеличении содержания самария на графиках зависимости содержания

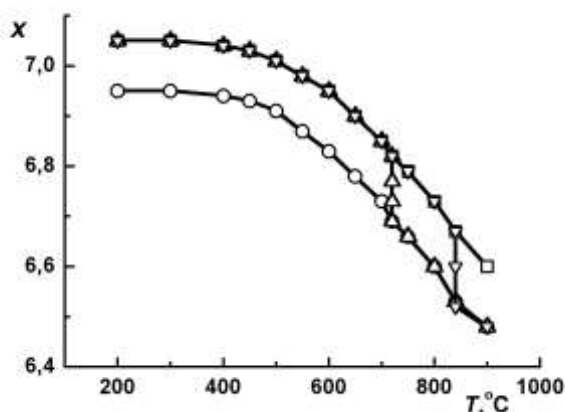


Рис.1. Изменение содержания кислорода в образце  $YBa_{1,90}Sm_{0,10}Cu_{2,995}Li_{0,005}O_x$  при термоциклировании от максимально до минимально окисленного состояния.

кислорода от температуры всё в большей степени проявляется необычное по сравнению с нелегированным купратом бария-иттрия смещение кривых “нагрев-охлаждение”, зависящее от скорости изменения температуры и времени изотермических выдержек (рис.1).

При нагреве максимально восстановленных образцов изменение массы следует по нижней кривой до температуры порядка 740°C. При этой и более низких температурах возможно дополнительное окисление (увеличение массы, как показано стрелочкой), требующее значительного времени выдержки. Наоборот, при нагреве максимально окисленных образцов (по верхней кривой) их дополнительное восстановление становится возможным лишь выше некоторой граничной температуры, которую нашли равной 840°C.

Основной вывод из полученных результатов состоит в том, что в легированных образцах присутствуют две формы (“быстрая” и ”медленная”) нестехиометрического кислорода.

## **ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА НЕСТЕХИОМЕТРИЧЕСКОГО ОКСИДА МАРГАНЦА (IV)**

С.В. Стародубцев, М.П. Михеева

Донецкий национальный технический университет

Создание и модернизация измерительной аппаратуры для контроля состояния окружающей среды связано, в частности, с изучением и внедрением новых материалов. В качестве таковых предлагаются манганаты – сложные оксиды на основе редкоземельных и (или) щелочноземельных металлов и марганца. Эти материалы обладают интересными электрическими и магнитными свойствами, обусловленными подвижностью входящего в них кислорода. Качество получаемых керамическим методом манганатов зависит и от состава и свойств используемого сырья – оксидов марганца и других элементов.

Цель настоящей работы – разработка методики определения состава нестехиометрического оксида марганца (IV) химическими методами. Этот оксид методом термической диссоциации переводится в оксид марганца (III), который непосредственно используется для получения манганатов. Химические методы более доступны, дешевле физических методов и дают достаточную точность и воспроизводимость, их можно применять с целью контроля синтеза манганатов.

Для разработки методики использовали оксид марганца (IV) квалификации „ч”. Согласно данным ГОСТа 4470-79 этот реактив имеет массовые доли оксида марганца (IV) не менее 75% и примесей, не содержащих марганец, около 3%.

Для определения общего содержания марганца в образце использован комплексонометрический метод (ГОСТ 10398-76). Этот метод применяется для растворов марганца (II), поэтому предварительно исследуемый оксид восстанавливался и переводился в раствор путем нагревания в небольшом количестве концентрированной соляной кислоты. Титрование полученного раствора проводили 0,05 М раствором трилона Б, приготовленным из фиксаля. Результаты анализа данным методом приведены в таблице 1.

Таблица 1

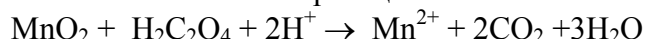
Комплексонометрическое определение содержания марганца в оксиде  $MnO_{2-6}$

Масса образца, г	Объем р-ра трилона Б · 10 <sup>3</sup> , л	Количество вещества Mn в
------------------	--------------------------------------------	--------------------------

		100 г оксида, моль
0,1247	28,20	1,131
0,1230	27,20	1,106
0,1243	28,20	1,134
0,1229	27,70	1,127
0,1226	27,62	1,126

$n_{cp} = 1,125$  моль

Если бы оксид марганца (IV) имел стехиометрический состав, то его массовая доля составила бы 98,7%, что противоречит данным ГОСТа на этот реактив. Согласно этому ГОСТу массовую долю оксида марганца (IV) определяют титрованием раствором  $KMnO_4$  избытка щавелевой кислоты после реакции:



Экспериментальным путем нами определено, что оксид марганца (III) также взаимодействует в этих условиях со щавелевой кислотой. Отсюда следует, что предлагаемая методика с восстановителем щавелевой кислотой позволяет определить общее содержание атомов Mn в степенях окисления +4 и +3 в нестехиометрическом оксиде  $MnO_{2-\delta}$ , а также с применением данных комплексонометрического анализа вычислить его кислородную нестехиометрию  $\delta$ .

Результаты „оксалатного” и комплексонометрического методов анализа образца „оксида марганца (IV)” представлены в таблице 2, молярная концентрация щавелевой кислоты равна 0,05 моль/л (раствор приготовлен из фиксанала).

Таблица 2

Оксалатный метод определения содержания Mn (+4 и +3) и  $\delta$  в  $MnO_{2-\delta}$

Количество вещества атомов Mn в образце оксида, ммоль	Объем раствора $H_2C_2O_4$ , прореаг. с образцом, $V \cdot 10^3$ , л	Количество вещества $H_2C_2O_4$ , ммоль	Количество вещества атомов Mn (+3,+4) в 100 г оксида, моль	$\delta$
1,687	26,50	1,325	0,785	0,215
1,676	26,15	1,308	0,780	0,220
1,687	26,20	1,310	0,777	0,223

$n_{cp} = 0,781$        $\delta_{cp} = 0,219$

Таким образом, установлена формула исследуемого нестехиометрического оксида марганца -  $MnO_{1,781}$  и его массовая доля в образце составляет 93,9%.

Применение методики йодометрического титрования образцов  $MnO_{1,781}$  с добавлением трилона Б позволяет определить долю марганца со степенью окисления +4 (см. табл.3). Реакция марганца со степенью окисления +3 с восстановителем J в присутствии трилона Б протекает медленно и не мешает определению Mn (+4).

Таблица 3

Йодометрическое определение Mn (+4) в  $MnO_{1,781}$

Масса образца, г	Объем раствора $Na_2S_2O_3$ , $V \cdot 10^3$ л	Кол-во вещества $Na_2S_2O_3$ на 100г образца, ммоль	Кол-во вещества Mn(+4) на 100г образца, моль
0,0380	10,60	26,182	0,689
0,0432	12,30	30,381	0,703
0,0510	14,80	36,558	0,716

$n_{cp} = 0,703$

Проведенный эксперимент позволил рассчитать общее количество вещества атомов марганца и количество вещества атомов марганца в каждой из трех его степеней окисления в 100г образца составом  $MnO_{1,781}$  (таблица 4).

Таблица 4

Количественный состав оксида  $MnO_{1,781}$  массой 100г

Степень окисления атомов Mn	+4	+3	+2	0
Количество вещества атомов, моль	0,703	0,078	0,344	1,125
Массовая доля соответствующего оксида, %	61,1	6,2	24,8	93,9

Проведенные исследования показывают, что массовая доля  $MnO_2$  в образце составляет 61,1 % вместо  $76,3 \pm 0,4$  % по методике расчета по ГОСТу 4470-79.

Формула оксида  $MnO_{1,781}$  может быть записана в соответствии с молярными долями марганца в различных степенях окисления как  $Mn_{0,625}^{+4} Mn_{0,069}^{+3} Mn_{0,306}^{+2} O_{1,781}$ .

## ГИБРИДНЫЙ СОРБЦИОННО-АТОМНО-АБСОРБЦИОННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ Pb(II), Cd(II) В ПРИРОДНЫХ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОДАХ

Ю.В. Быстрова, Е.А Белова, А.С. Алемасова  
Донецкий национальный университет

Тяжёлые металлы (ТМ) являются опасными загрязнителями окружающей среды. Одним из лучших арбитражных стандартных методов определения ТМ является атомно-абсорбционная спектроскопия с электротермической атомизацией (ЭТ ААС). Однако прямое определение ТМ в природных, особенно высокоминерализованных, водах затруднено вследствие мешающего влияния матрицы. Предварительное сорбционное концентрирование с последующим определением ТМ непосредственно в суспензии сорбента позволяет снизить предел обнаружения, повысить избирательность, даёт возможность непосредственно на месте отбора пробы получить концентрат различных сосуществующих форм ТМ, пригодный для дальнейшего анализа в условиях стационарной лаборатории, позволяет унифицировать процедуру градуировки.

Нами на модельной системе (определяемые элементы Pb(II), Cd(II), модифицированные сорбенты на основе угля, силикагеля, цеолитов) исследованы факторы, определяющие чувствительность и сходимость ЭТ ААС. В работе использовали кислотномодифицированный активированный уголь, сорбенты из отходов добычи бурого угля и смолы коксования, из Александрийского бурого угля, из угля и смывных нефтяных отходов, из бурого угля и смолы Авдеевского коксохимзавода, Атаман, кремнезёмные сорбенты, модифицированные диэтилдитиокарбаматом аммония и 3-меркаптопропилтриэтоксисиланом, оксид алюминия.

В диапазоне 214-330 нм с использованием сплошного источника ( $D_2$  – лампа) исследованы спектры неселективного поглощения сорбентов и показано преимущество угольных и кремнезёмных сорбентов, имеющих в исследованном диапазоне значительно меньшее неселективное поглощение, которое не превышает значение  $A=0,2$ . Эти сорбенты мы использовали в дальнейшей работе. Сорбенты на основе цеолитов имеют большое собственное неселективное поглощение, обусловленное, вероятно, молекулярным поглощением нелетучих оксидов и гидроксидов алюминия. Установлено, что при работе с суспензиями сорбентов на основе цеолитов обязательной стадией является дополнительная очистка печи от остатков сорбента при температуре 2800°C.

Установлены оптимальные условия сорбции Pb(II) и Cd(II) в статических условиях (рН раствора, время контакта фаз, размер частиц сорбента) и условия измерения аналитического сигнала при непосредственном внесении водной суспензии. Показано, что оптимальными условиями измерения аналитического сигнала является работа по однолучевой схеме с корректором фона, дозирование суспензии сорбента на графитовую платформу, использование ускоренного разогрева графитовой печи и максимально возможной температуры пиролиза исследуемых элементов, интегральная регистрация интенсивности сигнала. Поскольку степень сорбции Pb(II), Cd(II) исследуемыми сорбентами составляла 70 – 99%, для выявления сорбентов, которые наилучшим образом сочетаются с последующим электротермическим атомно-



абсорбционным определением, нами введён параметр приведённой абсорбционности, равный  $A - A_{\text{хол.}}/m$ , где  $A$  и  $A_{\text{хол.}}$  – абсорбционности исследуемых суспензий и холостого опыта,  $m$  – массы Pb(II) и Cd(II), поглощенные сорбентом. Установлено, что основным фактором, сдерживающим применение сорбентов различной природы для ЭТ ААС определения Pb(II) и Cd(II) в концентрате является чистота сорбента. Так, из угольных сорбентов только Атаман, сорбент из абрикосовых косточек и сорбент из углистых глин, отходов добычи бурого угля и смолы коксования имеют достаточно большое значение приведённой абсорбционности как для Cd(II), так и для Pb(II). Причём, очистка сорбентов обработкой концентрированными кислотами, комплексом III существенно не повышает чистоту как угольных, так и кремнезёмных сорбентов.

С использованием метода микрофотографии определён размер частиц предварительно измельчённых на лабораторной планетарной шаровой мельнице сорбентов и исследовано влияние гранулометрического состава угольных и кремнезёмных сорбентов на максимально допустимую без потерь аналита температуру пиролиза кадмия и свинца, а также на сходимость результатов измерений, характеризуемых величиной  $S_r$ . Сходимость результатов при дозировании суспензии сорбента зависит от стабильности суспензии, которая, в свою очередь, определяется размером частиц. Наилучшую сходимость, близкую к сходимости для водных растворов ( $S_r=0,05-0,08$ ), обеспечивают суспензии угольных сорбентов с размером частиц 0,001-0,002 мм. С другой стороны, размер и форма зёрен сорбента определяют максимально допустимую температуру пиролиза при атомизации и, следовательно, уровень неселективного поглощения света. При этом чем больше размер частиц и выше степень кристалличности углерода, тем выше максимально допустимая температура пиролиза. Нами показано, что используемые сорбенты увеличивают температуру пиролиза Cd и Pb на 300-500°C. При этом сорбент Атаман, имеющий крупные частицы с характерной формой кристаллитов – протяжённые сетки или микрокристаллы, состоящие преимущественно из  $sp^2$ -гибридизованных атомов углерода, обладают большей термостабилизирующей способностью, однако худшей сходимостью измерения аналитического сигнала.

На примере угольных сорбентов исследовано влияние свойств сорбента (зольность, влажность, выход летучих веществ, высшие и низшие теплоты сгорания) на процессы формирования аналитических сигналов Pb и Cd. Показано, что отмечается незначительная корреляция между указанными параметрами и интегральной величиной сигнала Pb и Cd в оптимальных условиях измерения (платформа,  $D_2$ -корректор, максимальная температура пиролиза). Полученные значения характеристических масс при определении Pb(II), Cd(II) в суспензии сорбентов близки к характеристическим массам для водных растворов.

На примере ЭТ ААС определения кадмия в водной суспензии кислотномодифицированного активированного угля исследована зависимость аналитического сигнала ( $A - A_{\text{хол.}}$ ) и величины  $S_r$  от концентрации сорбента в суспензии в диапазоне 0,5-10 мг/мл. Показано, что с ростом концентрации  $S_r$  закономерно уменьшается, а аналитический сигнал возрастает практически на порядок. Найдены оптимальные значения концентрации сорбентов в суспензии и предложены способы стабилизации суспензий. Нами для стабилизации суспензий угольных сорбентов использована добавка 100 мг/мл глицерина, при этом сходимость результатов в присутствии стабилизатора для Cd и Pb улучшается в 2-3 раза (величина  $S_r$  не превышает 0,05).

Разработан гибридный сорбционно-атомно-абсорбционный метод определения Pb(II) и Cd(II) в высокоминерализованных водах на фоновом и надфоновом уровнях.

## ИЗУЧЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОГО ЭКСТРАКЦИОННО-АТОМНО- АБСОРБЦИОННОГО МЕТОДА

В.М. Васильева, Н.В. Мещанинова, А.С. Алемасова  
Донецкий национальный университет

Определение низких содержаний токсичных металлов в объектах окружающей среды успешно решается с помощью электротермического атомно-абсорбционного метода. В сложных многокомпонентных объектах электротермический вариант не всегда обеспечивает необходимый предел обнаружения. Матричные помехи могут быть минимизированы или преодолены в рамках концепции температурно-стабилизированной печи с платформой, но в некоторых случаях, особенно при анализе фоновых количеств металлов, эффективным является предварительное экстракционное концентрирование.

Сочетание органического экстракта с электротермическими атомизаторами, в частности с графитовой печью, не всегда приводит к снижению предела обнаружения, т.к. природа экстракта в значительной мере определяет метрологические характеристики последующего атомно-абсорбционного определения. Так, при анализе органических экстрактов сталкиваются с проблемами, обусловленными свойствами органических растворителей и комплексообразователей: высокие погрешности дозирования, пропитывание и смачивание графита атомизатора, потери на стадиях термообработки, высокий уровень неселективных помех.

Целью нашей работы было изучение метрологических характеристик (чувствительности и сходимости измерения аналитического сигнала) электротермического атомно-абсорбционного определения Pb(II), Cd(II), Sb(III), Bi(III) и Cr(VI) в органических экстрактах, а также способов улучшения метрологических характеристик. Для исследования метрологических характеристик были выбраны в качестве модельных элементы, различающиеся механизмом атомизации. Свинец и кадмий относятся к группе элементов для которых характерен "прямой" механизм атомизации. Для сурьмы и висмута наблюдается особенный "инверсный" механизм образования свободных атомов, при котором проба испаряется в виде молекул оксидов, которые диссоциируют в газовой фазе или восстанавливаются на верхней стенке печи. Особенностью атомно-абсорбционного определения хрома является выраженное взаимодействие его оксидов с графитом печи с образованием труднодиссоциирующих карбидов и, как следствие, ухудшение чувствительности его определения.

На примере трёх модельных экстракционных систем, отличающиеся механизмом экстракции и термическими свойствами экстрагентов (содержащих хелатообразующие реагенты – пирролидиндитиокарбамат в бутилацетате и дифенилкарбазид в расслаивающейся двухфазной водной системе, а также ассоциатообразующий реагент - хлорид триоксиламина в метилизобутилкетоне), изучены условия электротермического атомно-абсорбционного определения Pb(II), Cd(II), Sb(III), Bi(III) и Cr(VI).

Установлены оптимальные температурно-временные условия определения аналитов в органических экстрактах. Определены максимально допустимые температуры пиролиза определяемых элементов и значения характеристических масс (показатель чувствительности) при испарении исследуемых экстрактов как с

графитовой платформы, так и со стенки графитовых печей с пиропокрытием различных фирм-производителей. При определении Pb, Cd, Sb и Bi платформа, наряду с устранением раннего испарения аналита во время нагрева графитовой трубки, ограничивает площадь пробы, предохраняет пробу от произвольного растекания, что позволяет устранить возникающую при анализе органических экстрактов проблему пропитывания экстрактом стенки графитовой печи и позволяет дозировать органический экстракт на одинаковую поверхность. Для водных растворов не отмечается такой резкой разницы. Чувствительность определения при испарении со стенки и с платформы практически одинакова в пределах погрешности. Показано, что добавление органических реагентов при определении Pb, Cd, Sb и Bi электротермическим атомно-абсорбционным методом приводит к улучшению метрологических характеристик методики. Органическая матрица экстрактов (пирролидиндителиокарбамат, триоктиламин, органические растворители) играет роль своеобразного химического модификатора, повышающего максимально допустимую температуру пиролиза аналитов и обеспечивающая чувствительность определения элементов в экстрактах близкую к водным растворам.

Для экстракции высокотоксичного Cr(VI) нами была выбрана экобезопасная методика экстракции шестивалентного хрома. Комплекс Cr(VI) с дифенилкарбазидом экстрагировали с помощью двухфазной водной системы с использованием высаливателя – сульфата аммония. При электротермическом атомно-абсорбционном анализе спиртовых экстрактов чувствительность определения хрома в значительной степени зависит от качества пиролитического покрытия поверхности атолизатора и ухудшается по сравнению с водными растворами, что обусловлено склонностью хрома к образованию термостойких карбидов. Так, при испарении водного раствора с платформы без пиропокрытия чувствительность определения гораздо ниже, чем при испарении со стенки печи с пиропокрытием. Причём, чем лучше пиропокрытие, тем выше чувствительность определения и тем меньше дрейф чувствительности при старении печи. При анализе экстрактов наблюдается снижение чувствительности определения, причём прослеживается аналогичная зависимость от материала поверхности печи. Максимально допустимая температура пиролиза при определении хрома в водных растворах и в спиртовых экстрактах не отличается в пределах погрешности. Было исследовано влияние отдельных компонентов экстракционной системы на поведение хрома в графитовой печи. Выяснено, что снижение чувствительности определения хрома обусловлено депрессирующим влиянием серной кислоты.

Для устранения влияния матрицы при экстракционном атомно-абсорбционном определении Cr(VI) с помощью двухфазной водной экстракционной системы нами были исследованы химические модификаторы, а также покрытие платформ тугоплавкими карбидами. Обнаружено, что максимальную эффективность при устранении матричных влияний имеет комплекс палладия(II) с ксиленоловым оранжевым, установлен оптимальный порядок введения химического модификатора. На основе проведенных исследований была разработана экстракционно-атомно-абсорбционная методика определения высокотоксичного Cr(VI) в высокосолевых водах с использованием двухфазной водной системы с пределом обнаружения, не уступающим международным стандартам, отличающаяся от них применением нетоксичной экстракционной системы. Сходимость результатов измерения  $S_T$  не превышает 0,2.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА В ДОМЕННОЙ ПЛАВКЕ

Е.В. Конченко, В.В. Кочура

Донецкий национальный технический университет

Вдувание пылеугольного топлива (ПУТ) в доменную печь (ДП) является эффективной технологией в черной металлургии с точки зрения снижения себестоимости чугуна, повышения производительности печи и защиты окружающей среды.

Первый в Европе промышленный комплекс по приготовлению и вдуванию ПУТ в доменные печи был построен в 1980 году на Донецком металлургическом заводе (ДМЗ). После 20 лет эксплуатации он был реконструирован и введен в работу 22 августа 2002 года.

Начиная с 80-х годов в странах Европы и Азии основным видом вдуваемого топлива становится уголь. В настоящее время более чем 100 пылеугольных комплексов работают в странах Европейского Союза, Китае, Японии, Корее, США и других странах. Совершенствование техники и технологии вдувания пылеугольного топлива привело к достижению стабильных расходов его на уровне 150-200 кг/т чугуна.

Данная технология позволяет значительно снизить расход кокса, полностью вывести природный газ (дорогой и дефицитный) и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Новый вариант технологии отвечает современным требованиям по основным показателям процесса (расход кокса, производительность и пр.), кроме того, после его внедрения значительная часть материальных средств будет сэкономлена за счет замены дорогостоящего кокса более дешевым ПУТ (запасы угля в Донбассе огромны). Средний расход кокса при используемой технологии составляет 350-450 кг/т чугуна, а поскольку при его производстве в коксохимической промышленности наблюдаются значительные выбросы вредных веществ, то можно утверждать, что основным источником воздействия на окружающую среду является производитель кокса.

По данным институтов Гипрококс и Энергосталь при производстве 1 млн. т кокса в атмосферу выбрасывается 7094 т вредных веществ, том числе:

сероводород (H <sub>2</sub> S)	-	2324
сернистый ангидрид (SO <sub>2</sub> )	-	1091
оксид углерода (CO)	-	458
аммиак	-	304
угольная пыль	-	2660
оксид азота (NO <sub>x</sub> )	-	160
фенол	-	87
синильная кислота	-	10

Однако, расчет показывает, что при замене ПУТ 1 млн. т кокса (Q - 200 кг/т, K<sub>3</sub> = 0,85 кг/кг) и соответственном сокращении объема производства последнего, выброс в атмосферу вредных веществ за счет сокращения производства кокса уменьшается на 7094 т. Выброс вредных веществ с недоочищенными промышленными стоками (0,4...0,5 млн. м<sup>3</sup> на 1 млн. т кокса) в водные бассейны и источники уменьшается на 250...1020 т, в том числе: взвешенных веществ - 120...240 т, аммония азотистого - 120...720 т, масло -

6...24 т, пиридиновых оснований - 3...14 т, фенолов - 0,3..0,4 т, родонидов -0,6...3,0 т, цианидов - 0,2...90 т.

В то же время производств одного млн. т ПУТ сопровождается на один - два порядка меньшим выбросом в атмосферу вредных веществ: угольной пыли - 32 т; оксида углерода - 93,6;-оксида азота -37,6; сернистого ангидрида - 53,0 т, что при замене части кокса ПУТ определяет значительное уменьшение загрязнения окружающей среды вредными выбросами.

В качестве мероприятий по защите атмосферы рекомендуется строительство защитных стенок при хранении угля в штабелях или складировании угля в бункеры: укрытие мест перегрузки угля в системе топливоподачи защитными кожухами с устройством вытяжной вентиляции, сброс дымовых газов в дымовую трубу; очистка сбрасываемого сушильного агента от пыли в системе очистки ППО, очистка сбрасываемого в атмосферу транспортирующего воздуха в двухступенчатой системе сухой очистки РДО, устранение неплотностей в тракте подачи пыли.

Очистка сбрасываемого в атмосферу воздуха должна производиться до установленных норм предельно допустимой концентрации согласно ГОСТ-12.1.005.-76 ССБТ "Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования" и "Санитарные, правила для предприятий черной металлургии" утвержденные Минздравом СССР № 2527-82. Предельно допустимая массовая концентрация углерода пыли в воздухе рабочей зоны не должна превышать 10 мг/м<sup>3</sup>. Производственные помещения должны соответствовать требованиям СН-245-71 "Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий", в частности, они должны быть оборудованы приточной и вытяжной вентиляцией.

Вдувание пылеугольного топлива в доменные печи приводит к дополнительному выбросу вредных веществ в атмосферу. Выбросы вредных веществ в атмосферу при расчете на 1 млн. т чугуна в год составят: т

угольная пыль	6,40
оксид углерода (CO)	8,72
оксид азота (NO <sub>x</sub> )	7,52
сернистый ангидрид (SO <sub>2</sub> )	10,60

Однако вдувание 200 кг ПУТ позволит сократить производство кокса на коксохимических заводах.

В связи с уменьшением потребления кокса в доменном производстве, общее снижение вредных выбросов в коксохимическом производстве составит, т:

сернистый ангидрид (SO <sub>2</sub> )	294,6
сероводород (H <sub>2</sub> S)	627,5
оксид углерода. (CO)	123,7
аммиак	82,1
угольная пыль	718,2
оксид азота (NO <sub>x</sub> )	43,2
фенол	23,5
синильная кислота	2,7
ИТОГО:	1915,5

Таким образом, технология доменной плавки с заменой кокса ПУТ позволит не только снизить себестоимость чугуна, сократить использование кокса и природного газа, но и значительно уменьшить количество вредных выбросов в окружающую среду.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНВЕРСИОННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ В СОСТАВЕ СКАЛЬНОГО АММОНАЛА

Н.Г. Бабай, Ф.Н. Галиакберова  
Донецкий национальный технический университет

В настоящее время подавляющее количество руды цветных и чёрных металлов добывается по взрывной технологии. С её помощью вскрываются угольные пласты и месторождения других полезных ископаемых. С помощью взрыва сооружаются плотины, каналы, прокладываются автомобильные и железнодорожные магистрали, тоннели, нефте- и газопроводы. Промышленные взрывчатые вещества (ПВВ) широко применяют при взрывных способах обработки металлов, при сейсмической разведке, перфорации нефтяных скважин и др.

Из сказанного выше видно, насколько велика потребность в ПВВ. Однако его производство сопряжено с большими затратами дорогостоящих ресурсов, таких, как толуол, азотная и серная кислоты, уротропин, природный газ и др. Для изготовления многих смесевых ВВ необходима алюминиевая пудра. Кроме того все ВВ токсичны и при их изготовлении невозможно полностью избежать загрязнения окружающей среды. Среди болезней вызываемых контактом с этими веществами можно отметить гепатит печени, катаракту, желудочно-кишечные расстройства, экземы, нарушения нервной системы.

В данной работе исследована возможность использования в качестве компонентов ПВВ утилизированных ВВ и смесей. Анализ штатных ВВ, извлечённых из устаревших боеприпасов, показал, что их взрывчатые свойства остались практически без изменения или ухудшились весьма незначительно. В частности тротил является химически и физически стойким ВВ после 10-15 лет хранения в снаряжённом виде и, как правило, практически полностью сохраняет свои взрывчатые характеристики. Имеющее при этом место незначительное омасливание тротила (выделение тротилового масла) не приводит к их серьёзным изменениям. Испытания утилизированного тротила показывают параметры практически те же, что и свежеприготовленного в заводских условиях. Другие конверсионные бризантные ВВ, такие, как гексогенсодержащие составы (ГФ, ГФА, ТГ, ТГА), могут использоваться для взрывных работ в чистом виде или входить в качестве компонентов в смесевые рецептуры ПВВ. В процессе длительного хранения в веществах, даже при наличии в результате анализа показателей, соответствующих требованиям ГОСТ, происходят структурные изменения, влияющие на их технологичность при повторной переработке.

Специальных работ по изучению свойств ВВ после их длительного хранения проводилось мало, и они пока остаются недостаточно исследованными. Анализы тротила после 20-летнего хранения показали, что у него уменьшается массовая доля крупных фракций с 55 до 14%; доля мелкой фракции увеличивается с 3 до 27%; повышается хрупкость чешуек; значительно повышается коэффициент внешнего трения. Было замечено, что у гексогена с длительным сроком хранения ухудшаются прессуемость и сыпучесть, а плавкие смеси его с тротилом теряют свои литьевые свойства и практически не обладают текучестью. Работы по изучению электрофизических свойств гексогена с длительным сроком хранения показали, что он по сравнению со свежим продуктом обладает повышенной электризуемостью, что, в свою очередь вызывает потерю его технологических свойств. Эти факторы необходимо

учитывать при работе с конверсионными ВВ. У порошкообразного гексогена с увеличением срока хранения электрофизические характеристики изменяются в сторону ухудшения. Однако специальные работы с гексогеном, имеющим 20-летний срок хранения, показали, что состав ГФ, изготовленный из такого ВВ, пригоден для переработки его методом прессования и по качеству не уступает образцам из свежеприготовленного гексогена. Для обоснования возможности использования в качестве компонентов ПВВ утилизированных взрывчатых веществ и смесей (табл.1) произведён расчёт энергетических характеристик свежеприготовленного и утилизированного скального аммонала (табл.2)

Таблица 1 – Компонентный состав свежеприготовленного скального аммонала

Наименование компонента	Скальный аммонал из свежеприготовленных компонентов, %	Скальный аммонал из утилизированных компонентов, %
Селитра аммиачная водоустойчивая	66.0(+2.5-4.0)	64.124
Тротил	5.0(+2.5-1.0)	3.876
Гексоген	24.0(+2.5-2.5)	24.901
Пудра алюминиевая	5.0(+2.5-0.5)	5.650
Церезин природный		0.217
Церезин		0.652
Стеарин		0.562
Краситель		0.017

Таблица 2 – Результаты расчётов энергетических характеристик

Показатель	Скальный аммонал из свежеприготовленных компонентов	Скальный аммонал из утилизированных компонентов
Кислородный баланс, %	0.1057	11.7158
Объём выделяющихся при взрыве газов, л/кг	826.6	883.36
Теплота взрыва, ккал/кг	1284.2	1690
Температура взрыва, С	3531.257	4126

Полученные на заводе ДКЗХИ в результате регулярных испытаний (2001-2005г.) значения взрывчатых характеристик скального аммонала марки У оказались не хуже характеристик скального аммонала из свежеприготовленных компонентов (табл.3)

Таблица 3– Взрывчатые характеристики скального аммонала

Характеристика	Скальный аммонал из свежеприготовленных компонентов	Скальный аммонал из утилизированных компонентов
Бризантность, мм	Не менее 22	22.6-29.6
Фугасность, см <sup>3</sup>	Не менее 460	460-492
Передача детонации, см сухими	Не менее 6	6-12
после видержки в воде в течении часа	Не менее 5	5-12

Т.к. полученные данные близки, то можно сказать, что использование в качестве компонентов ПВВ утилизированных ВВ и смесей вполне обосновано, особенно в свете дороговизны штатных ВВ и накопления на складах боеприпасов с истёкшим сроком хранения, что позволит рационально использовать природные ресурсы.

## ПРОГНОЗ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕРНИСТЫХ УГЛЕЙ ПО ДАННЫМ ЭЛЕМЕНТНОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗОВ

А. В. Бондаренко, Л.Ф.Бутузова  
Донецкий национальный технический университет

Для обеспечения стабильной и рентабельной работы существующих углеперерабатывающих предприятий, а также создания новых высокоэффективных технологий необходимо хранить и обрабатывать текущую информацию о поступающем сырье средствами современной вычислительной техники, постоянно осуществлять прогнозную оценку качества получаемой продукции. Большую проблему в Украине представляет использование сернистых углей.

Прогнозную оценку целесообразно проводить на основе данных технического и элементного состава твердых топлив. Такие попытки неоднократно проводились исследователями. Однако, так называемые параметры метаморфизма не дают исчерпывающей характеристики сложной структуры органической массы твердых горючих ископаемых (ТГИ), так как огромное влияние на последнюю оказывает присутствие гетероатомов кислорода и серы.

Представляется целесообразным осуществить проверку возможностей использования результатов элементного и технического анализа для установления влияния серы на свойства ТГИ, в том числе на их поведение в процессе пиролиза.

В данной работе проведено исследование коллекции изометаморфных пар бурых и каменных углей ряда метаморфизма разных генетических типов по восстановленности (ГТВ). Характеристика объектов исследования представлена в Таблице 1.

Пиролиз образцов осуществляли в потоке водяного пара (метод ИОХ БАН). Расчет значений теплоты сгорания, выхода летучих веществ, плотности, теоретического выхода смолы определяли по формулам, предложенным Нивелом.

Как видно из таблицы 1, отобранные для исследования угли однородны по петрографическому составу. Данные элементного и технического анализов показывают, что угли типа «в» отличаются более высоким содержанием водорода, серы, бóльшим выходом летучих веществ и зольностью в сравнении с их изометаморфными парами типа «а» для всего ряда метаморфизма. Сравнение атомных отношений Н/С и О/С для углей восстановленного и слабовосстановленного типов показывает, что изменения их структуры в процессе углеобразования, прежде всего, увеличение содержания ароматических структур происходит с различной скоростью.

Расчитанные параметры, также как экспериментально полученные данные однозначно показывают, что угли типа «в» отличаются от своих изометаморфных пар значительно более высоким значением выхода летучих веществ и атомного отношения Н/С, но меньшей теплотой сгорания, действительной плотностью и величиной О/С. Это свидетельствует о том, что в процессе термической деструкции восстановленные угли должны образовывать больше богатых водородом жидких продуктов, что вполне согласуется с более высоким выходом смолы. Значения выхода летучих веществ, теплоты сгорания и атомного отношения Н/С, как известно, широко используются в качестве так называемых параметров метаморфизма твердых горючих ископаемых. Однако, полученные в настоящей работе данные свидетельствуют о том, что эти показатели также отражают вторую важнейшую характеристику углей – ГТВ.



Таблица 1. Характеристика исследуемых углей.

	Уголь, пласт	Т и п	Данные технического и элементного анализов							Расчетные данные				Выход продуктов пиролиза, %		
			W <sup>a</sup> , %	A <sup>d</sup>	V <sup>daf</sup> , %	C <sup>daf</sup> , %	H <sup>daf</sup> , %	S <sup>d</sup> <sub>t</sub> , %	H/C атм.	Q, кДж	V, %	Плотность г/мл	Выход смолы, %d	Полукокс	Смола	Газ+H <sub>2</sub> O
1	Канско-Ачинский	a	10.9	8.6	46.8	72.7	4.90	0.52	0.81	9924.5	39.1	0.92	7.2	27.0	10.0	63.0
2	Кураховская, 1 <sub>4</sub>	a	9.4	5.3	37.2	79.3	5.07	1.29	0.77	11764,8	34.9	0.91	9.8	46.7	14.7	38.6
3	Челюскинцев, 1 <sub>4</sub>	a	0.8	2.4	35.6	79.3	4.97	2.17	0.75	13315,7	38.6	1.03	9.2	-	-	-
4	Трудовская, 1 <sub>4</sub>	a	1.0	1.6	37.3	78.4	4.95	1.05	0.76	13106.3	39.6	1.05	8.7	-	-	-
5	Ново-Гродовская, 1 <sub>7</sub>	a	2.0	1.9	38.6	82.7	5.53	1.79	0.75	14176.7	39.2	0.95	11.3	75.0	15.0	10.0
6	Гагарино, м <sup>3</sup>	a	1.2	3.7	28.7	87.4	5.06	0.70	0.69	14532.1	27.6	0.92	9.0	79.0	7.6	13.4
7	Кировская-Западная, к <sub>5</sub>	a	0.5	3.4	15.6	89.6	4.45	0.62	0.60	14731.6	18.8	0.95	4.0	-	-	-
8	Темопольская, к <sub>5</sub>	a	1,1	2.3	7.9	93.3	2.92	0.95	0.37	1464 0.1	0	1.01	-	85.0	1.5	13.5
9	Ударник, н <sub>3</sub>	a	5.0	5.2	2.0	95.7	1.65	1.13	0.21	13365.5	0	0.99	0	80.0	0.1	19.9
1'	Марица-Восток (Болгария)	в	8.3	19.8	60.0	64.1	6.80	4.70	1.27	8876.6	59.7	0.81	28.7	47.8	15.4	36.8
2'	Кураховская, 1 <sub>2</sub>	в	5.5	8.6	43.0	76.1	5.22	5.00	0.82	11695.6	41.4	0.93	12.7	48.7	15.1	35.2
3'	Украина, к <sub>8</sub>	в	1.5	9.9	41.8	77.9	5.30	2.87	0.82	12175.2	40.6	0.93	12.5	-	-	-
4'	Трудовская, к <sub>8</sub>	в	0.9	4.6	46.2	76.1	5.43	5.85	0.86	13013.4	47.6	1.00	16.4	-	-	-
5'	Ново-Гродовская, м <sub>4</sub> <sup>2</sup>	в	1.6	3.2	40.5	81.7	5.37	3.05	0.79	13874.9	39.0	0.96	13.8	55.8	12.5	31.7
6'	Гагарино, м <sub>4</sub> <sup>0</sup>	в	0.8	12.2	35.6	83.6	4.88	3.75	0.70	12788.2	29.2	0.88	8.5	80.0	6.1	13.9
7'	Кировская-Западная, к <sub>4</sub> <sup>2H</sup>	в	0.8	10.4	16.6	86.9	4.41	4.42	0.61	13445.8	21.6	0.90	4.9	-	-	-
8'	Темопольская, к <sub>7</sub>	в	0.84	6.4	7.6	90.3	3.07	3.01	0.41	13768.8	4.9	0.98	0	85.0	0.1	15.0
9'	Ударник, н <sub>2</sub>	в	12.9	13.3	3.6	93.9	2.30	4.12	0.29	11455.3	0	0.80	0	87.0	0.1	12.9

## ВЛИЯНИЕ СЕРЫ УГЛЕЙ НА ПРОЦЕССЫ КОКСОВАНИЯ

О.С. Булыга, В.Н. Шевкопляс, Г.Н. Бутузов

Институт физико-органической химии и углехимии НАН Украины

Донецкий национальный технический университет

Сырьевая база коксования в Украине претерпевает постоянные изменения, связанные с неизбежным увеличением в составе шихт для коксования доли углей с высоким содержанием серы. Сернистые соединения негативно влияют на процессы термической переработки твердых горючих ископаемых. Это приводит к изменению их коксуемости, технологическим, экологическим проблемам.

В литературе отсутствуют данные о влиянии сернистости, связанной с генетическим типом угля по восстановленности (ГТВ), на процесс формирования твердого монолитного остатка при коксовании. Однако, полученные нами ранее результаты о различии в структуре углей двух типов («а» и «в») позволяют предположить различие в ходе процесса их коксования и в форме кривых смещения нелетучей массы в зависимости от температуры.

Целью настоящей работы является исследование влияния типа по восстановленности и степени метаморфизма углей на траекторию движения вспененной массы угольной загрузки, выход и свойства продуктов карбонизации.

Исследована коллекция изометаморфных пар слабовосстановленных и восстановленных углей низкой и средней стадии метаморфизма, отличающихся по содержанию серы. Для изучения движения нелетучей массы углей при карбонизации использовали метод рентгеновской дифракции с контрастирующими элементами внутри загрузки. Скорость и конечная температура нагрева составляли 4 К/мин и 1050°С соответственно. Регулярная регистрация (через 2,5 минуты) положения контрастирующих элементов по отношению к греющей стенке, а также по отношению к проекции пластического слоя позволяла следить, как формируется тело кокса.

По данным рентгеновской дифракции построены траектории движения контрастирующего элемента в зависимости от температуры коксования исследуемых углей, рассчитаны величины смещения маркера от своего исходного положения перед нагревом ( $\Delta l$ ). Эти траектории показывают, как изменяется плотность загрузки, заключенной между греющей стенкой и контрастирующим элементом. Далее оценивали толщину пластического слоя и прочностные характеристики коксов. Механическую прочность определяли копровым методом путем вычисления индекса прочности  $\Pi$ , (равного работе разрушения  $A$ , необходимой для образования единицы новой поверхности  $S$ , т.е.  $\Pi=dA/dS$ ), показателя сопротивления дроблению  $P$  и индекса истираемости  $I$  (по выходу классов +2,5 и -0,5 соответственно).

На Рис.1 показаны экспериментально полученные кривые движения нелетучей массы загрузки при нагреве низко- и средне- метаморфизованных углей разного генетического типа по восстановленности. Позиция  $\delta l=0$  соответствует проекции контрастирующего элемента на рентгеновскую пленку до нагревания. При нагревании позиция контрастирующего элемента изменяется относительно «0» на рентгеновской пленке и мы можем наблюдать траекторию его движения, как функцию температуры.

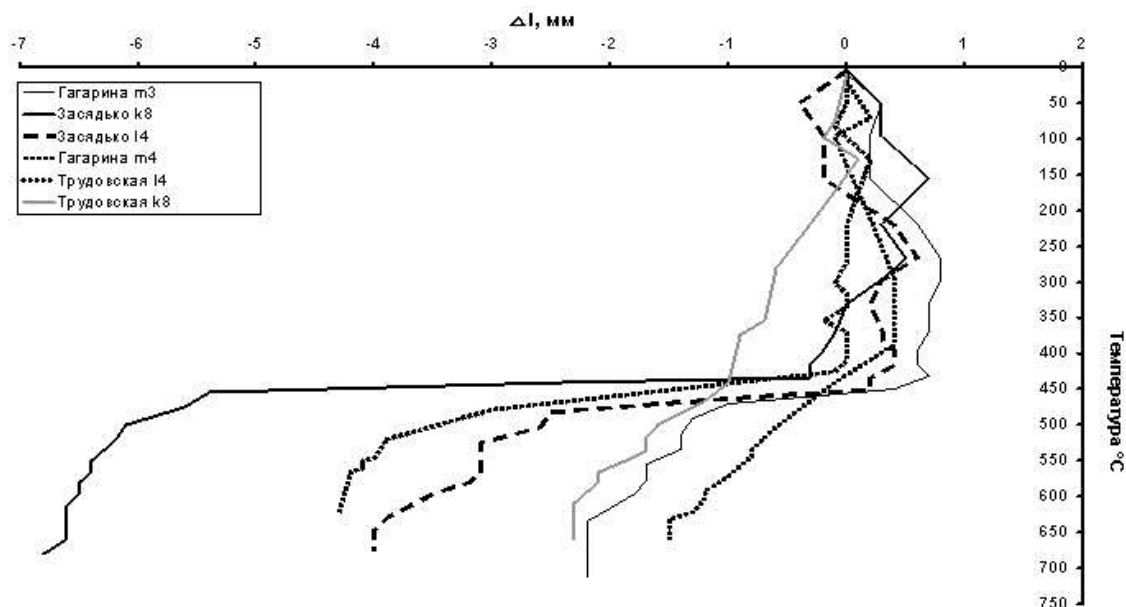


Рис.1 Изображение перемещения контрастного элемента при карбонизации углей марок Д и Ж разных ГТВ

Из сравнения экспериментальных кривых перемещения нелетучей массы, полученных для всех исследуемых углей следует, что таковые не совпадают друг с другом (Рис.1). Наибольшие отклонения кривых имеют место для углей марки Ж (Рис.1 (кривые: Гагарина, Засядько)). При переходе от образцов типа *a* к типу *в* резко увеличивается значение  $\delta l$ . Это означает, что пеноподобная пластическая масса восстановленных углей спрессовывается, формируя более плотный остаток карбонизации. Наименее плотный и компактный остаток формируется при нагревании слабовосстановленного угля марки Д.

Данные определения толщины пластического слоя, механической прочности полученных коксов показывают, что коксы из углей типа *в* имеют лучшие механические свойства (индекс прочности, сопротивление дроблению и индекс истираемости) по сравнению с таковыми для коксов *a* (Табл. 1).

Результаты исследования процесса перемещения нелетучей массы угольной загрузки при коксовании совместно с данными определения механических свойств коксов свидетельствуют о значительном влиянии ГТВ на макроструктуру пластического слоя, процессы спекания и коксообразования.

Таблица 1. Выход и свойства коксов, полученных из жирных углей типов *a* и *в*

Шахта, пласт	Тип	Выход кокса, %	Y, мм	Механические свойства		
				П, %	И, %	Р, %
Засядько, l <sub>4</sub>	<i>a</i>	73,65	16	87.6	32.4	42.4
Гагарина, m <sub>3</sub>	<i>a</i>	-	22	83.4	31.3	44.5
Засядько, k <sub>8</sub>	<i>в</i>	75,50	27	91.3	27.2	48.7
Гагарина, m <sub>4</sub>	<i>в</i>	73,5	32	95.1	27.1	46.2

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОБЕССЕРИВАНИЯ УГЛЕЙ ДОНЕЦКОГО БАССЕЙНА

А.И. Дервянко, О.Н.Турчанина  
Донецкий национальный технический университет

Проблема рационального использования углей с высоким и средним содержанием серы является весьма актуальной проблемой для Донецкого бассейна, поскольку эти угли составляют 70% разведанных запасов твердых горючих ископаемых. Для решения этой проблемы необходимо глубокое исследование структуры этих углей, закономерностей их превращения в процессах термической и термохимической деструкции.

В настоящей работе проведено исследование процесса полукоксования (стандартный метод Фишера) слабовосстановленных (тип а) и восстановленных (тип в) углей Донецкого бассейна до и после их химической обработки с целью управления процессом их обессеривания. Обработку углей химическими реагентами проводили с целью влияния на характер термодеструктивных процессов. Это можно осуществлять путем введения инициаторов или ингибиторов радикальной полимеризации, поскольку процесс складывается из параллельно конкурирующих реакций деструкции и синтеза, в основе которых лежит свободно радикальный механизм. В качестве инициатора радикальной полимеризации использовали ДАК (динитрил азобисизомаасляной кислоты  $C_8H_{12}N_4$ ). Выбор второго реагента основывался на представлении о том, что спекаемость каменных углей связана с их способностью образовывать жидкие продукты термического разложения, которые не выделяются в достаточном количестве при термодеструкции бурых и других неспекающихся углей. В связи с этим для предварительной обработки угля также использовалось поглотительное масло, являющееся одним из продуктов дистилляции каменноугольной смолы.

Обработку исходного угля проводили 1%-ми растворами ДАК и поглотительного масла в эфире непосредственно перед термообработкой с последующей сушкой в течение 24 часов при комнатной температуре.

Изучение процесса распределения серы между продуктами термической деструкции показало, что при пиролизе углей с высоким содержанием серы (тип в) большая ее часть переходит в полукоксовый газ (до 63%). При пиролизе слабовосстановленных углей основная часть серы остается в твердом остатке (до 62%), а в первичную смолу переходит до 23%.

Введение химических реагентов приводит к увеличению выхода твердого остатка и его обессериванию, что является позитивным моментом при использовании малопригодных углей для процессов термической переработки. Необходимо отметить, что наиболее существенно процесс снижения содержания серы в твердом остатке наблюдается для восстановленных углей.

На рис.1 отображено распределение серы в первичной смоле, полученной при полукоксовании исходных и подвергшихся предварительной химической обработке углей. Как видно на рисунке, значительный переход серы наблюдается при введении химических реагентов и наиболее эффективным является инициатор радикальной полимеризации ДАК. Применение этого химического реагента приводит к увеличению содержания серы в смоле полукоксования в 1,3 раза для малосернистых углей и в 1,5 раза для высокосернистых углей.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРЫ В СМОЛЕ ПОЛУКОКСОВАНИЯ

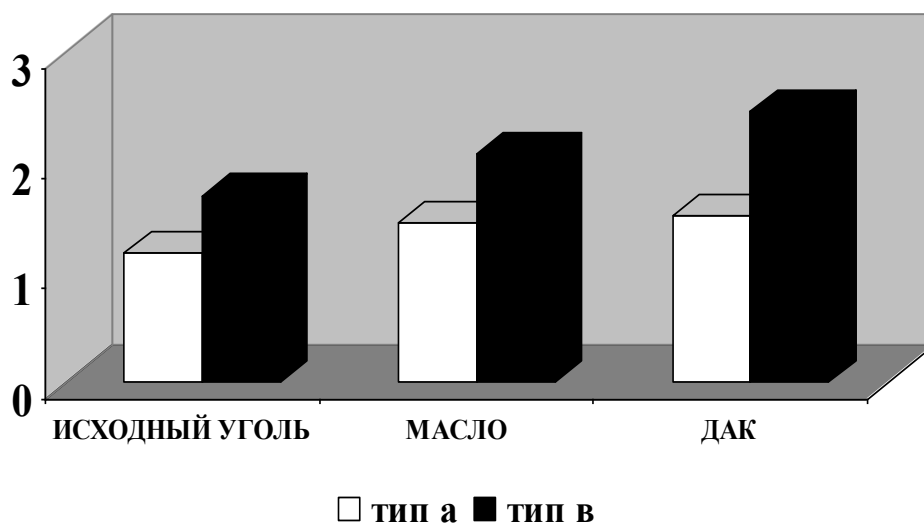
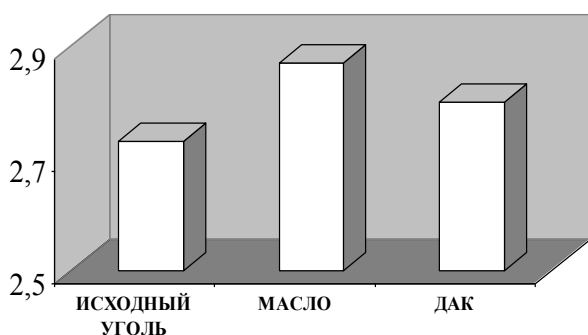


Рисунок 1 – Распределение серы в первичной смоле, полученной при полукоксовании углей до и после их химической обработки.

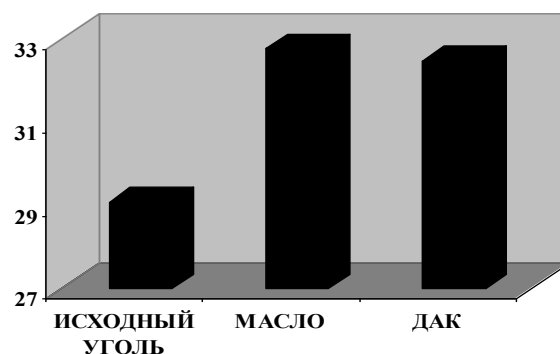
При анализе содержания серы в полукоксовом газе (в виде сероводорода  $H_2S$ ) также установлено влияние химических реагентов на интенсификацию этого процесса (рис.2). Как видно на рисунке, введение химических реагентов приводит к увеличению содержания серы в полукоксовом газе, что свидетельствует о переходе серы твердого остатка в парогазовую фазу.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРЫ В ПОЛУКОКСОВОМ ГАЗЕ  
ДЛЯ МАЛОСЕРНИСТЫХ УГЛЕЙ



а

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРЫ В ПОЛУКОКСОВОМ  
ГАЗЕ ДЛЯ ВЫСОКОСЕРНИСТЫХ УГЛЕЙ



б

Рисунок 2 - Распределение серы в полукоксовом газе, полученном при пиролизе слабовосстановленного угля (рис.2, а) и восстановленного угля (рис. 2, б) до и после их химической обработки.

Анализируя полученные данные, можно предложить предварительное введение химических реагентов как первичную стадию при использовании углей с высоким содержанием серы, что приведет к расширению сырьевой базы коксохимической промышленности и рациональному использованию углей низкого качества.

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СРЕДЫ НА ПРОЦЕСС КОНДЕНСАЦИИ СМОЛЫ В ГАЗОСБОРНИКЕ

Д.И. Дедовец, Я.М. Кошкарев, А.Т. Лавренко  
Донецкий национальный технический университет

Одной из важнейших операций при улавливании химических продуктов коксования является охлаждение коксового газа в газосборнике до температуры 82 – 90 °С. При этом происходит конденсация большей части паров смолы и удаление из газа пыли. В результате этой операции сокращается объем газа и потребность в электроэнергии для его транспортирования. Дальнейшая конденсация смолы осуществляется в первичных газовых холодильниках при охлаждении газа до температуры 30 – 35 °С, благоприятной для улавливания химических продуктов коксования.

Процесс конденсации смолы целесообразно описать в виде математической модели, в этом случае появится возможность точно рассчитывать количество воды, необходимое для охлаждения коксового газа до нужной температуры.

На Авдеевском коксохимическом заводе был поставлен эксперимент по определению концентрации парообразной смолы в коксовом газе после газосборника в широком температурном интервале. Путем изменения количества подаваемой на орошение газосборника воды изменялась температура коксового газа. При установившейся температуре на участке между газосборником и сепаратором отбиралась проба газа, в которой определялась концентрация смолы. В случае отсутствия воды, концентрация на выходе из газосборника составляла 115 г/м<sup>3</sup>. При увеличении расхода воды концентрация смолы в газе уменьшалась. Графически на рисунке 1 представлены результаты эксперимента.

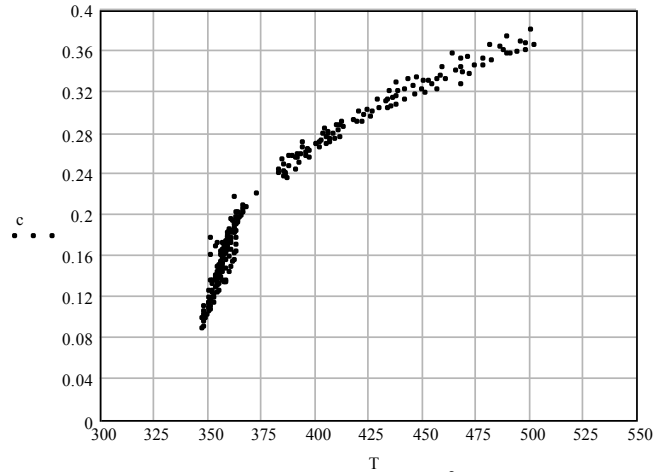
Описание математической модели конденсации смолы связана с рядом затруднений, так как смола является многокомпонентной системой и каждый компонент может по своему влиять на конденсацию, кроме того, состав смолы всегда непостоянен и зависит от условий коксования, марочного состава шихты, конструкции печей и др.

Однако, как известно, каменноугольная смола в заметных количествах содержит сравнительно небольшое число веществ, поэтому для математического описания можно принять смолу в качестве псевдооднокомпонентного вещества. В этом случае можно применить уравнение подобное уравнению Клапейрона-Клаузиуса, описывающее фазовые переходы для чистого вещества.

В общем виде его можно записать:

$$\frac{dp}{p} = \frac{\Delta H_{исп}}{R} \cdot \frac{dT}{T^2}, \quad (1)$$

Где  $\Delta H_{исп}$  – молярная теплота испарения, кДж/моль; R – универсальная газовая постоянная, кДж/(моль·К); T, p – соответственно внешняя температура и давление, К, Па.



$C$  – концентрация паров смолы, моль/м<sup>3</sup>  $T$  – температура, °К;

Рисунок 1 – Экспериментальные данные концентрации паров смолы в коксовом газе при соответствующих температурах.

Проинтегрируем это уравнение с учетом, что  $p = CRT$ , где  $C$  – концентрация вещества в парообразном состоянии, моль/м<sup>3</sup>, получим:

$$\ln C = -\frac{\Delta H_{исп}}{R} \cdot \frac{1}{T} + B \quad (2)$$

Где  $B$  – некоторая постоянная.

Из уравнения (2) видно что зависимость  $\ln C$  от  $\frac{1}{T}$  имеет линейный характер, что четко видно из рисунка 2, причем различаются два прямолинейных участка, точка излома соответствует температуре 95,7°С. Для каждого участка можно просчитать теплоту испарения смолы. Можно предположить, что при охлаждении коксового газа до температуры ниже 100°С конденсируется вода, которая влияет на весь процесс конденсации смолы.

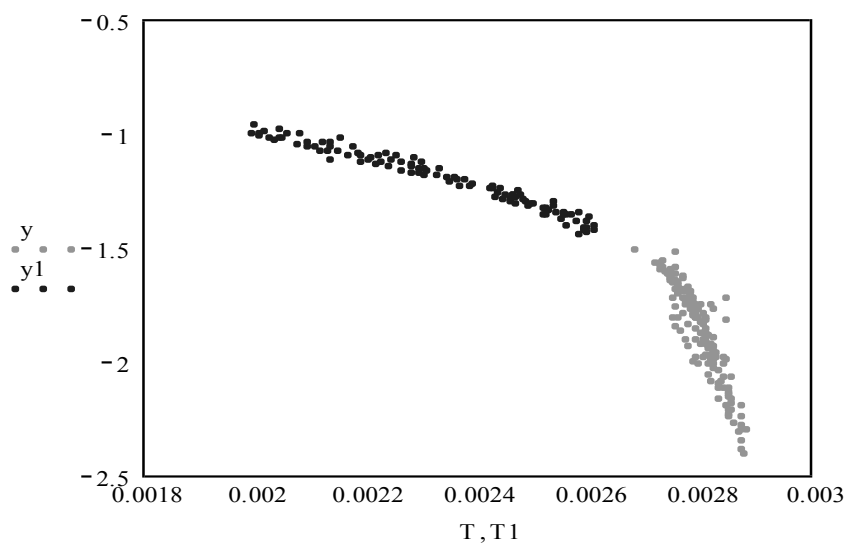


Рисунок 2 – Зависимость  $\ln C - \frac{1}{T}$

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ БЛОЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

М.Н. Фофонова, И.В. Батрак, В.И.Илющенко  
Донецкий национальный технический университет

В течение длительного времени принципиальная структура тепловой схемы паротурбинной установки как в нашей стране, так и за рубежом, изменялась не существенно. В последний период обозначилось стремление использовать все возможности для существенного повышения экономичности энергоблоков, что привело к изменениям и тепловой схемы.

Использование повсеместно доступной и экологически чистой солнечной энергии для горячего водоснабжения индивидуальных и коллективных пользователей является одной из наиболее простых, технически подготовленных и в ряде случаев уже сегодня экономически эффективных технологий использования возобновляемых источников энергии.

В зависимости от климатических условий и широты местности, поток солнечного излучения на поверхность земного шара составляет в среднем по году от 100 до 250 Вт/м<sup>2</sup>, достигая пикового значения около 1000 Вт/м<sup>2</sup> в полдень при ясном небе, практически в любом (независимо от широты) месте. В условиях Украины солнечное излучение «приносит» на поверхность земли энергию, эквивалентную 100 - 150 кг у.т./(м<sup>2</sup>год). Возможная продолжительность полезного использования солнечного сияния в южных регионах Украины может составить 1500-1700 ч в год.

Плотность потока солнечной энергии  $I_0$  у верхней границы атмосферы на поверхность, расположенную перпендикулярно направлению солнечных лучей, составляет 1353 Вт/м<sup>2</sup>, а среднее количество энергии  $E_{0,n}$ , поступающей за 1 ч на 1 м<sup>2</sup> этой поверхности, равно 4871 кДж/(ч·м<sup>2</sup>).

Например, суммарное поступление солнечной энергии за сезон для г. Донецка составляет: за май – 585,59 МДж/(м<sup>2</sup>·мес), июнь – 630,9 МДж/(м<sup>2</sup>·мес), июль – 690,06 МДж/(м<sup>2</sup>·мес), август – 659,06 МДж/(м<sup>2</sup>·мес), сентябрь – 446,1 МДж/(м<sup>2</sup>·мес).

Нами предлагается новый путь совершенствования тепловой схемы (рис. 1). Он состоит в том, чтобы наиболее эффективно «собрать» поток солнечной энергии и преобразовать его в нужный вид энергии (теплоту) при наименьших затратах на необходимое для этого оборудование и заключается в замене подогревателей низкого давления (ПНД) на солнечные коллектора.

С целью повышения экономичности энергоблока в период с мая по сентябрь, отключают группу ПНД от отборов турбины. Одновременно прекращают подвод конденсата в ПНД путем закрытия запорного вентиля на трубопроводе. При этом открывают запорный вентиль для подвода конденсата в солнечный коллектор, где он нагревается до необходимой температуры.

Плоский солнечный коллектор представляет собой теплоизолированный с тыльной стороны и боков ящик, внутри которого помещена тепловоспринимающая металлическая или пластиковая панель, окрашенная для лучшего поглощения солнечного излучения в темный цвет (или покрытая сверху специальным оптическим селективным покрытием, хорошо поглощающим относительно коротковолновое солнечное излучение и мало излучающее в инфракрасной области) и закрытая сверху светопрозрачным ограждением (один или два слоя стекла или прозрачного, стойкого к



воздействию ультрафиолета, пластика). Панель является теплообменником, по каналам которого прокачивается нагреваемая вода. Пройдя через панель-теплообменник, вода направляется в бак-аккумулятор и затем вновь поступает в коллектор. За день вода из бака может несколько раз проходить через солнечный коллектор, нагреваясь в нем до определенного уровня температуры, зависящего от соотношения между объемом бака и площадью солнечного коллектора, а также от климатических условий.

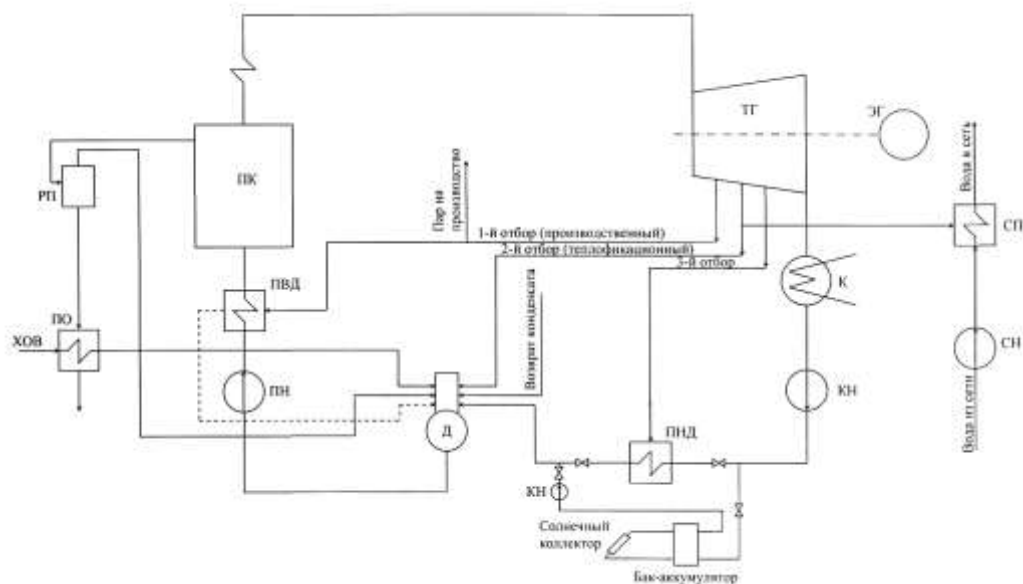


Рисунок 1 - Тепловая схема с солнечным коллектором

В плоских солнечных коллекторах абсорбер чаще всего имеет слой селективного покрытия с коэффициентом поглощения для солнечной радиации 0,94 - 0,96 и коэффициентом излучения при температуре абсорбера 0,09 - 0,12. Аккумулирование тепла позволяет приспособить установку к условиям изменяющейся на протяжении суток погоды. Для получения максимального количества солнечной энергии коллектор устанавливается неподвижно под углом к горизонту примерно равным широте местности, и для сезонного действия г. Донецка составляет  $\beta = \varphi - 15^\circ = 28 - 15 = 13^\circ$ .

Коэффициент полезного действия солнечного коллектора определяется его оптическими характеристиками, качеством тепловой изоляции, инсоляцией и температурами теплоносителя и окружающего воздуха. В большинстве существующих установок средний годовой эксплуатационный КПД коллектора оказывается на уровне 40-50%. Это означает, что для широт около  $30^\circ$  с  $1 \text{ м}^2$  коллектора можно получить в год 3-5 ГДж тепла с температурой 60-70°C. Стоимость этого тепла при таких показателях и сроке жизни установки в 30 лет оказывается на уровне 3-4 долл/ГДж, что делает эти установки привлекательными для потребителей. Для более высоких широт солнечные водонагреватели оказываются более предпочтительными как сезонные.

Результаты проведенных расчетов тепловой схемы показали, что применение солнечных коллекторов вместо ПНД в тепловой схеме способствует снижению удельного расхода топлива примерно на 1,6%, что значительно улучшает экологическую обстановку в районе электростанции.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ УГЛЕВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ КОКСОХИМИИ

В.Ю. Каулин, М.А. Прокофьев, И.Г. Крутько  
Донецкий национальный технический университет

Коксохимическое производство характеризуется выработкой большого количества веществ, не находящихся применения и являющихся отходами. Углеводородсодержащие отходы коксохимии – один из наиболее опасных источников загрязнения окружающей природной среды токсичными веществами. Разнообразие содержащихся ингредиентов, которые в большинстве своем токсичны и биохимически трудно окисляемы, обуславливают чрезвычайную сложность обезвреживания этой категории промышленных отходов. Задача утилизации и обезвреживания этих отходов – одна из самых серьезных экологических проблем и требует безотлагательного решения.

К таким отходам относятся образующиеся при охлаждении коксового газа каменноугольные фусы. Фусы представляют собой смесь смолы, воды, угольной пыли и полукокса, уносимого из коксовых камер. Общее содержание в фусах твердой фазы составляет 30-50%, смолы – 40-50%. Влажность фусов колеблется в пределах 5-15%, зольность 4-6%.

Выход фусов достигает 0,07-0,15% от количества угольной шихты и составляет по оценочным данным 30-40 тыс. тонн в год по предприятиям коксохимической отрасли.

Следует отметить, что фусы содержат большое количество смолы. Это обуславливает настоятельную необходимость возврата их в сферу производства. Рациональная утилизация фусов, прежде всего, связана с наиболее полным использованием их ценных свойств, которые определяются наличием смолы.

Каменноугольная смола является уникальным, не имеющим аналогов сырьевым источником, покрывающим более 95% мировой потребности в конденсированных ароматических и гетероциклических соединениях. В смоле насчитывается несколько тысяч соединений преимущественно ароматического ряда.

Фусы – это каменноугольная дисперсная система, которая может быть разделена на твердую углеродную и жидкую смолистую фазы. Технология переработки каменноугольных фусов должна предусматривать, прежде всего, выделение жидкой фазы – каменноугольной смолы.

По физико-химическим показателям каменноугольная смола должна удовлетворять следующим нормам: плотность при 20° - не более 1240 кг/м<sup>3</sup>, массовая доля воды не более 4%, массовая доля нерастворимых в толуоле веществ – не более 8%, зольность – не более 0,08%.

Смола, выделенная из фусов, характеризуется значительными колебаниями физико-химического состава, о чем свидетельствуют технологические показатели: влажность 6-10,5%, зольность 0,13-0,26%, нерастворимые в толуоле вещества 7,7-10,5%.

Таким образом, жидкая смолистая фаза фусов после отделения от твердых частиц не является кондиционным продуктом и требует дополнительной очистки. Учитывая это обстоятельство, провели серию экспериментов по изучению эффективности очистки выделенной из фусов смолы промывкой ее конденсатом первичных газовых

холодильников. Промывку смолы осуществляли конденсатом первичных газовых холодильников (ПГХ) путем перемешивания смеси смолы и воды (1:1) в стакане с магнитной мешалкой. Смесь смолы с водой перемешивали в течение 1 часа при температуре 80 и 90°C, нагревая в термостате. Разделение водосмоляной смеси осуществляли путем центрифугирования и отстоя при температуре 80 и 90°C в течение 24 часов. Фуговали смесь на лабораторной центрифуге ЦЛС-3 для получения экспресс информации об эффективности промывки. Условия фугования: скорость вращения ротора 2800 об/мин, фактор разделения 2500, время фугования 30 мин. Промывке подвергалась каменноугольная смола, извлеченная из фусов с содержанием влаги 6-10,5% и золы 0,13-0,26%.

При изучении влияния условий промывки смолы на ее качество определяли в смоле до и после промывки содержание влаги, золы и нерастворимых в толуоле. Количество ступеней промывки изменяли от 1 до 3-х. В случае трех промывок на каждую ступень промывки подавали свежий конденсат первичных газовых холодильников при соотношении смола : вода = 1.

В процессе исследования установлено, что промывка смолы конденсатом ПГХ способствует интенсификации процесса выделения воды из смолы. Степень обезвоживания промытой смолы выше, чем не промытой. После двух промывок смолы эффект обезвоживания составил 65,0-73,9% (против 27,6-52,2% без промывки). Третья промывка смолы нецелесообразна, т.к. она практически не влияет на изменение ее влажности.

Положительное влияние оказывает мойка смолы и на снижение ее зольности. После двух промывок степень обеззоливания смолы повышается до 50,4-65,2% против 20,2-32,7% для исходной смолы без промывки, т.е. в 2-3 раза. Повышение температуры промывки и отстоя смолы с 80 до 90°C увеличивает эффективность обеззоливания с 50,4 до 59% смолы зольностью 0,13% и с 60,8 до 63,1% смолы зольностью 0,26%. Следует отметить, что для высокзолной смолы 0,26% ее зольность даже после двух промывок несколько выше (0,102%) нормативной (0,08%). И только увеличение температуры промывки и отстоя до 90°C позволяет получить кондиционный продукт. Для смол средней зольности (0,13-0,2%) две ступени промывки при 80°C позволяют снизить содержание золы до 0,063-0,075% против 0,097-0,166%. При увеличении температуры промывки и отстоя до 90°C зольность промытой и отстоявшейся смолы снижается до 0,052%. Третья промывка практически не влияет на зольность смолы.

Процесс дешламации смолы можно характеризовать изменением содержания в смоле веществ, не растворимых в толуоле. При промывке смолы содержание последних заметно понижается с 7,3-10,3% (без промывки) до 5,5-9,4%. Для уменьшения нерастворимых в толуоле веществ достаточно одной промывки при 80°C, поскольку последующие две промывки практически не влияют на процесс. Снижение содержания нерастворимых в толуоле при одной промывке и отстое составляет 9,6-30,9% по сравнению с 0-5,2% только путем отстоя без промывки.

Таким образом, проведенные лабораторные исследования показали высокую эффективность промывки каменноугольной смолы конденсатом первичных газовых холодильников. Двухступенчатая промывка при  $t = 80-90^\circ\text{C}$  повышает степень обезвоживания в 1,4-2,4 раза; обеззоливания в 2-3 раза. Степень дешламации, т.е. изменение содержания нерастворимых в толуоле веществ, увеличивается в 5-7 раз по сравнению с обычным отстоем непромытой смолы.

Продолжение исследований в этом направлении позволит разработать простую и экологически безопасную технологию утилизации каменноугольных фусов путем извлечения из них ценных компонентов.

## **ПОВЫШЕНИЕ ВЫРОБОТКИ НАФТАЛИНА В ЦЕХЕ ОТДЕЛЕНИЯ КОНДЕНСАЦИИ ОАО «ДОНЕЦККОКС»**

С.С. Кияшко, Л.Н. Акимова  
Донецкий национальный технический университет

Как известно, коксохимическая промышленность играет весьма важную роль в решении задач химизации народного хозяйства нашей страны. Ассортимент химических продуктов, выпускаемых на базе летучих продуктов коксования каменных углей, составляет более 200 наименований.

Из большого числа химических продуктов коксования, необходимых для химической промышленности, особо важное значение имеет нафталин. Нафталин используется в большом количестве как сырьё для производства фталевого ангидрида, служащего исходным веществом для алкидных смол, применение которых в области пластмасс все возрастает; фталевый ангидрид является также основой для синтеза множества красителей и пластификаторов. Значительное количество нафталина идет на производство ценных растворителей – тетралина и декалина путем гидрирования. В меньшем объеме нафталин применяется как исходное сырьё в промышленности дезинфекционных средств, средств для борьбы с вредителями и смачивающих веществ.

При современном дефиците нефти и природного газа коксохимические предприятия фактически остались единственными в Украине поставщиками нафталина для промышленности органического синтеза.

Увеличить выработку нафталина на коксохимических заводах можно за счет более глубокой очистки от него коксового газа. Эта проблема стала актуальной для ОАО «Донецккокс» из-за остановки электрофильтров, когда значительная часть нафталина оседает по всему газовому тракту, ухудшая режимы эксплуатации аппаратов, качество абсорбентов. При этом нарушаются технологические режимы работы всех химических отделений.

Содержание нафталина в газе при выходе из печей коксования обычно колеблется в пределах 10-14 г/м<sup>3</sup>. Выход нафталина зависит, главным образом, от температуры коксования: чем она выше, тем выход нафталина больше. Основная масса нафталина выделяется из газа одновременно со смолой в газозборниках и первичных газовых холодильниках, т.к. смола, конденсируясь, растворяет в себе нафталин. Чем ниже температура охлаждения газа, тем больше нафталина растворяется в смоле и тем меньше его остается в газе.

Вследствие сравнительно большой летучести нафталина, содержание его в газе после первичных газовых холодильников продолжает все-таки оставаться довольно значительным (2 г/м<sup>3</sup>). При этом нафталин находится в газе в виде паров и мельчайших кристаллов, уносимых потоком газа. При понижении скорости движения газа или температуры происходит выделение нафталина в газопроводах и аппаратах, что приводит к нарушению нормальной работы завода.

Из-за отложений смолистых веществ и нафталина снижается эффективность тепло- и массообменных процессов, увеличивается гидравлическое сопротивление аппаратов, ухудшается качество сульфата аммония и поглотительного масла в бензольном отделении, увеличивается количество вредных отходов. Во избежание этих негативных последствий требуется тщательная очистка газа от туманообразной смолы и нафталина сразу после первичных газовых холодильников.

Отделение конденсации ОАО «Донецккокс» работает по классической схеме, разработанной Гипрококсом и УХИНОм для многих коксохимических заводов. Прямой коксовый газ, выходя из посводового пространства коксовых печей с температурой 650<sup>0</sup>С, охлаждается в газосборниках надсмольной водой до 80<sup>0</sup> С. Далее, отделяясь от твердых и жидких частиц в сепараторе, газ направляется в межтрубное пространство первичных газовых холодильников. Здесь охлаждение производится технической водой до 25-35<sup>0</sup>С. И в газосборниках и в первичных газовых холодильниках при конденсации паров смолы выделяется из газа где-то 70% нафталина. Оставшийся нафталин и ткманообразная смола должны выделяться в электрофильтрах, работа которых основана на действии электростатических сил на капельки смолы в потоке газа. Однако практика показала, что электорофильтры часто выходят из строя из-за образования жидких пленок на коронирующих электродах, вследствие чего происходит утечка тока и пробой изоляторов. Ремонт и введение их в работу требуют больших материальных затрат, сил и времени. В силу этих причин в настоящее время на Донецком КХЗ электрофильтры отключены, и коксовый газ, содержащий туманообразную смолу и нафталин, нагнетается эксгаустером во все последующие химические цеха, нарушая их нормальную работу.

Исходя из производственных площадей завода, минимальных экономических затрат и обеспечение наиболее полного выделения нафталина из газа в отделении конденсации ОАО «Донецккокс» рекомендуется установить низконапорный скруббер Вентури – это высокоэффективный аппарат простой конструкции, небольших габаритных размеров, его очень легко обслуживать. Все это обуславливает целесообразность его применения для проведения массообменных процессов.

Основным рабочим элементом этого скруббера является труба Вентури, состоящая из сужающейся части (конфузора), узкой части (горловины) и расширяющейся части (диффузора). Жидкость подается в горловину или в конфузор через форсунку или без нее, газ поступает в конфузор. Пройдя с большой скоростью через горловину, газ подхватывает и распыляет жидкость. При этом создается большая поверхность контакта между фазами, резко возрастает коэффициент массопередачи. В конфузоре скорость газа постепенно снижается, после чего он направляется в сепарационную часть скруббера. В диффузоре кинитическая энергия газа переходит в энергию давления с минимальными потерями. В качестве абсорбента нафталина можно использовать продукт коксохимического производства- каменноугольное поглотительное масло, котрое после насыщения можно добавлять в каменноугольную смолу.

Практика показала, что скруббера Вентури позволяют снизить содержание нафталина в газе до 0,15-0,2 г/м<sup>3</sup>.

При нагрузке цеха улавливания по газу – 25000 м<sup>3</sup>/ч и средней концентрации в нем нафталина 10 г/м<sup>3</sup> (данные ОАО «Донецккокс») замена неработающего электрофильтра на скруббер Вентури позволит:

- дополнительно получить нафталина  

$$25 \cdot (2,0 - 0,2) \cdot 10^{-3} = 45 \text{ кг/ч} = 394,2 \text{ т/год};$$
  - повысить степень очистки коксового газа  
от (10-2)\*100/10 = 80% до (10-0,2)\*100/10 = 98%;
  - улучшить работу последующих химических цехов;
  - снизить расход пара на пропарку трубопроводов и аппаратуры;
  - уменьшить выбросы нафталина в атмосферу на градирни цикла конечного охлаждения коксового газа;
- использовать производственную площадь, занятую электрофильтром.

## ОЧИСТКА ШАХТНЫХ ВОД В ПОДЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ

А.Е. Кольчик, В.К. Костенко

Донецкий национальный технический университет

Вода - ценнейший природный ресурс. Потребности в воде огромны и с каждым годом возрастают. Ежегодный расход воды на земном шаре по всем видам водоснабжения составляет 3300-3500 км<sup>3</sup>. При этом 70% всего водопотребления используется в сельском хозяйстве. Потребность в воде в связи с нерациональным использованием не удовлетворяется у 20% городского и 75% сельского населения мира. Объем потребляемой воды зависит от региона и уровня жизни, и составляет от 3 до 700 л в сутки на одного человека.

Дефицит пресной воды и ее качественное истощение уже сейчас становятся мировой проблемой. Все более возрастающие потребности промышленности и сельского хозяйства в воде заставляют все страны, всех ученых мира искать разнообразные средства для решения этой проблемы.

Совершенствование технологических процессов и выявление путей рационального пользования природных вод постепенно решают эти задачи.

На современном этапе определяются такие направления рационального использования водных ресурсов: более полное пользование и расширенное воспроизводство ресурсов пресных вод; разработка новых технологических процессов, позволяющих предотвратить загрязнение водоемов.

Одним из перспективных и наиболее рациональных направлений пользования природных вод является применение очищенной шахтной воды в целях ее повторного использования для нужд угольной промышленности, для смежных отраслей, сельского хозяйства и в быту.

При отработке угольных пластов сопутствующим фактором являются шахтные воды. Так, на 1 т угля, добываемого шахтами Украины, приходится около 3 м<sup>3</sup> воды. Предприятиям угольной промышленности приходится откачивать большой объем шахтных вод (более 2,5 млрд. м<sup>3</sup> год, из них, например, в Донбассе около 800 млн. м<sup>3</sup>/год), которые загрязнены взвешенными веществами, бактериальными примесями и минеральными солями. Такие производственные сточные воды представляют собой наибольшую опасность для водоемов и их обитателей, т.к. загрязняющие вещества, попадая в природные водоисточники, приводят к качественным изменениям воды, которые в основном проявляются в изменении физических свойств воды (появление неприятных запахов, привкусов и т.д.); в изменении химического состава воды (в частности, появление в ней вредных веществ); в наличии плавающих веществ на поверхности воды и откладывании их на дне водоемов. К тому же, вредные и порою токсичные вещества накапливаются в органах рыб, млекопитающих, растений и по пищевой цепи попадают в организм человека, влияя на кроветворную систему, на наследственность и состояние здоровья в целом, на продолжительность жизни.

Т.к. такая вода является непригодной для использования в различных целях, то необходимо производить ее очистку.

Очистка сточных вод – это обработка сточных вод тем или иным способом с целью разрушения или удаления из них вредных веществ. Различают следующие методы очистки и обезвреживания сточных вод: механические, химические, физико-химические, биологические и комбинированные.

Для очистки и обеззараживания используют в основном обработку воды сильными окислителями (хлор, озон), обработку ультразвуком, воздействие ультрафиолетовых лучей на воду, фильтрация под высоким давлением через слой ионообменных и другие.

Надежным средством уничтожения болезнетворных микроорганизмов и избавления от вредных примесей является выпаривание воды.

Накопленный практический опыт использования различных методов и схем очистки показывает, что, несмотря на затраченные усилия, проблема техногенных шахтных водных отходов при подземной добыче угля окончательно не решена.

Но сейчас уже ясен путь, который позволит людям избежать экологического тупика. Это рациональное использование попутно добываемых с полезными ископаемыми шахтных вод, т.е. превращение отходов в полезные ресурсы.

В результате выполнения научно-исследовательских работ, а также проведения опытно-промышленных испытаний для очистки шахтных вод учеными разработаны различные методы и технологические схемы. Но с помощью большинства схем очистку шахтных вод предусматривается осуществлять после их откачивания на поверхность, что вызывает определенные технические затруднения и связанные с этим большие материальные затраты.

Авторами разработана технология очистки сточных вод угольных предприятий путем выпаривания непосредственно в горных выработках, позволяющая не только рационально использовать добываемые предприятиями воды, но и получать дополнительную прибыль от ее реализации.

Особенность технологии состоит в том, что для очистки шахтной воды используется тепловая энергия горного массива (геотермальная энергия). Необходимое количество энергии извлекают из выработанного пространства, после выемки угля там создают каналы, через которые пропускают исходящую из забоев воздушную струю. Воздух, нагревается до температуры горного массива, которая на глубоких горизонтах достигает 45...50<sup>0</sup>С, и вместе с этим приобретает дополнительную энергию. После этого воздух направляют в вихревую трубу, где происходит его разделение на два потока – горячий и холодный.

Поступающая загрязненная шахтная вода в испаритель, нагревается там до температуры ее кипения горячим потоком воздуха, после чего пар перемещается в конденсатор, откуда уже очищенная вода переправляется к потребителю (рис. 2).

Использование очищенной шахтной воды, полученной путем выпаривания в шахте позволит избежать негативных экологических последствий, возникающих при откачке неочищенных вод на дневную поверхность и их сбросе в водоемы (заиление, засоление, закисление водоемов и водотоков, дестабилизация экологического равновесия в угольных бассейнах, т.д.). Исчезнет также необходимость постройки дополнительных очистных сооружений, отстойников и т.п. на земной поверхности, которые занимают значительные площади.

Метод очистки шахтной воды с использованием геотермальной энергии позволит снизить себестоимость очищенного продукта и рационально использовать невозполнимые виды энергоносителей (таких, как уголь и природный газ, торф), необходимых для перевода воды в парообразное состояние известными способами. Использование очищенной шахтной воды таким методом позволит также удовлетворить острую нехватку пресной воды в регионе.

Таким образом, охрана, внедрение новых технологий и схем рационального использования водных ресурсов - это одно из звеньев комплексной мировой проблемы охраны природы.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ КОКСОВАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧАХ С ЦЕЛЬЮ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Д.П. Коваленко, А.И. Збыковский  
Донецкий национальный технический университет

Температурные условия коксования играют решающую роль в процессе коксообразования. В настоящее время в связи с интеграцией Украины в мировые рыночные отношения объем производимого украинскими предприятиями кокса оказался в прямой зависимости от спроса на кокс на мировом рынке, на котором идет жесткая конкурентная борьба. Производственникам в зависимости от конъюнктуры рынка приходится в очень широких пределах варьировать период коксования.

Имея достоверную информацию о температурных условиях коксования в угольной загрузке при разных периодах, можно решить следующие задачи:

- обеспечить высокое качество кокса;
- установить рациональный режим обогрева коксовой батареи;
- ввести в шихту максимально возможное количество низкосортных углей при сохранении качества кокса на необходимом уровне.

Исследовать температурные условия процесса коксования – это значит, прежде всего, определить температуры в слоях угольной загрузки по ширине камеры на протяжении всего периода коксования. Для этого предложено использовать автоматическую систему контроля, состоящую из следующих элементов:

- 7 хромель-алюмелевых термопар в защитных металлических чехлах;
- многоканальный цифровой измерительный преобразователь Ш711/1И;
- компьютер;
- линии связи.

7 термопар, выполняющих функцию датчиков, сразу после загрузки камеры коксования устанавливаются через средний загрузочный люк камеры. Для камер различной ширины подбирается соответствующее, близкое к равномерному распределение датчиков по ширине. Так для камеры коксования со средней шириной 407 мм датчики устанавливаются на расстояниях 13, 80, 142 и 203,5 мм от греющих стен. Для камеры коксования со средней шириной 480 мм – на расстояниях 13, 94, 167 и 240 мм от греющих стен. Первая и седьмая, вторая и шестая, третья и пятая термопары находятся на одинаковых расстояниях от стенок камеры, тем самым обеспечивая параллельность измерений температур.

Для более точной установки термопар на заданных расстояниях от стен камеры используются специально изготовленные крышки загрузочных люков с направляющими трубами, вваренными в крышку. Чехлы термопар изготавливаются из бесшовных толстостенных стальных труб. Для повышения точности замеров наконечники чехлов длиной 200 мм имеют меньший диаметр в сравнении с диаметром чехла. Такая конструкция чехла обеспечивает его многократное использование. В случае деформации при выполнении замера чехол перед очередным опытом подвергается рихтовке. Чтобы не исказить тепловой поток по ширине камеры каждый последующий датчик короче предыдущего на 100 мм в направлении от осевой плоскости к стенке камеры.

Для коксовых печей с высотой загрузки 4000 мм (наиболее распространенных на Украине) предлагается замеры производить на высоте 3200 мм от пода камеры.



Размещение рабочих спаев термопар на такой высоте по сравнению со средней высотой (2000 мм от пода камеры) позволяет использовать более короткие датчики, что обеспечивает более их точную установку на заданных расстояниях от стен камеры коксования, облегчает сборку датчика, а также осуществление операций установки и извлечения датчиков из загрузки. Однако выбор такого уровня замера температур накладывает дополнительные требования к качеству обогрева контролируемой коксовой печи и, прежде всего, к равномерности обогрева по высоте печи.

После установки датчиков крышка люка герметизируется шихтой и асбестовым шнуром, и к датчикам подключаются провода (линии связи), проложенные по верху коксовой батареи. Измерительный преобразователь, к которому поступают сигналы по линиям связи от термопар, и компьютер заранее устанавливаются в кабине коксовой батареи.

Работает автоматическая система контроля под управлением специально разработанной компьютерной программы. Семь датчиков по очереди опрашиваются, и раз в минуту снятые показания температур записываются в память компьютера. На дисплее информация отображается в виде таблиц и графиков.

За 15-20 мин до выдачи печи датчики извлекаются из коксового пирога.

Использование автоматической системы контроля имеет целый ряд преимуществ перед традиционным методом измерения температуры по оси коксующейся загрузки:

- полностью исключаются субъективные ошибки, возможные при снятии показаний с милливольтметра;

- использование многоканального цифрового измерительного преобразователя Ш711/1И обеспечивает высокую точность фиксируемых значений температур;

- ежеминутная запись значений температур в память компьютера с одновременным отображением на экране монитора дает полную картину температурных условий процесса коксования по ширине камеры и позволяет, в случае необходимости, произвести быструю замену сгоревшей термопары, избежав тем самым потери значительного количества информации;

- записанная в память компьютера информация может быть быстро обработана.

Перед проведением исследования на коксовой батарее выбирается группа из 5-7 подряд расположенных печей с хорошо отрегулированным теплотехническим режимом. Измерения проводятся в наиболее удобной по графику выдачи коксовой печи из этой группы, чтобы установка и извлечение термопар осуществлялись в светлое время суток.

Анализ температурных условий коксования позволит решить многочисленные задачи только при наличии информации о качестве коксуемой шихты и качестве полученного кокса. Поэтому этим вопросам в ходе исследования также должно быть уделено серьезное внимание.

Для стабилизации качества угольной шихты печь, в которой будут проводиться измерения температур, и 2-3 предшествующие по графику печи загружаются из предварительно опорожненной и заполненной в один прием шихтой заданного состава секции угольной башни.

Чтобы избежать влияния на кокс дополнительных механических нагрузок, проба кокса из контрольной печи в количестве 400 кг отбирается с подрампового транспортера. Полномерные куски кокса для анализа изменения его свойств по ширине камеры коксования отбираются непосредственно с рампы.

Проведение исследований температурных условий коксования по предложенной методике и анализ полученных результатов – один из путей решения задачи рационального использования природных ресурсов при производстве кокса.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛООБМЕНА В РЕГЕНЕРАТОРАХ КОКСОВЫХ ПЕЧЕЙ

Д.А. Коваленко, А.В. Голубев, А.Ф. Гребенюк  
Донецкий национальный технический университет

Современные коксовые печи являются крупным источником вредных выделений в атмосферу на коксохимических заводах. При загрузке угольной шихты и выдаче кокса выделяется большое количество пыли и продуктов термического разложения. В процессе коксования также происходит выделение газов и паров через неплотности загрузочных люков, дверей коксовых печей, огнеупорной кладки. Важным источником химического и теплового загрязнения атмосферы является также отопительная система коксовых печей, поскольку продукты горения на выходе из обогревательных каналов имеют высокую температуру (1200-1300 °С) и содержат значительное количество парниковых газов (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>) и окислов азота.

Регенераторы коксовых печей являются важным конструктивным элементом, в котором производится подогрев воздуха и отопительного газа до температуры 1100-1200 °С за счет тепла продуктов горения, благодаря чему их количество сокращается на 30-40%, а температура снижается до 300-350 °С. Они представляют собой узкие камеры, заполненные теплообменной насадкой и расположенные под коксовыми печами. Осуществляемый в них процесс теплообмена между горячими газами, насадкой и воздухом является нестационарным, поэтому точный расчёт регенераторов является весьма сложной задачей и на практике предпочитают применять упрощенные методы, дающие достаточно точное приближение.

Теплообмен в регенераторе характеризуется одним важным свойством: распределение температур в насадке периодически повторяется, так что температура в каждой точке колеблется периодически в одних и тех же пределах. Для повышения интенсивности теплообмена эти пределы стремятся как можно больше сузить. Чем больше тепловая ёмкость насадки и короче цикл, тем амплитуда колебаний температур будет меньше.

Отмеченная периодичность распределения температур в насадке и небольшая амплитуда их колебаний позволяет заменить трудный расчёт нестационарного процесса теплообмена в регенераторе приближённым, оперирующими средними во времени значениями температур насадки и теплоносителей.

Для идеального регенератора, в котором насадка имеет коэффициент теплопроводности бесконечно большой в поперечном направлении и бесконечно маленький в продольном, изменение её температуры в поперечном сечении во времени в период охлаждения воздухом описывается дифференциальным уравнением

$$(\delta t_n / \delta \tau)_z = \alpha f / C_n (t_r - t_n),$$

а изменение температуры газа по высоте регенератора в данный момент времени описывается уравнением

$$(\delta t_r / \delta z)_\tau = \alpha f / V C_r (t_n - t_r),$$

где  $t_r, t_n$  – температуры газа и насадки в сечении  $Z$  в момент времени  $\tau$  от начала процесса, °С;

$Z$  – расстояние данного сечения от начала регенератора, м;  
 $F$  – удельная поверхность насадки регенератора, м<sup>2</sup> на 1 м высоты;  
 $V$  – объемный расход газа, м<sup>3</sup>/с;  
 $C_{г}$  – объемная теплоёмкость газа, кДж/м<sup>3</sup>град;  
 $C_{н}$  – теплоёмкость насадки на 1 м высоты, кДж/мград;

Анализ показывает, что при достаточно коротких и одинаковых периодах нагревания и охлаждения насадки разность температур газа и насадки в среднем сечении регенератора ( $z = 0.5 H$ ) остаётся практически постоянной, т.е.  $(t_{г}-t_{н})_{z=0.5} \approx \text{const}$ . из этого следует, что в соответствии с приведёнными выше дифференциальными уравнениями

$$(\delta t_{г}/\delta z)_{г} \approx \text{const} \text{ и } (\delta t_{н}/\delta \tau)_{з} \approx \text{const},$$

то есть температура газа в некоторый момент времени  $\tau$  изменяется по высоте регенератора прямолинейно, а температура насадки в данном сечении  $z$  изменяется прямолинейно во времени.

Если изменения температур газа и насадки в каждом сечении относительно невелики, то линейный характер их изменения можно принять с достаточным приближением и по всей высоте регенератора. При этом допущении интегрирование уравнения, описывающего изменение температуры насадки во времени, позволяет определить количество тепла, отдаваемого насадкой за период охлаждения  $\tau_{а}$  холодному теплоносителю (А)

$$Q = \alpha_{а} F (t_{н} - t_{а})_{ср} \tau_{а}$$

или количество тепла, получаемого насадкой за период нагревания  $\tau_{в}$  от горячего теплоносителя (В)

$$Q = \alpha_{в} F (t_{в} - t_{н})_{ср} \tau_{в}.$$

Решая совместно последние два уравнения, получим количество тепла, передаваемого от горячего теплоносителя к холодному за время одного цикла ( $\tau_{а} + \tau_{в}$ ):

$$Q = k F \Delta t_{ср},$$

где  $K = 1 / (1 / \alpha_{а} \tau_{а} + 1 / \alpha_{в} \tau_{в})$  – количество тепла, передаваемого от горячего теплоносителя к холодному за время одного цикла через 1 м<sup>2</sup> поверхности насадки при разности температур 1°С, кДж/м<sup>2</sup> град цикл;

$\Delta t_{ср}$  – средняя разность температур горячего и холодного теплоносителей за время одного цикла, °С.

Таким образом, расчёт нестационарного теплообмена в регенераторе сводится к формулам, аналогичным для установившегося теплообмена в регенеративных теплообменниках.

Для реального регенератора общее термическое сопротивление процессу переноса тепла включает, кроме термических сопротивлений газов, также дополнительное сопротивление насадки  $1/\varepsilon$ :

$$1/k = 1/\alpha_{а} \tau_{а} + 1/\alpha_{в} \tau_{в} + 1/\varepsilon$$

Значение поправки  $1/\varepsilon$  определяется исследователями по-разному. Нами были проанализированы предложенные статьи и формулы и даны рекомендации по их применению в расчетах регенераторов.

## УТИЛИЗАЦІЯ БЕНТОНІТОВИХ ГЛИН З ОТРИМАННЯМ СОРБЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

М.А. Петрова, І.М. Петрушка  
Національний університет „Львівська політехніка”

Актуальним завданням, пов'язаним з ліквідацією наслідків діяльності Яворівського Державного гірничо-хімічного підприємства (ДГХП) “Сірка” (Львівська обл.), що було у колишньому СРСР головною сировинною базою для виробництва сірки, є проблема утилізації відвалів видобутку сірки відкритим способом. В основному вони складаються з бентонітових глинистих порід, основним компонентом яких є монтморилоніт. Екологічна реабілітація територій в зоні діяльності підприємства, зайнятих глинистими відвалами, належить до одного з пріоритетних напрямків екологічної політики області.

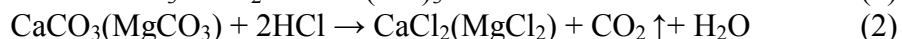
Існуючі проекти рекультивації земель ДГХП “Сірка” не передбачають утилізації глинистих відвалів. Ситуацію ускладнює те, що бентонітові глини даного родовища не можуть бути утилізовані у будівельній промисловості (у виробництві цегли) через високий вміст карбонатів.

Водночас, в Україні гостро стоїть проблема утилізації рідких металовмісних відходів гальванічної та приладобудівної промисловості, що зберігаються на складах багатьох підприємств в закритих ємностях. Більшість таких нагромаджувачів споруджені без належного інженерного захисту і становлять загрозу навколишньому середовищу. На даний час не існує екологічно та економічно доцільної технології, яку можна було б застосувати для масової утилізації наявних відходів. За даними Державних статистичних звітів, обсяг знешкодження та утилізації відходів по Україні становить приблизно 0,5-2% від їх кількості.

Нами проведено дослідження, що показали принципову можливість багатотонажної утилізації відвалів бентонітових глин шляхом їх модифікування рідкими металовмісними відходами приладобудівної промисловості. Продукти модифікування можуть бути застосовані як сорбенти широкого призначення, а можуть проходити стадії подальшого модифікування з отриманням фероціанідвмісних сорбентів.

Головною метою даної роботи є дослідження хімізму процесів синтезу сорбційних матеріалів шляхом модифікування бентонітових глин рідкими відходами важких металів. В якості експериментальної моделі було обрано синтез залізовмісних зразків сорбенту з застосуванням рідких відходів травлення тінювих масок кінескопів, феросиліцієвого сплаву та зразків бентонітової глини Язівського родовища сірки.

При обробці бентонітової карбонатомісної глини розчинами, що містять важкі метали, що піддаються гідролізу, проходить руйнування карбонатної складової глини з виділенням  $\text{CO}_2$  та осадженням на глинистій матриці еквівалентної кількості гідролізованих нерозчинних форм перехідних металів:



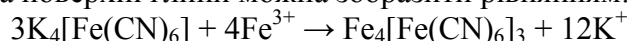
Механізм руйнування карбонатної складової нагадує руйнування при кислотній активації. Різниця полягає в тому, що кислота виділяється в результаті гідролізу солей металів (1), а не додається ззовні, як при кислотній активації (реакція (2)). Процес протікає з достатньою інтенсивністю при кімнатній температурі. Ступінь гідролізу збільшується в силу того, що хлоридна кислота, що виділяється в результаті гідролізу,

витрачається на руйнування карбонатної складової (рівновага реакції гідролізу зміщується вправо).

Руйнування карбонатної складової підтверджується відсутністю на дифрактограмах піків, характерних для карбонатів, а осадження іонів заліза на глинистій матриці - негативною якісною реакцією на іони заліза (з  $K_4[Fe(CN)_6]$ ) у глинисто-водній суспензії.

Отримані зразки промивали, сушили і гранулювали.

Наявність хімічно активних форм перехідних металів на глинистій матриці дозволяє проводити подальші процеси модифікування з одержанням на поверхні глинистих частинок продуктів вторинного модифікування, зокрема, фероціанідів, що є високоефективними сорбентами для сорбції радіонуклідів. Процес утворення фероціанідів заліза на поверхні глини можна зобразити рівнянням:



Наявність фероціанідів у структурі глини підтверджується появою на дифрактограмах серії рефлексів, характерних для  $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ .

Фероціаніди заліза на глинистій матриці поєднують у собі властивості глинистих сорбентів і фероціанідів, а відтак не лише проявляють здатність поглинати радіонукліди, але й завдяки водозапірним властивостям можуть бути використані для створення протифільтраційних екологічних бар'єрів в зоні реального радіоактивного забруднення.

Зважаючи на наслідки Чорнобильської катастрофи, потреба у матеріалах для створення протифільтраційних бар'єрів для України може складати десятки і сотні тонн. Розрахункова вартість синтезованих фероціанідних глинистих сорбентів складає 4 грн. 70 коп за 1кг.

Галузі застосування залізовмісних модифікованих глин показано на схемі.

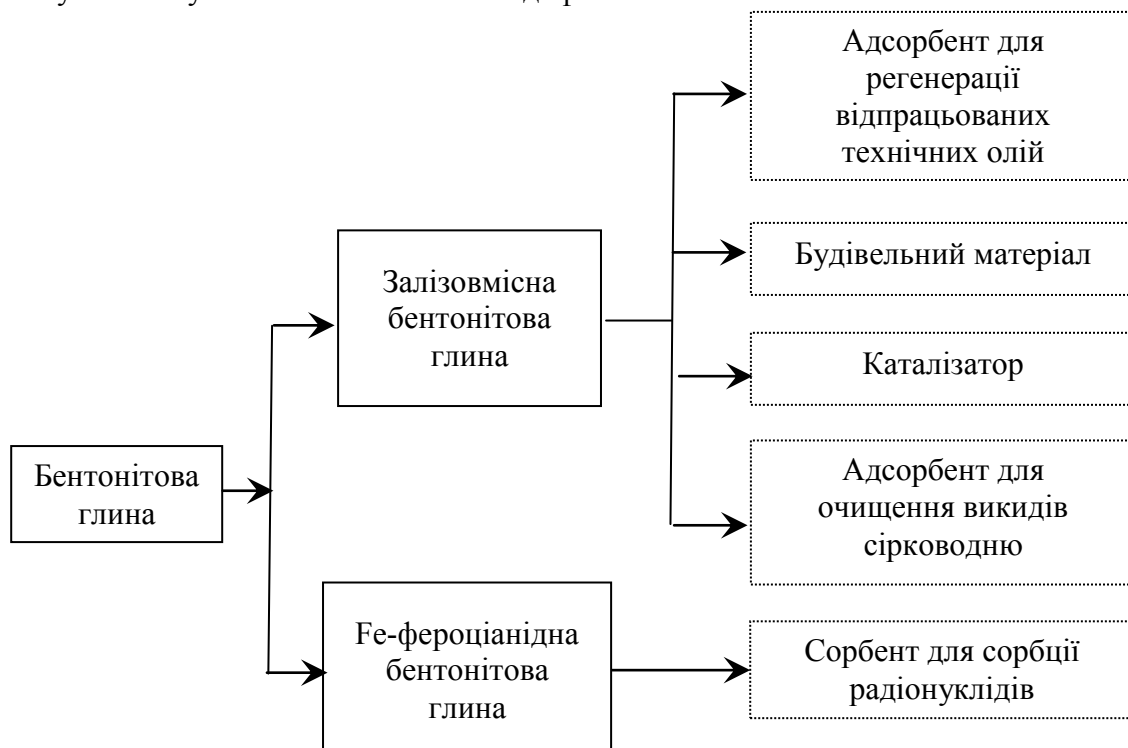


Схема застосування сорбентів на основі модифікованих карбонатомісних бентонітових глин Язівського родовища сірки.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ОТВОДА КОКСОВОГО ГАЗА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Е.А. Моськин, О.А. Чернова  
Донецкий национальный технический университет

Для создания экологически безопасного производства необходимо внедрение новых и усовершенствование уже существующих технологий, которые позволили бы получать продукцию наивысшего качества, причиняя наименьший вред окружающей среде.

В процессе коксования углей образуется коксовый газ, который отводится через один или два газосборника. При использовании двух газосборников коксовый газ из камеры коксования одновременно отводится двумя стояками в соответствующий газосборник, откуда через перекидной газопровод, в общий газопровод, соединяющий коксовую батарею с цехом улавливания. Этот способ имеет ряд недостатков. Основным является перетекание охлажденного газа из одного газосборника в другой через подсводовое пространство из-за возникающей разницы давлений в газосборниках. Не менее значительным недостатком является нарушение теплового и гидравлического режима при забивании форсунок аммиачной воды в колене, поскольку это приводит к уменьшению температуры подсводового пространства. Все недостатки приводят к ухудшению качества кокса, а, следовательно, к снижению технико-экономических показателей производства.

Более усовершенствованной технологией является способ бездымной загрузки печей с двумя газосборниками и использованием паровой инъекции. Этот способ позволяет улучшить условия труда путем снижения пылевыведения во время загрузки камеры коксования. Также при его внедрении снижается содержание золы в смоле. При использовании этого способа газосборник коксовой стороны подключается только на время загрузки печей, а газосборник машинной стороны – с момента планирования шихты до конца коксования, что позволяет отводить основную часть парогазовых продуктов на один газосборник. Недостатками этого способа являются низкое качество продуктов улавливания из-за инжектирования газов паром или водой, что приводит к увеличению содержания кислорода в товарном коксовом газе и повышает зольность смолы, что в свою очередь приводит к возникновению дополнительного количества отходов.

При использовании инъекции при загрузке коксовых печей выход фусов составляет 50-700 кг/час и зависит от расхода пара на инъекцию  $Q$ , помола шихты  $P$ , скорости вращения радиальных скребков в механизированном осветлителе смолы  $v$ .

Кроме того, при отстаивании в механизированном осветлителе большая часть смолы не отделяется от фусов.

Отсутствие надежного и эффективного способа охлаждения и отвода коксового газа, который позволит получать коксовый газ с низким содержанием кислорода и решит проблему образования большого количества фусов, заставляет проводить новые исследования в этом направлении.

Анализ литературных и экспериментальных данных показал, что в течение первого часа после загрузки шихты из камеры коксования отводится в газосборник коксовой стороны около 0,7% смолы, 0,3% коксового газа и 11% воды от их общего выхода за весь период коксования. Вода при этом загрязнена угольной пылью, что приведет к образованию дополнительного количества фусов. Коксовый газ этого периода обогащен кислородом и азотом, что снижает его качество.

В связи с этим предлагается усовершенствовать способ отвода коксового газа с двумя газосборниками и использованием паро- или гидроинжекции. Для более эффективной очистки газа от воды и частичек угольной пыли предлагается отводить газ периода загрузки печей и начального периода коксования в течение 1 часа только в газосборник коксовой стороны. С технологической точки зрения этот способ легко внедрить на существующих коксовых батареях.

Во время периода загрузки и первого часа коксования клапан стояка газосборника машинной стороны закрывают, и все газы направляются на коксовую сторону. По прошествии одного часа клапан коксовой стороны закрывают, а машинной открывают, и оставшаяся часть газов отводится через газосборник машинной стороны.

Из газосборника коксовой стороны коксовый газ с повышенным содержанием кислорода и оксидов азота при температуре 80-85°C отводится в газовый холодильник, охлаждается, очищается от смолы и подается в газопровод обратного коксового газа, который идет на обогрев коксовых печей.

Смола из газосборника коксовой стороны вместе с угольной пылью и аммиачной водой направляется в отдельный отстойник. Высокое содержание угольной пыли в смоле потребует многостадийной очистки в отстойниках и центрифугах, что резко повысит стоимость конечного продукта и невыгодно с экономической точки зрения. Более рациональным является использование этой смолы вместе с фусами для обмасливания угольной шихты.

Из газосборника машинной стороны коксовый газ отводится по существующему газопроводу в цех улавливания для очистки газа от смолы, аммиака, бензольных углеводородов и сероводорода. Смола с невысоким содержанием твердых частиц стекает с аммиачной водой в аппаратуру для отстаивания.

Использование предложенного способа отвода коксового газа позволит отводить в газосборник машинной стороны газ с минимальным содержанием кислорода и твердых частиц, что значительно улучшит работу бензольного отделения и сероочистки, уменьшит количество вредных выбросов и отходов, а также позволит исключить установку перекидных газопроводов, которые объединяют газосборники коксовой и машинной сторон. Важным преимуществом предлагаемого способа является получение смолы не содержащей твердых частиц, что позволит значительно улучшить качество конечных продуктов. Твердые частицы, которые попадут в газосборник коксовой стороны с незначительным (0,7%) количеством смолы, будут использоваться без дополнительного разделения, что так же несет дополнительный экономический эффект.

Кроме того, парогазовая смесь, которая поступает в газосборник коксовой стороны в течении 1 часа после загрузки содержит около 98% водяного пара, вследствие чего, при орошении аммиачной водой, происходит конденсация водного пара и поддерживается температура 80-90°C, что облегчает отвод смолы и фусов из газосборника и отделение их от воды. Отпадает необходимость дорогой очистки смолы от угольной пыли, из-за того, что она используется для обмасливания угольной шихты, улучшая качество кокса, что повышает общую эффективность производства. Подключение коксовых печей, в разные периоды только к одному газосборнику

исключает перетекание охлажденного газа через подсводовое пространство и обеспечивает более стойкий гидравлический режим, что, в конечном итоге, приводит к улучшению качества кокса.

## **ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ УГЛЕЙ ДОНЕЦКОГО БАССЕЙНА С РАЗЛИЧНОЙ СКЛОННОСТЬЮ К САМОВОЗГОРАНИЮ**

М. В. Смирнов, Е.К. Ридзель, О.Н.Турчанина  
Донецкий национальный технический университет

В настоящее время перед угольной отраслью стоит одна из основных задач – улучшение условий и повышение безопасности труда на действующих предприятиях. Вопросы охраны окружающей среды также требуют своего решения. В комплексе связанных с этим научно-технических проблем одно из важнейших мест занимает проблема предотвращения самовозгорания углей и осадочных пород.

Самовозгорание углей и пород не только приводит к прямым потерям полезного ископаемого, но и создает предпосылки для аварий и несчастных случаев, вызывает загрязнение атмосферного воздуха. Это опасное и вредное природное проявление имеет место при добыче, транспортировке и хранении твердых горючих ископаемых и осадочных пород. Проблема предотвращения самовозгорания существует как при подземном, так и открытом способах разработки месторождений, а решение этой проблемы затрудняется непредсказуемостью и слабой изученностью процесса самовозгорания.

Процесс самовозгорания происходит в горных породах, которые содержат пирит, подвергающийся в водно-воздушных условиях окислительному выщелачиванию с выделением элементарной серы, серной кислоты и соединений железа. Элементарная сера и серная кислота обладают высокой химической активностью, особенно при повышении температуры. Судя по продуктам реакции, эти вещества принимают участие в самонагревании и горении горючих пород и твердых горючих ископаемых. При этом образуется ряд вредных веществ, выделение которых ранее не предполагалось, что приводит к загрязнению окружающей среды.

В настоящее время существует огромное множество теорий самовозгорания угля, в которых возникновение этого негативного явления связывают с наличием различных минеральных и органических соединений, которые катализируют процесс окисления и самовозгорания в твердых горючих ископаемых и горных породах. Для предложения и разработки методов предотвращения процессов самовозгорания углей необходимо установить причины их возникновения. В первую очередь эти исследования необходимо начинать с изучения структуры углей, склонных к самовозгоранию.

Цель настоящей работы – установление различий в структуре малометаморфизированных углей Донецкого бассейна разных генетических типов с различной склонностью к самовозгоранию.

Технический анализ углей показал, что угли, склонные к самовозгоранию (СКС) отличаются меньшей зольностью в сравнении с несклонными к самовозгоранию углями (НСК), а также большей влажностью для одной стадии метаморфизма (табл. 1).

Анализ золы исследуемых углей показывает влияние содержания минеральных компонентов на склонность углей к внезапному воспламенению. Для СКС углей содержание оксидов кремния, оксидов железа значительно превышает содержание этих



минеральных примесей в золе несклонных к самовозгоранию углей, а содержание оксидов кальция и магния ниже для СКС углей (табл. 2).

Таблица 1

Характеристика исследуемых углей

Образец угля	Склонность к самовозгоранию	Данные технического анализа, %		Тонкодисперсный пирит, % об.
		W <sup>a</sup>	A <sup>d</sup>	
ш. Челюскинцев, I <sub>4</sub>	НСК	2,4	2,4	5
ш. Трудовская, I <sub>4</sub>	СКС	4,0	1,6	6
ш. Украина, k <sub>8</sub>	НСК	2,7	9,9	50
ш. Трудовская, k <sub>8</sub>	СКС	3,9	4,6	54

Установлено, что частота эндогенных пожаров связана с природной влажностью угля, т.к. вода способствует самовозгоранию пиритсодержащих углей и осадочных пород. Решающую роль в процессах самонагрева играет не газообразный кислород воздуха, а растворенный в воде кислород, что подтверждается полученными нами данными.

Таблица 2

Состав золы улей Донецкого бассейна с различной склонностью к самовозгоранию

Образец угля	Склонность к самовозгоранию	Состав золы, %		
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO+MgO
ш. Челюскинцев, I <sub>4</sub>	НСК	33,3	25,0	12,8
ш. Трудовская, I <sub>4</sub>	СКС	40,0	42,8	5,6
ш. Украина, k <sub>8</sub>	НСК	12,5	38,4	30,3
ш. Трудовская, k <sub>8</sub>	СКС	28,6	57,5	6,3

Исследование надмолекулярной организации данных образцов и продуктов их химической деструкции (табл. 3) показало, что угли, склонные к самовозгоранию отличаются меньшей толщиной пакета (L<sub>c</sub>), большей его протяженностью (L<sub>a</sub>) и значительно большим показателем деформируемости углеродных пакетов (L<sub>a</sub>/L<sub>c</sub>). Это позволяет заключить, что структура СКС углей менее упорядочена, что накладывает отпечаток на поведение этих углей в процессах самонагрева и термической деструкции.

Таблица 3

Результаты рентгенофазового анализа исходных углей и продуктов их пиролиза.

Образец угля	Склонность к самовозгоранию	T, °C	L <sub>c</sub>	L <sub>a</sub>	L <sub>a</sub> /L <sub>c</sub>	d <sub>002</sub>	h/l	I <sub>кр</sub>
	520	1,45	2,03	1,40	0,356	2,32	1,59	
ш. Трудовская, I <sub>4</sub>	СКС	20	1,16	1,99	1,72	0,356	1,46	0,82
		520	1,57	2,50	1,59	0,356	3,46	1,77

ш. Украина, k <sub>8</sub>	НСК	20	1,31	1,48	1,25	0,356	0,59	0,69
		520	1,36	2,65	1,95	0,356	1,43	1,79
ш. Трудовская, k <sub>8</sub>	СКС	20	1,20	1,71	1,43	0,356	0,68	0,42
		520	1,31	2,92	2,23	0,356	1,97	1,85

Полученные в работе данные о различии структуры углей с различной склонностью к самовозгоранию могут быть полезными при прогнозировании эндогенных пожаров, их предупреждении и повышении эффективности природоохранных процессов в угледобывающей промышленности.

## ПРИМЕНЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ ПОДГОТОВКИ УГОЛЬНЫХ ШИХТ ДЛЯ КОКСОВАНИЯ

А.С. Листопад, Е.И. Збыковский, А.И. Збыковский  
Донецкий национальный технический университет

Внедрение в коксохимическое производство прогрессивных процессов расширения сырьевой базы процесса коксования, способствующих увеличению доли более дешевых слабоспекающихся углей при одновременном сокращении эксплуатационных расходов, является в настоящее время важным средством повышения эффективности технологии слоевого коксования.

Применение рационального измельчения углей перед коксованием предполагает применение таких технических решений, которые могут оказать существенное влияние на технологический процесс слоевого коксования и позволяет в случае их внедрения в производство изменить структуру потребления углей для коксования.

Известно, что измельчение углей является одним из наиболее важных факторов, позволяющих регулировать качество кокса и технико-экономические показатели коксового производства. Требуемая степень измельчения угольных зерен должна, с одной стороны, обеспечивать однородность структуры кокса, что требует более тонкого измельчения а, с другой стороны, более крупное измельчение уменьшает поверхность спекания угольных частиц, что в конечном счете снижает прочность получаемого кокса.

В настоящее время на ряде коксохимических заводов юга Украины применяется схема «дробление шихты» (ДШ), когда окончательному измельчению подвергается вся обогащенная шихта. По этой схеме более прочные компоненты – угли марки Г – измельчаются недостаточно, а менее прочные – марки К и Ж – переизмельчаются.

При использовании схемы «дробление компонентов» (ДК) каждая марка угля дробится отдельно и это позволяет подобрать такой режим дробления, чтобы минимизировать переизмельчение и обеспечить требуемую степень крупности угольных зерен.

Совершенствованием схемы ДК являются схемы «групповое дробление компонентов» (ГДК) и «дифференцированное дробление компонентов» (ДДК). В первом случае дроблению подвергают группы компонентов, близким по прочности и спекаемости. Применение схемы ДДК позволяет измельчить каждый компонент шихты до требуемого уровня, отличного от измельчения других компонентов.

Применение схемы «избирательного измельчения» (ИД) позволяет дробить только крупные классы шихты, а мелкие классы являются готовым продуктом и не участвуют в измельчении.

Для исследований были отобраны угли разных технологических групп, характеристика прочностных свойств которых приведена в таблице 1.

Как видно, наименее прочными являются угли средней степени метаморфизма марок К и Ж, а более прочные марки углей – Г, ОС – обладают пониженной спекаемостью.

Из потока шихты были отобраны представительные пробы, которые рассеивались на ситах с отверстиями 13, 10 и 7 мм. Результаты исследований свойств отдельных гранулометрических классов шихты приведены в таблице 2.

Таблица 1 – Прочностные характеристики углей

Наименование ЦОФ и марки угля	Выход летучих веществ, $V^{daf}$ , %	Индекс прочности П, Дж/дм <sup>2</sup>	Сопротивление дроблению Р, %	Показатель истираемости И, %
«Октябрьская» Г	39,7	51,2	50,4	29,9
«Киселевская» К2	18,5	53,3	59,0	28,4
«Криворожская» К	22,8	43,1	37,6	45,2
«Беловская» Ж	35,0	48,1	37,2	45,6

Таблица 2 – Свойства отдельных классов углей производственной шихты

Показатель	Марка К				Марка Г				Марка К2			
	> 13	13-10	10-7	< 7	> 13	13-10	10-7	< 7	> 13	13-10	10-7	< 7
$V^{daf}$ , %	22,85	23,65	21,8	23,1	35,7	36,2	34,8	28,4	20,8	18,7	20,0	19,9
$A^d$ , %	17,8	11,2	-	8,8	9,7	-	9,3	8,1	6,2	6,4	6,3	8,9
$I_B$ , мм	29	50	-	38	5	-	4	8	2	-	5	10

В опытных условиях было проведено исследование эффективности применения схем предварительного отсева мелких классов угольной шихты. Результаты исследований отдельных классов по технологическим показателям приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Исследование эффективности предварительного отсева мелких классов шихты

Тип пробы	Шихта без отсева			Шихта с отсевом		
	$W^a$ , %	$V^{daf}$ , %	$I_B$ , мм	$W^a$ , %	$V^{daf}$ , %	$I_B$ , мм
Угольная шихта	2,50	27,5	13	3,15	28,2	13
Класс >	2,65	32,4	7	2,70	28,8	9

10 мм						
Класс < 10 мм	3,20	27,8	10	2,60	26,5	11

Как видно из данных таблицы 3, применение предотсева мелких классов позволяет несколько выровнять технологические показатели (выход летучих веществ и спекаемость) отдельных классов. Данная схема подготовки шихты предложена для внедрения в производственных условиях.

## **ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ МАТЕРИАЛЬНОГО РАСЧЕТА ПРОЦЕССА КОКСОВАНИЯ**

М.В. Пьянков, И.И. Швец

Донецкий национальный технический университет

В настоящее время коксо-химическими предприятиями предъявляются высокие требования к технологии производства и продуктам коксования. И в связи с этим разрабатываются новые методы прогнозирования качества кокса и материального расчета процесса коксования. При этом уменьшаются затраты коксового газа на коксование и, как следствие, уменьшаются выбросы продуктов горения в атмосферу.

Существующие ныне методы не позволяют с достаточной точностью проводить материальные расчеты, поэтому стоит задача разработки новых методов с учетом постоянно изменяющейся сырьевой базы предприятий. Постоянно развивающиеся методы компьютерного контроля и управления получают все большее распространение, но для их внедрения необходимо написание специализированных программ.

Известно, что основной фактор, влияющий на продолжительность коксования и расход газа на проведение данного процесса, определяется теплоемкостью загруженной в камеру шихты. Следует отметить, что теплоемкость шихты в процессе термической переработки величина не постоянная, поскольку происходят фазовые превращения угля сначала в пластический слой и окончательно в кокс. Но, как показали исследования, это далеко не единственный фактор, влияющий на теплоемкость – большой вклад вносит также степень метаморфизма коксуемого угля. В целом для каменного угля характерно уменьшение теплоемкости с увеличением степени структурной организации макромолекул угля.

Таким образом, цель данной работы состоит в создании адекватной математической модели, позволяющей вести расчет теплоемкости загрузки в зависимости от состава шихты и температуры, при которой она находится.

Для этой цели были использованы специализированные программные пакеты, которые позволяют проводить трудоемкие математические расчеты довольно быстро и точно. В работе использованы данные по теплоемкости коксуемых углей (длиннопламенный, газовый, жирный, коксовый, отощенно спекающийся и тощий) в интервале температур от 20° С до 1000° С.

Поскольку затраты тепла на разных стадиях процесса коксования неодинаковые – наибольшее количество тепла необходимо в период, когда шихта находится в пластическом состоянии (характеризуется наибольшей теплоемкостью) и здесь наблюдается экзотермический максимум при температуре 600° С – то нахождение регрессионного уравнения для всего температурного интервала не дало ожидаемых результатов. В этом случае необходимо было прибегнуть к аппроксимации отрезками, которые, как и ожидалось, дали корректный результат. В этом случае весь температурный интервал разбивался на две части: от 20° С до 600° С и от 600° С до 1000° С. Уравнения, с помощью которых проводилась аппроксимация – это полиномы n-ой степени общим видом

$$C(t) = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2 + \dots + a_n \cdot t^n$$

Здесь при описании интервала от 20° С до 600° С достаточно хорошо подходит уравнение четвертой степени, а для интервала от 600° С до 1000° С – уравнение третьей степени.

Таблица

Значения коэффициентов уравнения регрессии для теплоемкости различных марок угля.

Марка угля	Коэффициенты уравнения регрессии								
	Отрезок от 20° С до 600° С					Отрезок от 600° С до 1000° С			
	$a_0$	$a_1$	$a_2 \cdot 10^3$	$a_3 \cdot 10^5$	$a_4 \cdot 10^8$	$a_0 \cdot 10^{-4}$	$a_1$	$a_2$	$a_3 \cdot 10^{-5}$
Д	1142	-1.557	30.1	-9.878	10.261	5.432	-168.5	0.173	-5.793
Г	1014	-0.504	21.0	-7.128	7.692	5.771	-185.6	0.199	-6.969
Ж	1002	3.075	12.2	2.812	-1.390	3.431	-95.61	0.087	-2.398
К	962.6	3.873	18.2	4.301	-2.287	0.412	23.742	-0.066	3.960
ОС	894.2	2.404	-3.470	-0.324	2.024	1.923	-37.89	0.015	0.474
Т	800.12	2.151	-0.234	-1.706	3.747	2.287	-49.57	0.027	0.089

При этом коэффициент корреляции составляет не менее 0.985.

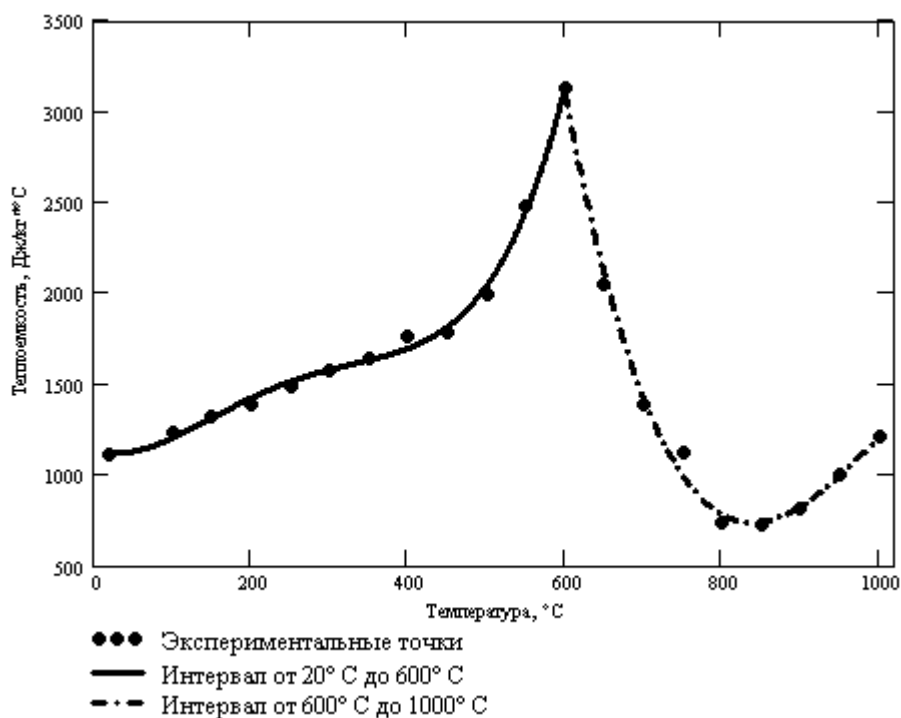


Рисунок – Зависимость теплоемкости газового угля от температуры.

Таким образом, данная математическая модель является лишь частью общей модели изменения физико-химических свойств углей в широком диапазоне температур (от 20° С до 1000° С), которая позволит прогнозировать качество кокса на каждом этапе, а также подбирать оптимальные условия коксования для различных составов шихт, изменяя при этом лишь режим обогрева печей.

## СПОСОБ ФЛОТАЦИИ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ

Н.Н. Степнов, И.А. Аровин, В.И. Саранчук  
 Донецкий национальный технический университет

В шламонакопителях и отстойниках углеобогащительных фабрик и коксохимических заводов Украины накоплено более 150 млн. тонн шламов (илов), которые содержат в своем составе от 65 до 35% угля. Шламы представляют собой смесь воды с мелкоизмельченными частицами угля и породы, размеры которых не превышают 1 мм. Порядка 80 млн. тонн шламов обогатительных фабрик, которые перерабатывали и перерабатывают угли для коксования, должны использоваться как сырье в коксохимии, т.е. иметь зольность не более 8 – 10%. Такого уровня обогащения углей для коксования можно добиться только методом флотации.

Высокие результаты, полученные при флотации шихты Авдеевского коксохимического завода, позволили предположить, что при использовании в качестве флотореагентов УР – 410 и его смесей с ПОД может быть получен флотоконцентрат, удовлетворяющий требованиям коксохимической промышленности. Для проведения исследований по флотуемости шламов в накопителе АКХЗ были отобраны три

пробы в разных концах накопителя. Каждая проба была обогащена в четырех режимах – два только с УР-410 и два со смесью УР – 410 и ПОД. Во всех опытах был получен флотоконцентрат зольностью 10 – 15 %, причем, при использовании только УР – 410 зольность концентрата ниже (10,0 – 11,2%), чем при применении смесей. Добавки ПОД приводят к повышению выхода концентрата, сопровождающемуся некоторым повышением его зольности. Выход отходов при использовании смеси реагентов значительно снижается при одновременном повышении их зольности. Выход концентрата снижается с увеличением зольности исходной пробы и растет с увеличением удельного расхода реагентов. Зольность отходов растет с ростом удельного расхода реагентов и всегда выше при использовании смеси флотореагентов. Степень извлечения угля изменяется от 51,4 до 80,3% при использовании УР – 410 и от 72,1 до 89,5% при использовании смеси. Добавка ПОД ведет к увеличению выхода концентрата и степени извлечения угля, снижению выхода и увеличению зольности отходов. Кроме того, несколько повышается зольность концентрата.

Для более детального исследования процесса флотации хвостов флотации в том же накопителе АКХЗ были отобраны еще 6 проб. Шламы состоят преимущественно из частиц с размерами менее 1 мм.

Из полученных данных следует, что прямая флотация угольных шламов флотореагентом УМ – 410 возможна, однако с довольно высокой зольностью получаемых концентратов. Зольность отходов при этом увеличивается по сравнению с зольностью флотируемых шламов, однако, не превышает значения 64 %. Степень извлечения угля в концентрат для различных образцов изменяется от 45,8 до 67,6 %. Применение в качестве модифицирующих добавок ПАВ 1 и 2 в количестве 10 % от расхода УР – 410 значительно улучшает показатели флотации. Выход концентрата в ряду исследуемых проб составляет 42,9–68,8% при изменении зольности концентрата от 9,9 до 17,8 %. Зольность отходов превышает 70% при значительной до 92 % степени извлечения угля в концентрат. Лучшие результаты получены при применении ПОД.

Полученные данные позволяют сделать вывод о недостаточной степени обогащения хвостов флотации из накопителя АКХЗ при использовании в качестве флотореагента УР – 410. Добавка пенообразователей позволяет повысить степень обогащения шламов, и такой способ флотации со сложным флотореагентом может быть предложен для промышленного использования, однако, он не обеспечивает необходимой зольности концентрата и его внедрение требует строительства отдельного флотационного комплекса.

Для проверки влияния состава шламов на степень обогащения были выполнены исследования на шламах из трех накопителей Макеевского коксохимического завода и из накопителя ГП “Антрацит”.

В результате флотации пяти проб шламов Макеевского КХЗ зольностью от 29,9 до 56,4% флотореагентом УР–410 при расходе флотореагента 1,25кг/т получен концентрат с зольностью от 13,0 до 37,2 %, выход которого изменяется от 17,0 до 36,8 % при степени извлечения угля от 23,52 до 51,23%. Зольность отходов была значительно ниже рекомендуемой (70 %) и изменялась от 39,7 до 60,4 %.

При флотации тех же проб реагентом УР – 410 (1,25 кг/т) в присутствии ПОД (0,1 кг/т) эффективность обогащения возросла, однако удовлетворительные результаты не были получены. Выход концентрата вырос на 6 – 18 %, при немного снизившейся зольности, что привело к увеличению степени извлечения угля на 13 – 28 %.

Проведенные исследования показали, что применение способа прямой флотации шламов из накопителей обогатительных фабрик с использованием в качестве флотореагентов УР – 410 с добавками ПОД и Т-66 не позволяет получать концентрат с

зольностью 8 – 10 %, допустимый как сырье для коксования, но вполне отвечает требованиям к концентратам антрацита, как энергетического топлива. Аналогичные результаты получены при обогащении шламов из накопителя ЦОФ “Дзержинская”, обогащающей угли марки Ж.

Как видно из полученных результатов, эффективность флотации шламов повышается при снижении зольности исходного продукта, что можно достигнуть, смешивая шламы из отстойников с поступающим на обогащение питанием флотации. Для проверки этого предположения и определения оптимальных соотношений исходных материалов была проведена серия испытаний на смесях питания флотации со шламами из отстойников различных предприятий.

Результаты флотации отходов из накопителей обогатительных фабрик Авдеевского КХЗ, Ясиновского КХЗ и Горловского КХЗ с питанием флотации Авдеевского КХЗ подтвердили это предположение. Предварительные опыты показали, что целесообразна добавка до 10% шлама из накопителя без значительного изменения состава концентрата и показателей эффективности флотации.

При флотации угольно – шламовых смесей Авдеевского КХЗ добавка шлама не оказывает существенного влияния на результаты обогащения. Практически не изменяется выход концентрата и незначительно на 1,2 – 1,7% возрастает его зольность. Степень извлечения угля не зависит от величины добавки, а определяется расходом флотореагента, составляя 86,6 – 89,6 % при расходе флотореагента УР – 410 1 кг/т и 92,5 – 93,5 % при расходе флотореагента 2 кг/т. При флотации шлама из накопителя степень извлечения угля в концентрат составила 67,6 и 79,2 % при зольности концентрата 17,2 и 18,5 %.

Аналогичные опыты были проведены с шламами из накопителей ОФ Ясиновского КХЗ. На основании проведенных исследований был разработан и запатентован способ обогащения таких смесей, который используется на ОФ Авдеевского КХЗ. За период с 2002 по 2006 годы переработано более 200 тыс.т. отходов.

## **РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЭМАЛИРОВАНИЯ**

В.В. Тюрне, Л.Л. Брагина  
Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»

В мировом развитии эмалировочной индустрии на современном этапе можно выделить такие стратегические направления: ужесточение требований к экологическим аспектам процесса эмалирования, повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции при улучшении качества и снижении себестоимости изделий. Это обусловило необходимость решения задач энерго- и ресурсозбережения, автоматизации производственных процессов и повышения производительности эмалировочных линий, упрощение и уменьшение количества технологических операций.

Выбор способа нанесения покрытий является наиболее существенным фактором, влияющим на решение этой комплексной проблемы. В настоящее время при производстве изделий бытового назначения: деталей газовых и электрических плит, духовых шкафов и микроволновых печей, холодильников, баков водонагревателей, теплообменников, а также санитарно-технического оборудования и архитектурно-



строительных элементов получает все большее распространение технология порошкового электростатического эмалирования. К основным преимуществам этой технологии по сравнению не только с традиционными способами нанесения, но и с электрофоретическим и электростатическим шликерным напылением относятся: возможность получения, (в том числе по технологии 2 слоя /1обжиг), бездефектных покрытий равномерной толщины при полной автоматизации производственных процессов, снижение на 30 – 40 % энергозатрат за счет исключения операции сушки и потерь эмали с 40% при шликерном до 2-5 % при порошковом нанесении, исключение необходимой очистки сточных вод, упрощение подготовки поверхности.

Именно комплексом вышеперечисленных факторов обусловлена важность и целесообразность применения этой технологии на украинских эмалировочных предприятиях.

Кроме того, к преимуществам технологии порошковой электростатики (PUESTA) относятся возможность простого и быстрого перехода от одного вида изделий к другим (от деталей плоской формы до тел вращения) и наименьший риск в отношении проявления дефектов в покрытиях, связанных с выделением газовой фазы в процессе формирования эмалевого слоя на деталях из малоуглеродистой стали отечественного производства.

Для нанесения покрытий в электростатическом поле высокого напряжения необходимо, чтобы частички эмали имели собственное удельное электросопротивление  $10^{10}$ - $10^{12}$  Ом·м, при их гранулометрическом составе в пределах 10-80 мкм, а также обладать необходимыми текучими свойствам, но поскольку значения удельного сопротивления эмалевых фритт обычно не больше  $10^7$ - $10^8$  Ом·м, то при их помоле одновременно происходит обволакивание зерен эмали органическими гидрофобными жидкостями (ГКЖ), у которых сопротивление составляет  $\rho = 10^{13}$ - $10^{14}$  Ом·м. Следует отметить, что удельное сопротивление покровной эмали должно быть выше, чем у грунта, т. к. адгезии ее частиц препятствует уже имеющийся на металлической поверхности изолирующий слой. Эти пленки также повышают текучесть готовых порошков и предотвращают их увлажнение при длительном хранении. Обычно в качестве ГКЖ используют хлорсиланы, алкил силикаты и др. В Украине используют ГКР141-46 и ГКР136-157М.

Физические основы метода электростатического нанесения покрытий заключаются в следующем (рис. 1). Частицы эмали, диспергированные воздушным потоком и принимающие отрицательный заряд в силу наличия отрицательных ионов в объеме (продукт коронного разряда), под действием аэродинамических  $F_p$  и электростатических  $F_e$  сил направляются к поверхности детали (анод). Этим силам противодействуют сила сопротивления среды  $F_s$  и сила тяжести  $F_g$  (рис.1). Электростатическая сила  $F_e$ , действующая в электрическом поле напряженностью  $E$  на заряженную частицу с зарядом  $Q$ , равна:  $F_e=Q \cdot E$  и по величине в несколько раз больше силы тяжести  $F_g$ , действующей на ту же частицу. Электростатическая сила  $F_e$

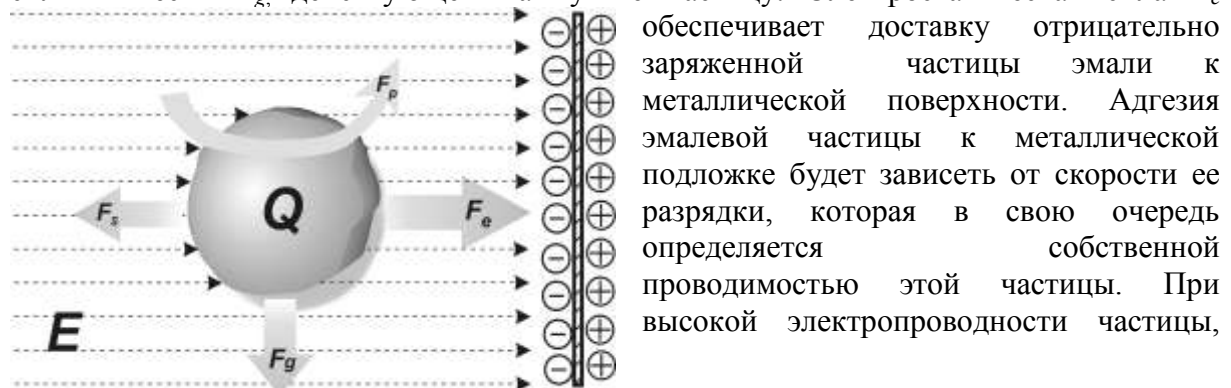


Рис. 1 - Физические основы метода электростатического нанесения

осевшей на металлический электрод, заряд быстро стекает с нее, в результате чего она может быть легко сметена с электрода (стального изделия) под воздействием аэродинамических сил  $F_p$ , или упасть вниз под действием силы тяжести  $F_g$ . Частицы стеклофритты с высоким сопротивлением находятся на аноде (изделии) более продолжительное время. Чем выше сопротивление частиц, тем больше плотность многослойного покрытия, которое образуется в процессе нанесения эмалевых порошков. Вследствие постоянного давления вновь оседающих частиц под действием газового потока на ранее осевшие и теряющие свой заряд частицы слой эмалевого порошка на изделии представляет собой очень компактное плотное покрытие. Равномерность толщины нанесенного покрытия является следствием эффекта самовыравнивания слоя благодаря более сильному притяжению заряженных частиц на участках с меньшей толщиной.

В связи с развитием в Украине производства бытовой нагревательной аппаратуры, в изготовлении которой используется эмалированные детали с однослойным покрытием, актуальным является разработка специальных составов безгрунтовых стеклофритт с комплексом свойств, необходимых для получения качественного защитного покрытия. Информация об эмалях, которые бы являлись одновременно и грунтами и безгрунтовыми, т.е. двойного назначения, вообще отсутствует. В связи с этим актуальным является разработка таких эмалей, а также установление оптимальных эксплуатационных свойств таких покрытий для последующего применения их на автоматизированной линии электростатического порошкового нанесения, выполненной кафедрой технологии керамики, огнеупоров, стекла и эмалей. Учитывая все требования, предъявляемые как к фриттам, так и к покрытиям при однослойном эмалировании, была разработана безгрунтовая стеклоэмаль ДФ-37, сплавленная в производственных условиях на ОАО "Новомосковский трубный завод", которая была успешно внедрена на ОАО "ГСКТИ".

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НИЗКОСОРТНЫХ УГЛЕЙ ПО ДАННЫМ ДЕРИВАТОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В.В. Шмакова, В.Ф.Горюшкин, А.В. Логвинов  
Донецкий национальный технический университет

Проблема рационального использования низкосортных углей может быть решена за счёт их более широкого привлечения в процессе коксования. Однако, для этого необходимо решить проблему их взаимодействия в угольных смесях, в частности, установить стадии термической деструкции органических веществ угля по данным выделения индивидуальных газов. Путём обработки данных термогравиметрии и дифференциального термического анализа с использованием производных высокого порядка можно установить температурную область изменения мгновенных значений концентраций реагирующих веществ и изменения кривой суммарных тепловых эффектов.

Установлено изменение концентрации реагирующих веществ угле разной степени метаморфизма и восстановленности. Установлена взаимосвязь максимального содержания реагирующих веществ при температурах 460 и 490°C с толщиной пластического слоя и изменение этих характеристик низкосортных углей в ряду метаморфизма.

Информация о температурных интервалах стадий термической деструкции органических веществ угля позволила приступить к изучению взаимодействия компонентов угольных шихт различной степени метаморфизма.

Органическая масса углей (ОМУ) содержит функциональные группы и связи различной степени устойчивости. При нагревании угля в инертной среде эти группы и связи видоизменяются в широком температурном интервале с выделением летучих веществ. Выделить и определить кинетические параметры стадий процесса деструкции ОМУ существующими методами не представляется возможным.

Авторами получены уравнения для определения мгновенных значений кинетических параметров суммарного процесса термической деструкции с использованием производных высокого порядка. Одним из важнейших параметров термической деструкции является содержание реагирующих веществ, выраженное через долю реагирующего вещества:

$$C_i = (\lambda_{\infty} - \lambda_i) / \lambda_{\infty} ,$$

где  $\lambda_{\infty}$  - предельная потеря массы;  $\lambda_i$  - масса летучих веществ, выделившихся к данному моменту времени.

Используя специальные вычислительные процедуры ЭВМ, удалось по данным дериватографических исследований, проведенных на дериватографе Q-1500, установить изменение содержания реагирующих веществ отдельных стадий превращения органической массы угля. Установленные интервалы стадий превращения веществ угля согласуются с интервалами и температурами максимумов выделения индивидуальных газов и изменением суммарных тепловых эффектов термических процессов.

Характеристика углей, использованных для дериватографических исследований и обработки результатов, приведена в таблице 1.

Таблица 1

Марка угля	Технический анализ, %			Пластометрия, мм	
	W <sup>a</sup>	A <sup>d</sup>	V <sup>daf</sup>	X	Y
Г	1,28	8,2	41,7	30	12
К	1,20	8,0	25,0	15	20
ОС	0,78	8,4	14,9	0	6

Исследование процессов взаимодействия компонентов органической массы углей проводили в инертной среде при средней скорости нагрева 5 град/мин. В таблице 2 приведено изменение максимального содержания реагирующих веществ для отдельных стадий термической деструкции углей и бинарных смесей в соотношении 1:1.

Таблица 2

Температура максимума, °С	Максимальное содержание реагирующих веществ (%) для углей и их смесей							
	Г	ОС	Г+К	Г+К*	Г+ОС	Г+ОС*	К+ОС	К+ОС*

295	0,481	0	0,672	0,67	-	0,24	0,12	0,43
320	1,41	0	0,388	0,70	0,542	0,705	0,481	-
340	1,44	-	0,488	-	-	-	-	-
355	0,90	0,165	3,88	0,704	0,301	0,530	0,120	0,336
385	3,79	0,243	1,94	2,231	1,384	2,017	0,301	0,458
420	4,33	0,8127	10,3	2,672	5,716	2,571	1,564	1,003
460	6,59	2,04	8,06	5,35	3,129	4,314	2,226	3,071
480	4,90	9,07	10,672	5,66	1,986	6,985	4,09	7,745
515	4,043	6,116	6,72	2,522	1,701	5,079	11,55	3,588
540	5,26	4,612	9,851	2,839	1,400	4,593	2,106	2,172
570	0,81	2,78	0,896	0,8305	1,203	1,795	2,407	1,816
605	2,53	1,75	1,642	1,526	0,722	2,09	-	1,086

Полученные данные для смеси низкосортных углей Г и ОС дают основание считать, что в случае смеси слабо и высокометаморфизованных углей наблюдается нарушение аддитивности взаимодействия групп, приводящее к понижению содержания реагирующих веществ в области температур 460-540°C, т.е. на стадии перехода из жидкоподвижного состояния в полукоксы.

Для смеси углей К и ОС максимум содержания реагирующих веществ меньше расчетных значений исходных компонентов. Практически от температуры перехода в жидкоподвижное состояние (385 – 420°C) до температуры максимума (515°C) наблюдается некоторое превалирование экспериментальных значений содержания реагирующих веществ для смесей над расчетными значениями. Для углей марок Г и К содержание реагирующих веществ выше расчетных значений.

Таким образом, авторами предложен новый показатель расчёта оптимального состава угольных шихт для коксования с использованием слабоспекающихся марок без ухудшения качества кокса.

## **ИК – СПЕКТРАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ НА СОСТАВ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ**

К.Ю. Скопин, О.В. Хазипов, В.И. Саранчук  
Донецкий национальный технический университет

В силу ограниченного количества коксующихся углей на коксохимических заводах Украины в настоящее время существует тенденция к увеличению в шихте для коксования доли слабоспекающихся и неспекающихся марок углей. Это в свою очередь оказывает влияние на качество кокса, а также состав газообразных и жидких продуктов коксования. Таким образом, появляется необходимость изучения влияния состава шихты на состав каменноугольных смол с целью оценить экологический эффект использования более доступного сырья. Основная задача исследования - изучить влияние состава шихты на состав образующейся каменноугольной смолы.

Для решения этой задачи были использованы смолы, полученные на коксохимических заводах Украины. В табл. 1 приведен состав шихт, из которых получены исследуемые смолы.

Таблица 1-Марочный состав угольных шихт, используемых для коксования на рассмотренных предприятиях.

Коксохимический	Марочный состав шихты, %
-----------------	--------------------------

завод, цех, батареи, использующие данную шихту	Г	ГЖ	Ж	К	КС+ОС	СС	ОС
АКХЗ (1) улавливание №2; к.ц. 3, 4; батареи 7, 8, 9	16	21	22	25	6	6	4
АКХЗ (2) улавливание №1,2; батареи 5,6	5	25	25	35	–	10	–
ЯКХЗ бат. №5	32	–	28	40	–	–	–
МКХЗ	42	–	32	26	–	–	–
ДКХЗ	34	–	34	32	–	–	–

В результате проведенных исследований было изучено фракционный и качественный состав каменноугольных смол. Фракционный состав смол изучали по следующей методике. Сначала из смолы удаляли основную массу воды, для этого смолу сушили при 75 °С в течение 8-12 ч. После сушки в смоле оставалось 3-5% воды. Подсушенную смолу помещали в колбу для разгонки, а затем нагревали ее на глицериновой бане до температуры 200 °С. При этом из смолы отгонялась вода, легкая и фенольная фракции. Отделение легкой и фенольной фракции от воды производили путем отстаивания смеси в делительной воронке. Из остатка смолы с  $t_{кип} > 200$  °С отгоняли фракции выкипающие в температурном интервале 200-235; 235-300, 300-360 °С.

В табл. 2 приведен количественный выход фракций, отгоняемых из исследуемых смол в определенном температурном интервале. Выход легкой и фенольной фракции (90-200 °С) больше для смол, полученных из шихт которые содержат повышенное количество углей марок Г и ГЖ. Существенное отличие в выходе фракций из исследуемых смол наблюдается для нафталиновой фракции (200-235 °С). Наибольшее её количество отгоняется из смолы Макеевского КХЗ, полученной из шихты, содержащей наибольшее количество угля марки "Г" и наименьшее количество угля марки "К". Однако из этой смолы отгоняется наименьшее количество поглотительной фракции (235-300 °С). Выход антраценовой фракции (300-360 °С) практически одинаков из всех исследуемых смол.

Таблица.2 - Фракционный состав исследуемых смол

Смола коксования, завод	Выход фракций, %				
	90-200 °С	200-235 °С	235-300 °С	300-360 °С	>360 °С
Смола Авдеевского КХЗ (1), улавливание №2	2,7	9,7	12,5	16,5	58,6
Смола Авдеевского КХЗ (2), улавливание №1	2,4	7,0	13,0	17,0	60,6
Смола Ясиновского КХЗ	2,2	7,6	14,0	17,5	58,7
Смола Донецкого КХЗ	2,3	8,7	13,5	17,4	58,1
Смола Макеевского КХЗ	2,9	11,0	11,5	16,5	58,1

Качественный состав исследуемых смол (с  $t_{кип} > 200$  °С) и полученных из их фракций изучали с помощью ИК - спектроскопии. ИК - спектры смол снимали на спектрометре "Specord 751R" в виде тонких капиллярных пленок, полученных раздавливанием исследуемой жидкости между двумя пластинами КВг.

Интерпретация ИК - спектров проведена с использованием корреляционных таблиц, составленных при изучении индивидуальных химических соединений. Для всех исследуемых смол характерна значительная ароматичность, которой

соответствуют интенсивные полосы поглощения при  $3040\text{ см}^{-1}$  (валентные колебания ароматической СН - связи), в области  $1600\text{ см}^{-1}$  (валентные плоскостные колебания двойной связи С=C), а также при  $1500\text{ см}^{-1}$  (характеристическая полоса бензольного кольца). В спектрах исследуемых смол интенсивность полосы при  $1500\text{ см}^{-1}$  ниже, чем интенсивность полосы поглощения при  $1600\text{ см}^{-1}$ . Это обусловлено увеличением доли сопряжения двойных С=C связей а также высокой степенью конденсированности ароматических систем.

Основное отличие между ИК - спектрами смол наблюдается в различной интенсивности полос поглощения. Это дает основания сравнивать спектры исследуемых смол по отношению оптической плотности полос поглощения при разных значениях длины волны. Для характеристики степени ароматичности исследуемых смол использован спектральный параметр  $\eta$ , который определяется отношением оптических плотностей полос поглощения в области валентных колебаний связи С-Н:  $3040\text{ см}^{-1}$  - для ароматического и  $2920\text{ см}^{-1}$  – для алифатического водорода. Расчетные значения  $\eta$  приведены ниже

Исследуемая смола	АКХЗ(1)	АКХЗ(2)	ЯКХЗ	ДКХЗ	МКХЗ
$\eta = D_{3010}/D_{2920}$	2,0	2,17	2,10	2,39	1,70

Приведенные данные показывают, что смолы, полученные из шихт с повышенным содержанием углей марок Г и ГЖ, имеют меньший показатель ароматичности. Повышенная интенсивность поглощения при  $2939\text{ см}^{-1}$  в спектрах этих смол указывает на присутствие в них большего количества алифатических или ациклических структур. С одной стороны использование слабоспекающихся марок углей приведёт к снижению загрязнения окружающей среды за счет уменьшения содержания ароматических соединений в каменноугольной смоле. С другой стороны, увеличение количества фенольной фракции приведет к увеличению объема сточных вод.

## **ЗАДАЧИ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКИ СУХОГО ТУШЕНИЯ КОКСА**

А.В. Голубев, Д.А. Коваленко, А.Ф.Гребенюк  
Донецкий национальный технический университет

Сухое тушение кокса занимает важное место среди энергосберегающих и природоохранных технологий, получивших применение в индустриально развитых странах. Оно обеспечивает рекуперацию около 35-40% тепла, затрачиваемого на коксование угля, для производства пара давления 3,5-4,0 МПа в количестве 0,5 т на 1 т кокса.

Важным эффектом сухого тушения кокса является также возможность снижения выбросов в атмосферу вредных газов и паров по сравнению с мокрым тушением.

Вместе с тем опыт эксплуатации современных установок сухого тушения кокса на некоторых заводах показал, что из-за сложности герметизации узлов загрузки и выгрузки кокса угар его достигает 1-1,5% и более, следствием чего является снижением эффективности процесса и увеличение выбросов газов и пыли в атмосферу.

Поэтому в ряде стран ведутся активные поиски путей совершенствования технологии сухого тушения кокса с целью снижения капитальных эксплуатационных затрат, улучшение экологической обстановки в промышленных центрах.

В зависимости от теплового режима процессы, разработанные в разное время установки сухого тушения кокса можно разделить на две группы:

- установки, в которых охлаждение кокса осуществляется неподвижным слоем при нестационарном тепловом режиме;
- установки с движущимся слоем кокса при установившемся режиме охлаждения.

Важным преимуществом установок первого типа является отсутствие повторной перегрузки горячего кокса после выдачи из печей, т.к. охлаждение его осуществляется в камерах (контейнерах), в которые он поступает непосредственно из коксовых камер.

Однако из-за сложности подключения контейнеров к тракту газового теплоносителя и нестабильности параметров получаемого пара установки этого типа уступили место на современных предприятиях установкам с движущимся слоем кокса. Недостатком последних является необходимость транспортирования раскаленного кокса в специальных ковшах (кузовах) на большие расстояния и повторной перегрузке в камеру тушения, что связано с дополнительным угаром кокса, значительными выделениями газа в атмосферу, ухудшением условий труда.

Одним из путей сокращения вредных выбросов в атмосферу при выдаче и тушении кокса является разработанный американской фирмой «Kress Corp» способ, по которому выдачи кокса из печей производятся в стальной контейнер, имеющий форму и размеры камеры коксования и плотно прижимаемый к ее головке. Герметично закрытый контейнер транспортируется затем к тушильной станции где орошается водой в течение 2-3 часов, после чего перемещается к рампе для выдачи кокса.

Основными преимуществами такой системы выдачи и охлаждения кокса являются отсутствие вредных выбросов в атмосферу, улучшение структуры и прочности кокса благодаря мягкому режиму охлаждения и сокращению числа перегрузок. Недостатком такой системы является полная потеря физического тепла кокса.

Оригинальное решение проблем сухого тушения кокса предложено М.Л.Волнянским применительно к печам непрерывного действия. Согласно этому

изобретению каждая коксовая печь снабжена с одной стороны загрузочной форкамерой, а с другой охлаждающей камерой для кокса образованной из чугунных плит с каналами для циркуляции воды.

Угольная шихта подается скребковым конвейером в каждую форкамеру, из которых она проталкивается периодически с помощью пневматических толкателей в камеры коксования на длину хода поршней. При этом происходят перемещения всей коксуемой массы и выгрузка соответствующего количества охлажденного кокса в приемный бункер.

Несмотря на ряд достоинств, эта система не получила практического применения из-за нерешенных проблем непрерывной загрузки и проталкивания угольной шихты в камеры коксования.

В настоящее время широкое применение в коксовом производстве получили установки сухого тушения с движущимся слоем кокса, наиболее совершенным представителем которых является УСТК системы Гипрококса. Циркулирующий газ с температурой 180-200<sup>0</sup>С подается дымососом в распределительные каналы конусной части камеры тушения. Пройдя слой кокса высотой 5-6 м, газ нагревается до 700-800<sup>0</sup>С и поступает в котел-утилизатор. Выгрузка охлажденного кокса производится порциями 1,3-1,6 т. с помощью загрузочного устройства, работающего автоматически с частотой 1-1,5 мин<sup>-1</sup>.

Достоинством УСТК Гипрококса является высокая стабильность параметров получаемого в котле пара. Вместе с тем в процессе эксплуатации обнаружились и существенные недостатки этих установок, а именно:

- большой унос коксовой пыли и, как следствие, интенсивный эрозионный износ труб котла и циклонов;
- большое гидравлическое сопротивление системы (4500-500 Па) и большой расход электроэнергии на циркуляцию газов;
- громоздкость загрузочного и разгрузочного устройств и трудность герметизации их.

Возможный путь совершенствования УСТК бункерного типа наметила фирма «Карл Стил», которая разработала тушильную камеру квадратного сечения, разделенную на отдельные прямоугольные шахты плоскими перегородками, по которым проходит охлаждающая вода, и снабженную в верхней части дополнительными радиационными поверхностями. Такая конструкция позволяет сократить количество рециркулирующих газов и частично устранить указанные недостатки.

Известны также разработки некоторых фирм, по которым охлаждение кокса производится в две ступени. В верхней части камеры охлаждение кокса до 600-650<sup>0</sup>С производится инертными газами, циркулирующими через котел-утилизатор, а в нижней - газами, используемыми для тушения и термической подготовки шихты.

Однако проблемы герметизации камеры равномерного распределения потоков газа и кокса по сечению камеры не получили до настоящего времени эффективного решения и поэтому дальнейшие поиски в этих направлениях являются актуальной задачей.



## **РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ЦЕМЕНТНО-СЫРЬЕВЫХ ШЛАМОВ НА ОСНОВЕ ПАЛЕОГЕНОВЫХ ГЛИН БАЛАКЛЕЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

К.Н. Фирсов, Г.В.Лисачук, Е.Ю.Федоренко

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

В связи с ростом объемов жилищного и промышленного строительства возрастает потребность в вяжущих материалах. Увеличение выпуска цемента может быть достигнуто не только увеличением производственных мощностей, но и интенсификацией технологических процессов. При этом на первый план выходят такие понятия как экономия сырьевых и энергоресурсов, конкурентоспособность и экологическая безопасность производства.

С увеличением тоннажности производства и расширением сырьевой базы возрастает число компонентов шихты за счет использования различных видов местного глинистого сырья. Особо следует отметить тот факт, что при мокром способе производства, используемом на предприятии ОАО «Балцем», рациональный сырьевой состав должен обеспечивать получение шлама с минимальной влажностью при высокой текучести и максимальном содержании твердой фазы, что позволит минимизировать энергетические расходы на получение клинкера. Использование шламов с влажностью в пределах 45-50 % является основной причиной высокой энергоемкости производства цемента по мокрому способу. Снижение влажности шламов позволит не только снизить тепловые затраты на испарение влаги, но и повысить производительность вращающейся печи.

Данная работа посвящена актуальному вопросу привлечения в производство цемента новых видов глинистого сырья – палеогеновых (зеленых) глин – при полной или частичной замене ими в составе сырьевого шлама применяемых в настоящее время бурых глин. Задачей исследования является поиск поверхностно-активных добавок, позволяющих улучшить реологические характеристики сырьевого шлама, при одновременном снижении его влажности, что позволит экономно расходовать энергоресурсы и получать качественный цементный клинкер.

Получение сырьевого глинистого шлама с уменьшенной влажностью достигается введением разжижающих добавок, исследования механизмов действия которых, освещаемые в специальной литературе, неоднозначно отвечают на вопрос о принципах подбора разжижителя для цементных шламов, содержащих полиминеральные глины. Имеющиеся сведения о применении тех или иных добавок, разжижающих шламы, немногочисленны; выводы и рекомендации опубликованных работ нередко носят частный, порой противоречивый характер. Приведенные данные не дают возможности однозначно прогнозировать поведение дисперсных систем, сложных по химическому, минералогическому и солевому составу, при использовании многофункциональных полиэлектролитов и ПАВ.

Объектом исследований стали глины бурая и зеленая (палеогеновая) Балаклейского месторождения. Возможность получения шлама с пониженной влажностью при сохранении высокой текучести определяется, в первую очередь, минералогическим составом и физико-химическими свойствами глинистых материалов: дисперсностью, засоленностью, составом адсорбционного комплекса, активной щелочностью и т. д. Для всех образцов глинистого сырья проводились основные керамические

определения: остаток на сите 0056, набухаемость глин и бентонитовое число, удельная поверхность глинистого сырья. Исследование удельной поверхности глин показали, что зеленые палеогеновые глины являются более грубыми по сравнению с бурыми тонкодисперсными глинами.

Представленные для исследования зеленые палеогеновые глины в виде шести проб, отражающих разновидности глинистых образований, были изучены методами рентгенофазового, дифференциально-термического и петрографического анализа.

Основным отличием минералогического состава исследуемых глин является присутствие цеолитов и клинохлоритов, которые и определяют их повышенную влагопотребность. Кроме того, присутствие в составе глинистого сырья минералов монтмориллонитовой, цеолитовой, хлоритовой групп может оказывать отрицательное воздействие на реологические свойства и стабильность сырьевой суспензии.

Содержание водорастворимых солей в водной вытяжке проб глин определяли методами химического анализа, включающими комплексонометрический и спектрофотометрический методы. Проведенными исследованиями установлено, что водные вытяжки глин содержат значительные количества катионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , анионов  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , причем в зеленых глинах их количество намного выше, чем в бурой. Это предполагает более сложный механизм разжижения, из чего следует, что для снижения их водопотребности и эффективного разжижения необходимо действие комплексных разжижителей (как катионактивных, так и анионактивных).

В ходе лабораторных исследований определялись основные физико-химические свойства глинистых суспензий: влажность, текучесть, загустеваемость, растекаемость. Оптимальные концентрации электролитов устанавливали экспериментально построением кривых разжижения. Исследовано действие на глинистые суспензии добавок таких веществ:

- электролитов неорганического происхождения: соды, жидкого стекла, триполифосфата натрия, натрия пироксернистокислого; мочевины, адипиновой кислоты;
- органических ПАВ: отходов различных производств – лигносульфонатов (ЛСТ), фосфатидного концентрата подсолнечного масла (ФКПМ), концентрированного раствора соапсточного мыла (КРСМ), таннина, а также технических продуктов - метакрилата натрия и амирола.

Сравнительный анализ действия указанных добавок на глинистые суспензии показал неэффективность использования щелочных электролитов, поскольку они в лучшем случае не изменяют текучесть суспензий, а в худшем – приводят к их загустеванию. Это объясняется повышенным содержанием в глинистом сырье ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , которые делают малоэффективным введение в качестве разжижающей добавки соединения одновалентных металлов (триполифосфата натрия, соды, жидкого стекла и др.).

Исследования разжижения зеленых палеогеновых глин и шламов на их основе позволило рекомендовать, как наиболее эффективные добавки соединения с длинной молекулярной цепью (лигносульфонат и метакрилат натрия) и циклические органические соединения (таннин) в концентрации, соответствующей условиям образования мономолекулярного адсорбционного слоя ПАВ. Оптимальная концентрация разжижающих добавок при влажности шлама 40 % составляет: ЛСТ - 0,04 % , метакрилата натрия – 0,02 % , таннина - 0,025 %

Расчеты показывают, что снижение влажности шлама с 45 до 40 %, за счет использования разжижающих добавок, уменьшает удельный расход воды с 0,807 до 0,667 на 1 кг сухого сырья (или на 17,3 %) При этом повышается производительность вращающихся печей на 6 - 7 %, а расход топлива уменьшается на 5 - 6 %.

## ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ ЗА ОСНОВНИМИ ПОКАЗНИКАМИ РОДЮЧОСТІ

Б.М. Врублевська, Я. І. Костик, М. В. Євсєєва  
Вінницький національний технічний університет

У сучасних умовах, коли в Україні проводиться реформування сільськогосподарського виробництва, визначається інтегрований потенціал якості ґрунтів, їх вартість, розмір оподаткування, йде розробка рекомендацій щодо раціонального використання хіміко-техногенних ресурсів, дослідження еколого-агрохімічного стану ґрунтів та оцінка їх якості є актуальним та необхідним.

Метою даної роботи було проведення еколого-агрохімічного обстеження стану ґрунтів сільськогосподарського підприємства с. Леонівка Крижопільського району Вінницької області та обґрунтування заходів щодо його поліпшення.

Для цього восени 2004 року на території даного господарства було проведено 30 прикопок на глибині орного шару (0-30 см) трьох найбільш поширених типів ґрунтів і відібрано 15 змішаних зразків, які використано для дослідження вмісту гумусу методом Тюріна (ГОСТ 26213 – 91), легкогідролізованого азоту методом Корнфільда, рухомих сполук фосфору та обмінного калію методом Чірікова (ГОСТ 26204 – 91) та рН сольової витяжки потенціометричним методом (ГОСТ 26483 – 85). Здійснено порівняльний аналіз отриманих результатів з матеріалами звіту широкомасштабного обстеження стану ґрунтів цього ж господарства, яке виконано Вінницьким філіалом Українського науково-дослідного інституту землеустрою двічі: у 1959 та 1989 роках.

В таблиці 1 наведено динаміку вмісту гумусу, рухомих сполук азоту, фосфору і калію в орному шарі (0-30 см) основних типів ґрунтів господарства за період з 1959 по 2004 роки. Як видно із таблиці 1, вміст гумусу в орному шарі різних типів ґрунтів даного господарства помітно зменшився за останні 45 років і станом на 2004 рік склав 3,19 %, що свідчить про середню забезпеченість ґрунту гумусом. За період з 1959 по 2004 рік втрати гумусу за рік по обстежених ґрунтах господарства склали в середньому 765,0 кг / га. Найбільше падіння вмісту гумусу характерне для більш вразливих до дії природних і антропогенних факторів ґрунтів типу чорноземів сильнореградованих пилувато-важкосуглинистих, які поширені на 16 % території угідь господарства. За шкалою якісної оцінки ґрунтів в залежності від вмісту гумусу в орному шарі, обстежені угіддя господарства мають бал родючості рівний 50.

Із наведених даних випливає, що вміст легкогідролізованого азоту в обстежених ґрунтах з 1959 по 1989 р. зріс приблизно в 3 рази, що пояснюється інтенсивним внесенням азотних добрив в період активного колгоспного господарювання. Проте, за останні 15 років вміст азоту знизився в середньому на 2-3 мг/100 г ґрунту, що спричинено зміною форми господарювання, реформуванням сільськогосподарських земель, а також важким економічним становищем у сільському господарстві, порушенням агротехнічних сівозмін, зростанням цін на мінеральні добрива. В цілому, обстежені ґрунти мають низьку забезпеченість легкогідролізованим азотом.

Аналогічна ситуація спостерігається і з вмістом рухомого фосфору в обстежених ґрунтах. Якщо в період з 1959 по 1989 р. його вміст помітно зріс в середньому в 1,5-2 рази, то за останні 15 років навпаки зменшився в середньому в 1,3 рази. Вміст рухомого фосфору станом на 2004 р. склав в середньому 6,1 мг / 100 г ґрунту, що свідчить про середню забезпеченість ґрунтів рухомими сполуками фосфору.

Вміст обмінного калію в ґрунтах даного сільськогосподарського підприємства з 1959 по 1989 р. зменшився приблизно вдвічі, проте за останні 15 років спостерігається його зростання, а в цілому обстежені ґрунти мають підвищений рівень обмінного калію.

Таблиця 1 – Динаміка вмісту гумусу та поживних речовин за період 1959-2004 рр.

Основні показники родючості		Роки		
		1959	1989	2004
Вміст гумусу, %		4,14	3,50	3,19
Рухомі форми, мг / 100 г ґрунту	Азоту	4,0	12,8	10,1
	Фосфору	3,9	7,9	6,1
	Калію	14,0	7,2	10,5
рН сольової витяжки		5,9	7,0	6,5

Обстежені сільськогосподарські угіддя господарства мають приблизно слабокислий або нейтральний стан середовища (рН = 5,9-7,0), але за останні 15 років величина сольової кислотності (рН) обстежених ґрунтів дещо зменшилась, що свідчить про незначні процеси закислення. В цілому обстежені ґрунти господарства не потребують вапнування, оскільки рівень рН сольової витяжки в них близький до нейтрального.

Як видно із наведених експериментальних даних (таблиця 1) у ґрунтах даного господарства спостерігається негативний баланс основних поживних речовин, що обумовлює швидке прогресуюче падіння ґрунтової родючості.

Таким чином, проведена робота показує, що в даному господарстві проходить агрохімічна деградація ґрунтів, тобто прискорене збіднення ґрунтів на вміст елементів родючості, погіршення реакції ґрунтового середовища, гумусового стану ґрунтів і поживного режиму.

На основі аналізу літературних джерел та отриманих експериментальних даних для підвищення природної родючості обстежених ґрунтів та зупинення деградаційних процесів запропоновано: різко збільшити норми внесення органічних добрив та зменшити інтенсивність обробітку ґрунту; проводити безполицевий обробіток ґрунту, що сприятиме підвищенню коефіцієнта гуміфікації органічних добрив і решток; як органічне добриво слід використовувати нетоварну частину врожаю, а також сидеральні культури; застосовувати науково-обґрунтовані сівозміни з обов'язковим висіванням багаторічних трав; норми внесення мінеральних добрив обов'язково приводити у відповідність з нормами органічних добрив, щоб вони відповідали співвідношенню 1:5 т / кг діючої речовини. Крім того, актуальним в наш час є популяризація основ наукового природокористування і здобуття екологічних та агрохімічних знань широкими верствами населення України.

Впровадження таких заходів і профілактичних рекомендацій дозволить зупинити процеси деградації, зберегти оптимальні властивості кореневмісного шару, підвищити родючість ґрунтів і врожайність вирощуваних культур, буде сприяти формуванню екологічно стійких агроландшафтів та виробництву екологічно чистої сільськогосподарської продукції.

## УСТАНОВЛЕНИЕ СТАДИЙ И КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ И ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПО ДАННЫМ ТЕРМОГРАВИМЕТРИИ И ДТА

В.В. Шмакова, В.Ф. Горюшкин  
Донецкий национальный технический университет

Точное установление стадий процесса термической деструкции углеродсодержащего сырья открывает более рациональные пути его переработки и использования, что позволяет создать новые безотходные, экологически чистые технологии и значительно улучшить качество готовой продукции.

Определение кинетических параметров стадий термической деструкции возможно только при наличии значительных температурных интервалов точности определения концентрации веществ.

Используя уравнения теплопередачи от стенок тигля к эталону и образцу с учетом тепловых эффектов превращения на единицу выделившегося вещества, последовательно выделяя константы уравнения реакции и дифференцируя их, получаем выражение для определения тепловых эффектов превращения

$$\dot{\delta} = \pm \left( \frac{q_0 \lambda}{C_0 V_0 \rho_0} \right) \cdot \left( \frac{K_0 F_0}{C_0 V_0 \rho_0} \right) \cdot (1-b) \cdot t_{\Delta} - \delta \quad (1)$$

где  $\delta = t_0 - t_3$  – разность температур образца и эталона;

$q_r, \lambda, \rho_0, C_0, V_0, F_0, K_0$  – тепловой эффект превращения на единицу выделившегося вещества, выход летучих веществ, плотность, теплоемкость, объем, поверхность соприкосновения и коэффициент теплопередачи вещества соответственно.

$$C_{\text{Э}} = C_0 \gamma_C; \quad \rho_{\text{Э}} = \rho_0 \gamma_P; \quad F_{\text{Э}} = F_0 \gamma_F; \quad K_{\text{Э}} = K_0 \gamma_K; \quad V_{\text{Э}} = V_0 \gamma_V$$

Тогда имеем:

$$b = \frac{\gamma_K \gamma_F}{\gamma_C \gamma_P \gamma_V}$$

$$t_{\Delta} = t_{\text{Э}} - t_3$$

Последовательно выделяя неизвестные константы уравнения (1) и дифференцируя, получаем выражение для определения тепловых эффектов стадий превращения:

$$\pm \frac{g_r}{C_0} = \frac{\left( \left( \frac{P - \lambda_i}{\lambda} \right) \cdot (f - W) - 1 \right) \cdot \dot{\delta}}{1 - W}, \quad (2)$$

где  $P$  – навеска,

$$f = \frac{\ddot{\delta}}{\dot{\delta}}, \quad W = \frac{\left( \dot{\delta} + b \cdot t_{\Delta} \right)}{(\delta + (b-1) \cdot t_{\Delta})}, \quad l = \frac{\ddot{\lambda}}{\dot{\lambda}}.$$

При постоянной скорости нагревания и постоянных характеристиках эталона разность температур между поверхностью блока и центром загрузки эталона можно считать постоянной, т.е.  $t_{\Delta} = \text{const}$ .

Далее, используя метод итераций, найдем положение нулевой линии:

$$\frac{P - \lambda_i}{\dot{\lambda}_i} \left[ f(\delta_i + \Delta_i - \dot{\delta}_i) \right] - (\delta_i + \Delta_i) = \frac{g_r}{C_0 \dot{\delta}_i} \left[ l(\delta_i + \Delta_i) - \dot{\delta}_i \right], \quad (3)$$

где  $\Delta_i$  - отклонение нулевой линии.

И преобразовав, найдем:

$$\Delta_i = \frac{(P - \lambda_i) \dot{\delta} - \frac{g_r \lambda_i}{C_0}}{-\frac{g_r \lambda_i l}{C_0 \dot{\delta}_i} + (P - \lambda) * f - \lambda_i} - \delta_i \quad (4)$$

Определение ведут до ошибки не более 4%. В дальнейшем находят следующее значение  $g_r/C_0$  и расчет продолжают тем же методом.

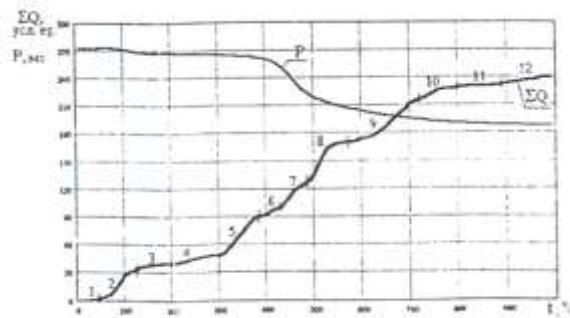


Рис.1 – Кривые ТГ (P) и суммарных тепловых эффектов ( $\Sigma Q$ ) для угля марки Г. От значений кривой ДТА отнимают значения нулевой линии и таким образом получают истинное значение изменения разности образец – эталон и далее кривую значения суммарных тепловых эффектов технологических процессов органических веществ.

Выводы:

1. Для снижения величины ошибки измерения необходимо:
  - увеличить достоверность и точность исходных данных.
  - проводить сглаживание исходного материала перед определением производных.
  - пользоваться отношением производных, которые менее знакопеременны.
2. Предложенная методика позволяет установить стадии процесса термической деструкции твердых топлив, изменение положения нулевой линии и в дальнейшем определить тепловые эффекты по данным дериватографических исследований.
3. Пользуясь данными изменения нулевой линии можно достаточно точно установить температурную область перехода органической массы угля в пластическое состояние и полукоксы.

## СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ГЕНЕТИЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ З ЕЛЕМЕНТНИМ СКЛАДОМ СПІКЛИВОГО ВУГІЛЛЯ ДОНБАСУ

С.С. Зубцов, В.О. Сафін\*, Г.М.Бутузов

Донецький національний технічний університет

\* Інститут фізико-органічної хімії і вуглехімії НАН України

У попередній роботі розглядався внесок загальної й органічної сірки в основний показник технічного аналізу - вихід летких речовин для малометаморфізованого вугілля однієї стадії метаморфізму, але різного генетичного типу за відновленістю. Вперше був знайдений лінійний зв'язок виходу летких речовин зі вмістом органічної сірки, запропоновані рівняння регресії, що свідчать про паралелізм у зміні  $V^{daf}$  и  $S^{daf}$  у процесах вуглеутворення.

Однією з задач даної роботи є з'ясування того, чи зберігаються залежності, отримані для малометаморфізованого вугілля, при переході до вугілля середньої стадії вуглефікації марок Ж і К.

Математико-статистичний аналіз проводили з використанням пакета програм Statistica 6.0. В якості бази даних використовували характеристики вугільних шахтошарів Донецького басейну, які наведені в довіднику по якості кам'яного вугілля і антрацитів Донецького і Львівсько-Волинського басейнів (ДонВУГІ).

Для статистичного аналізу використовували по 100 проб вугілля марок Ж і К, що включали досить повну характеристику елементного і технічного аналізу зразків, насамперед, наступні показники: вміст загальної сірки (пластової проби), вихід летких речовин (ваговий), пластометричний показник -  $Y$ , елементний склад (вміст вуглецю, водню, сірки, сумарно азоту і кисню в перерахуванні на суху беззольну масу) і атомні відносини окремих елементів до вуглецю.

Тісноту зв'язку між показниками визначали при звужуванні інтервалу співвідношення О/С для виключення впливу метаморфізму. Отримані дані показані в табл. 1-2.

Таблиця 1. Значення коефіцієнтів кореляції (R) між даними технічного й елементного складу для вугілля марки Ж.

Кількість крапок	Інтервал О/С	$R_{V-S}$	$R_{Y-S}$	$R_{V-H}$
100	0,026-0,120	0,35*	0,64*	0,39*
91	0,042-0,093	0,43*	0,62*	0,37*
62	0,050-0,080	0,59*	0,60*	0,23
43	0,055-0,075	0,58*	0,61*	0,24
27	0,060-0,070	0,55*	0,58*	0,26
24	0,070-0,080	0,61*	0,68*	0,36
22	0,050-0,060	0,72*	0,56*	0,52*

\* Коефіцієнти значущі при  $p < 0,050$

Таблиця 2. Значення коефіцієнтів кореляції (R) між даними технічного й елементного складу для вугілля марки К.

Кількість крапок	Інтервал О/С	$R_{V-S}$	$R_{Y-S}$	$R_{V-H}$
100	0,020-0,069	0,06	-0,09	0,68*
75	0,030-0,060	0,07	-0,00	0,69*
51	0,035-0,055	0,26	0,14	0,78*
38	0,040-0,055	0,42*	0,29	0,73*
28	0,040-0,050	0,39	0,13	0,75*
27	0,045-0,056	0,47*	0,26	0,70*
17	0,045-0,050	0,42*	0,07	0,68*

\*Коефіцієнти значущі при  $p < 0,050$

Лінійний зв'язок між  $V$  та  $S$ , який раніше отримано для малометаморфізованого вугілля (Д, ДГ, Г) не такий очевидний для вугілля марки Ж і практично відсутній для вугілля марки К.

Просліджується істотна різниця між властивостями жирного та коксового вугілля. Для останнього не виявилося очікуваного зв'язку між товщиною пластичного шару і вмістом сірки, що спостерігається на практиці при коксуванні відновленого і маловідновленого вугілля, хоча він може мати нелінійний характер чи побічно впливати разом з іншими факторами. Існуючі кореляційні зв'язки між  $Y$  і  $S$  для спіклого вугілля марки Ж, між  $V$  і  $H$  для вугілля марки К свідчать про різний вплив сірки і водню на процеси спікання вугілля середньої стадії метаморфізму (Ж і К).

Щоб простежити за тим, як змінюється зв'язок між  $Y, V$  і  $S$  при збільшенні ступеня вуглефікації, ми розбили вугілля по групах, у яких відношення О/С змінюється в межах 0,01 і знайшли коефіцієнти кореляції для вугілля у кожній групі.

Таблиця 3. Зміна коефіцієнтів кореляції зі зміною ступеня зрілості жирного вугілля

Кількість крапок	Інтервал О/С	$R_{Y-S}$	$R_{V-S}$
8	0,10-0,09	0,83	0,66
19	0,09-0,08	0,67	0,55
19	0,08-0,07	0,64	0,61
22	0,07-0,06	0,59	0,52
21	0,06-0,05	0,56	0,72
9	0,05-0,04	-0,15	0,36

Таблиця 4. Зміна коефіцієнтів кореляції зі зміною ступеня зрілості коксового вугілля

Кількість крапок	Інтервал О/С	$R_{Y-S}$	$R_{V-S}$
23	0,06-0,05	0,59	0,69
27	0,05-0,04	0,15	0,42
24	0,04-0,03	0,03	0,12
8	0,03-0,02	0,00	0,17



З отриманих результатів можна зробити висновок, що тіснота статистичного зв'язку між виходом летких речовин і вмістом сірки знижується з метаморфізмом при переході від довгополум'яного і газового вугілля до жирного і фактично відсутня для вугілля марки К. Така ж тенденція спостерігається і для зв'язку між товщиною пластичного шару та вмістом сірки.

## ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ СЕРНИСТЫХ УГЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ПОЛУКОКСОВАНИЯ

В.А. Сафин\*, О.А. Буравцова\*, О.Н. Турчанина  
Донецкий национальный технический университет

\*Институт физико-органической химии и углехимии НАН Украины

Полукоксование является одним из наиболее перспективных методов термической переработки малометаморфизованных углей, который позволяет получать обогащенное бездымное твердое топливо, ценные жидкие и газообразные продукты. Кроме того, протекающие на стадии полукоксования превращения лежат в основе большинства других процессов промышленной переработки твердого топлива. Сказанное объясняет большой интерес к исследованию поведения различных углей при полукоксовании.

Донецкий регион богат углями восстановленного типа –*в*, которые отличаются от изометаморфных углей слабовосстановленного типа –*а* повышенным содержанием серы и золы. Принадлежность углей к разным генетическим типам по восстановленности при равной степени метаморфизма отражает условия их формирования на стадии диагенеза и влияет на технологические свойства, такие как: коксующесть, активность в процессах окисления, гидрирования и др. Широкое использование высокосернистых углей типа –*в* в энергетике и коксовании сопряжено с целым рядом проблем, так как приводит к отравлению катализаторов, снижению качества кокса, коррозии оборудования и загрязнению атмосферы.

Основной целью проделанной работы было сравнительное исследование поведения углей разной степени метаморфизма и типа по восстановленности в процессе полукоксования, изучение выхода и состава полученных продуктов.

В качестве объектов исследования выбраны изометаморфные пары длиннопламенных и жирных углей Донецкого бассейна, отличающихся генетическим типом по восстановленности (ГТВ).

Термическую деструкцию проводили классическим методом полукоксования в реторте Фишера (ГОСТ 3168 – 66). Для определения состава газа применяли аппарат ВТИ (Всесоюзного теплотехнического института).

Элементный и технический анализы образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика исходных углей Донецкого бассейна, мас. %

№	Шахта, пласт	Марка	Тип	A <sup>d</sup>	V <sup>daf</sup>	Y, М М	C <sup>daf</sup>	H <sup>daf</sup>	O <sup>daf</sup>	S <sup>d</sup> <sub>t</sub>	S <sup>d</sup> <sub>s</sub>	S <sup>d</sup> <sub>p</sub>	S <sup>d</sup> <sub>o</sub>
1	Челюскинцев I <sub>4</sub>	Д	<i>a</i>	2,4	35,6	-	79,3	4,9	11,8	2,17	0,04	0,11	2,02
2	Грудовская, I <sub>4</sub>	Д	<i>a</i>	1,6	37,3	-	78,4	4,9	13,9	1,05	0,01	0,08	0,96

3	Гагарина, м <sup>3</sup>	Ж	<i>a</i>	3,7	28,7	22	87,4	5,1	5,4	0,70	0,06	0,03	0,61
4	Засядько, l <sub>4</sub>	Ж	<i>a</i>	2,6	31,7	23	87,8	5,2	5,1	1,09	0,01	0,24	0,84
1	Украина, к <sub>8</sub>	Д	<i>в</i>	9,9	41,8	-	77,9	5,3	12,5	2,87	0,11	0,80	1,96
2	Трудовская, к <sub>8</sub>	Д	<i>в</i>	4,6	46,2	-	76,1	5,4	11,0	5,85	0,05	0,71	5,09
3	Гагарина, м <sup>0</sup> <sub>4</sub>	Ж	<i>в</i>	12,2	35,6	32	83,6	4,9	8,4	3,75	0,05	2,41	1,29
4	Засядько, к <sub>8</sub>	Ж	<i>в</i>	2,7	31,7	27	87,3	5,2	6,0	2,81	0,02	1,14	1,65

Как видно из таблицы, угли типа *в* отличаются повышенным содержанием водорода, серы (общей S<sup>d</sup><sub>t</sub>, органической S<sup>d</sup><sub>o</sub> и пиритной S<sup>d</sup><sub>p</sub>), большим выходом летучих веществ и зольностью. Толщина пластического слоя для спекающихся восстановленных углей больше, чем для их изометаморфных пар типа *a*.

Материальный баланс процесса полукоксования представлен в Таблице 2.

Из таблицы следует, что образцы восстановленного типа дают меньший выход полукокса и воды, но больший выход парогазовых продуктов (смолы и газа) по сравнению со слабовосстановленными, что прекрасно согласуется с данными определения выхода летучих веществ.

Таблица 2. Выход продуктов полукоксования, мас. %

№	Шахта, пласт	Тип	m <sub>пк</sub> , %	m <sub>воды</sub> , %	m <sub>см</sub> , %	m <sub>г</sub> , %
1	Челюскинцев, l <sub>4</sub>	<i>a</i>	63,5	13,6	6,7	16,2
2	Трудовская, l <sub>4</sub>	<i>a</i>	64,8	17,5	9,0	8,7
3	Гагарина, м <sup>3</sup>	<i>a</i>	84,4	2,3	5,3	8
4	Засядько, l <sub>4</sub>	<i>a</i>	82,7	3,2	5,9	8,2
1	Украина, к <sub>8</sub>	<i>в</i>	62,5	11,3	12,9	13,3
2	Трудовская, к <sub>8</sub>	<i>в</i>	62,1	10,7	14,3	12,9
3	Гагарина, м <sup>0</sup> <sub>4</sub>	<i>в</i>	71,8	1	4,7	22,5
4	Засядько, к <sub>8</sub>	<i>в</i>	71,7	1,5	6,1	20,7

При полукоксовании пар неспекающихся длиннопламенных углей разных ГТВ максимальные различия наблюдаются в выходе смолы, а при полукоксовании спекающихся углей, эти различия проявляются, прежде всего, в количестве образующегося полукокса и газа. При этом масса газа повышается почти в 3 раза при переходе от жирных углей слабовосстановленного типа к восстановленному типу.

Малометаморфизованные угли типа *a* дают при полукоксовании рыхлые полукоксы, а из углей типа *в* образуются сплавленные корольки. Полукоксы, полученные из углей типа *в* средней стадии метаморфизма, более пористые и менее прочные, чем из углей слабовосстановленного типа. Это связано, по-видимому, с большим выходом газа и с отличиями в молекулярной структуре.

Характеристика полукоксового газа представлена в таблице 3.

Таблица 3. Количественный анализ полукоксового газа, мл/г<sup>daf</sup>

№	Шахта, пласт	Тип	H <sub>2</sub> S, мл/г	CO <sub>2</sub> , мл/г	C <sub>m</sub> H <sub>n</sub> , мл/г	CO, мл/г	H <sub>2</sub> , мл/г	CH <sub>4</sub> , мл/г
1	Челюскинцев, l <sub>4</sub>	<i>a</i>	9,07	30,61	5,18	22,19	12,63	82,28
2	Трудовская, l <sub>4</sub>	<i>a</i>	2,73	11,48	2,87	14,77	20,50	57,85
4	Засядько, l <sub>4</sub>	<i>a</i>	1,99	15,46	3,17	6,54	46,02	59,52
1	Украина, к <sub>8</sub>	<i>в</i>	9,93	26,17	4,12	18,05	43,85	66,19
2	Трудовская, к <sub>8</sub>	<i>в</i>	29,08	11,78	4,78	14,06	47,18	54,85
4	Засядько, к <sub>8</sub>	<i>в</i>	19,76	3,89	5,61	6,54	55,39	106,42

Основным компонентом газа полукоксования является метан, содержание которого достигает 53,8% для жирных углей и 26,4% для длиннопламенных углей типа *в*. Газ, полученный из длиннопламенных углей восстановленного типа, отличается в ≈

раза более высоким содержанием водорода, но более низким содержанием метана в сравнении с газом слабовосстановленного угля. Напротив, газ, выделяющийся из жирного угля восстановленного типа, обогащен метаном и сероводородом и содержит меньше двуокиси углерода в сравнении с углем типа *a*.

Таким образом, изометаморфные угли разных ГТВ отличаются по составу, что определяет их различное поведение в процессах термической деструкции.

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ЗАХІДНІЙ УКРАЇНІ**

В.П. Борейко, Л.М.Архипова

Інститут менеджменту та економіки «Галицька академія»

Актуальність теми обумовлена невідкладним завданням державного масштабу впровадження нових екологічно чистих джерел енергії за умови забезпечення техногенної екологічної безпеки України. Особливого підходу вимагає Карпатський регіон, як унікальна екосистема. Одним з шляхів вирішення енергетичної проблеми для нього є розвиток альтернативної нетрадиційної енергетики на основі використання відновлюваних екологічно чистих джерел енергії. Найбільш ефективними з них для регіону поряд з вітроенергетичними ресурсами є гідроекологічний потенціал Карпатських рік, перспективи використання якого – у впровадженні малих, міні, мікро ГЕС (МГЕС). Особливої уваги заслуговує біодизельне паливо – продукт переробки насіння ріпаку.

Мала енергетика України у сучасному стані у зв'язку з її незначною питомою вагою (до 0,2%) у загальному енергобалансі не може суттєво впливати на умови енергозабезпечення України. Однак експлуатація лише МГЕС дає можливість сьогодні виробляти близько 250 млн.кВт.год, що еквівалентно щорічній економії до 75 тис.т дефіцитного органічного палива; запобігти викидам близько 6 тис.т забруднюючих речовин в навколишнє середовище за умови виробки цієї енергії на ТЕС; відповідно зменшити умовну частку шкідливих викидів, що відіграють свою роль у створенні парникового ефекту; зменшити частку екологічного ризику за умови виробки цієї енергії на АЕС тощо. Тобто впровадження нетрадиційної енергетики, питома вага якої може підвищитись до 2-4% і в межах деяких адміністративних областей і районів відігравати суттєву роль.

В 50-х роках в Україні існувало біля 1000 МГЕС з загальною потужністю більше 30 МВт. За даними обстеження існуючих МГЕС, яке виконано інститутом Гідропроект наприкінці 80-х років, в Україні збереглось лише 150 МГЕС, з яких тільки 49 існуючих. Дванадцять областей не мають діючих МГЕС, а в дев'яти з них немає жодної МГЕС, в тому числі у Львівській, Івано-Франківській і Чернівецькій областях, які потенційно багаті гідроресурсами.

З наукової точки зору вкрай необхідними є комплексні дослідження параметрів навколишнього середовища на рівні регіону або області, які б наблизили реальні умови виконання комплексних проектних розробок МГЕС з використанням гідроекологічного потенціалу в межах басейнових систем Карпатського регіону.

В проведеній нами роботі сформульована проблема вибору перспективних ділянок і їх екологічна оцінка для впровадження МГЕС на основі інженерного аналізу головних характеристик стоку рік; кількісних і якісних показників гідроенергопотенціалу; геолого- геоморфологічних умов; повздовжніх профілів рік з

використанням гідроенергетичної вивченості території. Тобто в цілому визначений і проаналізований потенціал Карпатських рік, надана його екологічна оцінка та рекомендовані місця техногенно-екологічно безпечного впровадження малої гідроенергетики.

За умови впровадження МГЕС потужністю 500 МВт з виробленням 4,5 млрд.кВт·год електроенергії і відповідного зменшення потужності найбільшого забруднила атмосферного повітря Західної України Бурштинської ТЕС позитивні екологічні наслідки будуть наступними:

- 1) Як цінна сировина для інших потреб залишиться невикористаними: вугілля – 1,4 млн.т; газу – 365,63 млн.м<sup>3</sup>; мазуту – 168,75 тис.т;
- 2) В повітрі залишиться 8760 млн.м<sup>3</sup> кисню, що покращить біотичні умови;
- 3) В гідросфері непошкодженими хімічним і тепловим забрудненням залишиться 478,13 млрд.м<sup>3</sup> води;
- 4) Буде запобігнуто викиду в навколишнє середовище 421,875 млн.т попелу і шлаку, для яких потрібно вирішувати проблему утилізації;
- 5) Буде запобігнуто викиду в атмосферу 113,86 тис.т забруднюючих речовин, що рівнозначно величині економічного ефекту від зменшення викидів в атмосферу Бурштинською ТЕС в розмірі 11,59 млн.грн./рік;

Зростаюча енергетична криза в країні приводить до роздумів про розробку нових альтернативних шляхів отримання паливно-мастильних матеріалів. До того ж незадовільний стан атмосферного повітря вимагає щоб це паливо було безпечним з екологічної точки зору. Вирішенням цієї проблеми може стати біодизельне паливо – продукт переробки насіння ріпаку.

Нажаль в Україні на сьогоднішній день цим питанням займаються тільки теоретично. Майже 80% ріпакового насіння (а це майже 140 тис.т) вирощеного на теренах нашої держави, йде на експорт в Європу, де і використовується у виробництві палива. Особливо широкого поширення ця ідея набула у Німеччині – країна використовує 0,5-0,8 млн.т ріпакової олії в рік. Біодизельне паливо, що виробляється з ріпаку, являє собою паливо з відновлюваної природної сировини, яке до того ж вигідно відрізняється зменшеними викидами вуглекислого газу, здатне до біологічного розпаду, при згоранні виділяє менше сажі, ніж традиційне дизельне паливо.

Це біодизельне паливо з ріпакової олії вже встигло себе добре зарекомендувати в деяких галузях промисловості, наприклад, як паливо у внутрішньому судноплаванні. Тут особливо важить його здатність до біологічного розпаду, що дозволяє зменшити забруднення водойм. Франція щороку вирощує ріпак на площі один мільйон 200 тисяч га. Після його переробки отримує 1 мільйон 800 тисяч тонн біодизельного палива. За підрахунками щорічна потреба України в цьому виді палива складає 1 мільйон 600 тисяч тонн.

Західна Україна з давніх часів вважається регіоном з великим туристичним потенціалом. Велика проблема забруднення повітря охопила не тільки промислові райони держави, а й недоторканні Карпати. Економічне зростання в регіоні призвело до збільшення кількості автотранспорту, а це в свою чергу тягне за собою збільшення кількості викидів забруднюючих речовин в навколишнє середовище.

За нашими підрахунками досить високі врожаї ріпаку на не надто родючих ґрунтах Прикарпаття, вже за перший рік переробки його на паливо дадуть можливість зменшити забруднення атмосферного повітря вуглекислим газом від автотранспорту в регіоні на 40%. З кожним роком цей відсоток може зростати і в кінцевому результаті становити всі 100%.

Впровадження нових екологічно чистих джерел енергії повинно ґрунтуватись на концепції стійкого розвитку, яка передбачає формування і управління природно-технічними системами. Така система може бути визначена як форма взаємодії природного і технічного об'єктів в інтересах використання та збереження природного середовища.

## **ЗМІНА РІЗНИХ ФОРМ КИСЕНЬВМІСНИХ ГРУП В ПРОЦЕСІ ВУГЛЕФІКАЦІЇ**

С.С. Зубцов, В.Н. Шевкопляс\*, Л.Ф. Бутузова  
Донецький національний технічний університет  
\* Інститут фізико-органічної хімії і вуглехімії НАН України

Найважливішим показником якості вугілля є вміст гетероатомів, насамперед, кисню і сірки. Вміст кисню в ряду гумитів різного ступеня зрілості змінюється найбільш істотно: від 29-40% у торфі до 2% і менш в антрациті, тобто в 15-20 разів. Відповідно, змінюється і величина атомного співвідношення О/С, яку Ван-Кревелен і Шуер вважали найважливішим показником ступеня метаморфізму вугілля.

Питання про перетворення різних форм кисеньвмісних груп в процесах діагенезу і метаморфізму залишається відкритим, що й визначило мету даного дослідження. Для вирішення вказаної проблеми використовували метод ІЧ-спектроскопії. З усіх фізико-хімічних методів ІЧ-спектроскопія, імовірно, дала найбільш значну інформацію щодо будівлі органічної речовини вугілля. Як об'єкти дослідження було використано первинні смоли піролізу різних твердих горючих копалин (ТГК): вуглеутворювачів, торфу, бурого вугілля Дніпровського басейну, кам'яного вугілля й антрацитів Донецького басейну. Такі продукти відбивають структуру вихідного матеріалу і дають добре розрішені спектри.

ІЧ-спектри отриманих рідких продуктів реєстрували на спектрофотометрі UR-20 в області поглинання  $4000-400\text{ см}^{-1}$ . Обробку спектрів виконували методом локальних базових ліній. Відносні значення оптичних щільностей визначали, використовуючи як еталон оптичну щільність смуги при  $1600\text{ см}^{-1}$ . На спектрах усіх досліджуваних смол виділяються характерні смуги поглинання активних кисеньвмісних груп при:  $\sim 3200-3400\text{ см}^{-1}$ ,  $\sim 1650-1750\text{ см}^{-1}$ ,  $\sim 1300-1000\text{ см}^{-1}$ . Смуга при  $1700\text{ см}^{-1}$  є відповідальною за коливання карбоксильних груп, а також карбонільних груп в альдегідах, кетонах, хіноїдних структурах та складних ефірах. Інтенсивність цієї смуги відбиває загальний вміст активного кисню, який у ряді вуглеутворення проходить через максимум для бурого вугілля з  $C^{\text{daf}}=65-70\%$  (рис. 1).

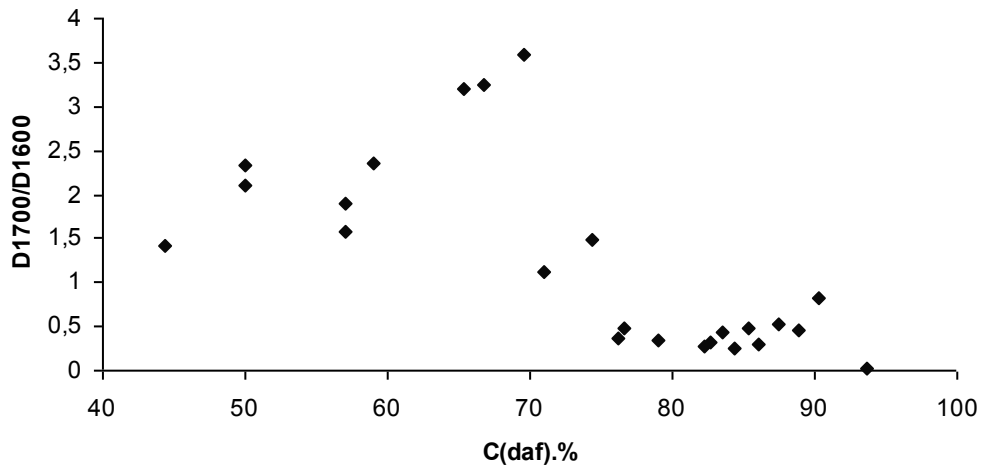


Рисунок 1 - Залежність відносної оптичної щільності смуги поглинання при  $1700\text{ cm}^{-1}$  від вмісту вуглецю

Широка область  $1300\text{-}1000\text{ cm}^{-1}$  містить смуги поглинання валентних коливань C-O-, C-S- зв'язків у кільцях, ефірних та тіоефірних групах. Чітке поглинання при  $1240\text{-}1280\text{ cm}^{-1}$  пов'язують з наявністю місткового кисню і сірки. Вміст місткових груп з метаморфізмом зменшується (рис. 2). Однак, зміна їхньої частки в загальній кількості кисеньвмісних груп з метаморфізмом має екстремальний характер (рис.3).

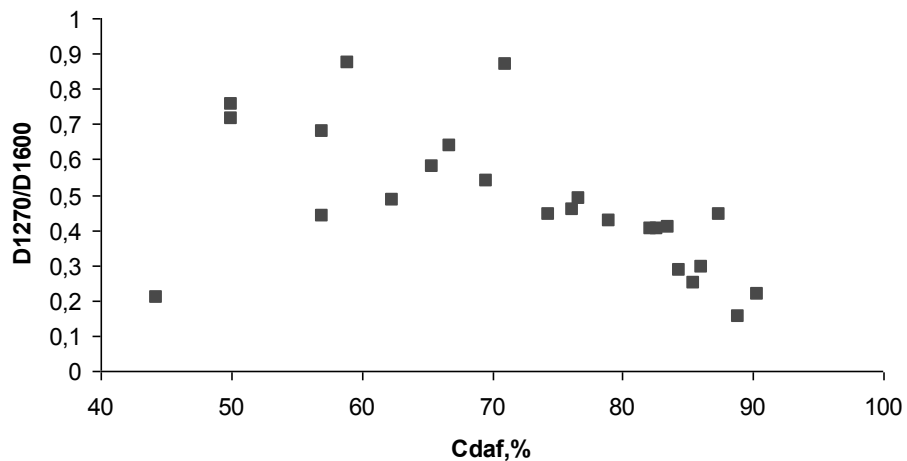


Рисунок 2 - Залежність відносної оптичної щільності смуги поглинання при  $1270\text{ cm}^{-1}$  від вмісту вуглецю

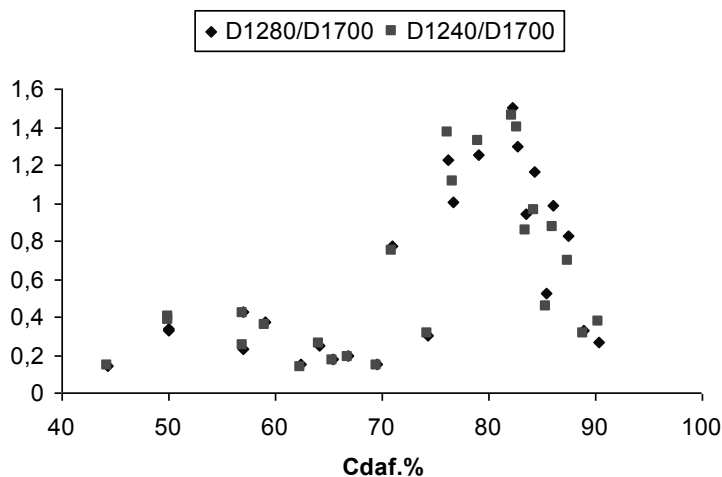
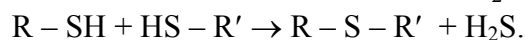
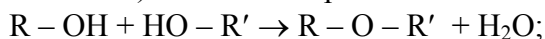


Рисунок 3 - Залежності відносного вмісту ефірних груп від вмісту вуглецю.

Як бачимо з малюнка, буре вугілля відрізняється мінімальним відносним вмістом С-О-, С-S- груп, який різко збільшується при переході до кам'яного вугілля марок Д і Г, досягаючи максимуму для жирного вугілля. Отже, ефірні і тіоефірні групи поведуться протилежним чином у порівнянні з активними С=О, СООН групами, відносний вміст яких максимальний для бурого вугілля і мінімальний для кам'яного вугілля з  $C^{daf}=76-84\%$ . Ці дані свідчать про те, що на стадіях діагенезу і катагенезу (утворення бурого вугілля) відбувається гідролітичне розщеплення С-О-С, С-S-С груп, а в процесі метаморфізму (аж до середньої стадії) їхній вміст зростає внаслідок реакцій:



Таким чином, отримані дані показують найважливішу роль місткових ефірних і тіоефірних груп у процесах зшивання макромолекул органічної маси вугілля.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦВЗ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

И.С. Михайлюк

Донецкий национальный технический университет

На сегодняшний день во всем мире широко используются средства пространственного анализа данных различными структурами и учреждениями, например, военными ведомствами, исследовательскими институтами, органами власти и управления. Эти средства применяются и небольшими компаниями, например, для решения задач прокладывания на карте оптимального маршрута грузоперевозок, и т.п. Нельзя обойтись без карт в географии, гидрографии, метеорологии, сейсмологии и других науках, связанных с исследованием нашей планеты. В последние годы геоинформационные системы (далее ГИС) вышли и в Интернет.

Цифровые топографические основы отличает высокая себестоимость работ по их созданию. Следовательно, возникает вопрос об авторских правах на цифровые карты. Карты, как и другая информация, как правило, являются интеллектуальной собственностью их создателя. Высокой ценностью обладает тематическая информация цифровых карт, используемая в ГИС. Очевидно, что содержание цифровых карт,

которые используются в военных целях, также не является информацией общего пользования. Картографические данные, несущие определенную коммерческую информацию, имеющую ценность для коммерческих организаций использующих ГИС, требуют ограничения доступа к ним.

Широкое применение сетевых технологий при работе с ГИС имеет немало преимуществ. Это - одновременный доступ к цифровым картам, возможность обращения к картографическим базам данных, обмен данными без использования автономных носителей и т. п. Но наравне с преимуществами имеются и недостатки. Возрастает возможность утечки данных из корпоративной сети, несанкционированного доступа к конфиденциальной картографической информации.

В связи с вышесказанным достаточно актуальной стала проблема защиты цифровых карт и картографических баз данных от несанкционированного доступа и пиратского копирования. К сожалению, как показывает опыт, административно воспрепятствовать данным правонарушениям чрезвычайно сложно.

Программно - аппаратные решения данной проблемы существуют, но и они не являются универсальными. Таким образом, на сегодняшний день, различные источники, связанные с защитой информации, выделяют два основных способа защиты цифровых карт: с помощью встроенных средств ГИС, а также программных и аппаратных решений сторонних производителей. Ведь проблемы несанкционированного копирования и распространения картографической информации и баз данных, в силу их режимного характера и высокой стоимости, остаются на сегодняшний день одной из самых важных проблем. Кроме того, очень часто информация, в зависимости от решаемых задач геоинформационных систем, представляет коммерческую ценность для ее владельца и может относиться к конфиденциальной информации, а иногда вообще имеет определенные степени секретности.

С данной проблемой сталкиваются как разработчики, так и пользователи геоинформационных систем. Так как после создания ГИС приложения на этапе передачи картографического материала и баз данных перед разработчиком встает ряд вопросов: "А не произойдет ли утечка информации от заказчика? И будут ли эти данные использоваться лишь на определенном количестве машин?".

На сегодняшний день эта проблема решалась просто, реализовались лишь те проекты, которые не содержат ни коммерческой, ни закрытой информации. Нельзя сказать, что они совершенно бесполезны, но и на роль серьезных информационных ресурсов они претендовать тоже не могут.

Ситуация еще больше усугубляется в том случае, когда сам пользователь недобросовестно относится к проблеме защиты информации или же сам хочет ее скопировать и распространить. Рассматриваемая ситуация характерна для случая, когда разработчик передает или продает электронные карты пользователям для использования.

На сегодняшний день самый распространенный вид программно-аппаратной защиты данных - электронные ключи. Данные устройства позволяют защищать цифровую карту (т.е. файлы из которых она состоит) с помощью специальных алгоритмов шифрования. Этот ключ в дальнейшем передается пользователю.

Данный метод защиты осуществляется в программе КРИПТ-А. Метод эффективен, но защищать свои данные подобным методом могут только крупные компании, создающие и распространяющие ГИС - данные. Эти компании могут позволить себе заказать производство электронных ключей для всего объема данных. Для небольших же компаний программный метод подходит лучше, так как, купив



программу, они могут распространять защищенные ГИС - данные без дополнительных устройств.

Необходимо сказать, что рассматривать вопросы защиты информации в ГИС необходимо комплексно, как и любой метод защиты секретной и конфиденциальной информации. Их решение достигается совокупностью программных, аппаратных и организационных методов ограничения доступа к данным.

Предлагаемый вариант решения проблемы – использования цифровых водяных знаков (далее ЦВЗ) для защиты цифрового изображения карт. Так как карта храниться на жестком диске как целостное изображение, и таблицы атрибутов объектов нанесенных на карту. То, по мнению автора, ЦВЗ эффективней всего будет наносить в файл изображения карты. Производить внедрение ЦВЗ для проверки подлинности, которое проходит по методу внедрения шума в изображение на основе разложения по цветовому базису. Наиболее эффективный метод внедрения, по мнению автора, – хрупкий ЦВЗ, т.е. знак который будет разрушен при малейшем искажении исходного файла злоумышленником. В этом случае при получении файла, получатель сможет легко определить был ли изменен файл перед получением. Так как при подборе кода и расшифровке файла, его изменении и дальнейшей передачи практически невозможно определить является ли это файл оригиналом.

## **ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ИАС ОПЕРАТИВНОГО АНАЛИЗА ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

И.В. Борзых Н.Е. Губенко  
Донецкий национальный технический университет

В настоящий момент для разработки больших и важных систем, какой является информационно-аналитическая система для анализа чрезвычайных ситуаций, целесообразно использовать унифицированный процесс разработки программного обеспечения. В соответствии с идеологией унифицированный процесс является компонентно-ориентированным, а, значит, создаваемая информационно-аналитическая система должна строиться на основе программных компонентов, связанных хорошо определенными интерфейсами, в рамках продуманного и спроектированного каркаса (архитектуры).

Неотъемлемой частью унифицированного процесса является унифицированный язык моделирования, который используется для представления алгоритмов (чертежей) программной системы. Унифицированный язык моделирования естественно базируется на объектно-ориентированном подходе и методах его применения. Концептуально

унифицированный язык моделирования должен удовлетворять следующим главным целям: - хорошо описывать архитектуру системы;

- моделировать систему целиком, от концепции до исполняемого артефакта с помощью объектно-ориентированных методов;
- решать проблему масштабируемости;
- интерпретироваться на компьютере.

Языком, удовлетворяющим всем требованиям и включающим практически все возможности языков моделирования, является UML [1].

Помимо прямого отображения в языки программирования UML, в силу своей выразительности и однозначности, позволяет непосредственно исполнять модели, имитировать поведение систем и контролировать действующие системы, сопровождая различные этапы жизненного цикла. Учитывая все вышеописанные преимущества языка моделирования UML, использование его в разработке информационно-аналитической системы (ИАС) оперативного анализа последствий чрезвычайных ситуаций на химически опасных объектах Донецкой области является целесообразным. Проектирование начинаем с диаграммы развертывания системы. Такая диаграмма показывает конфигурацию узлов, где производится обработка информации, и то, какие компоненты размещены на каждом узле (рис.1).

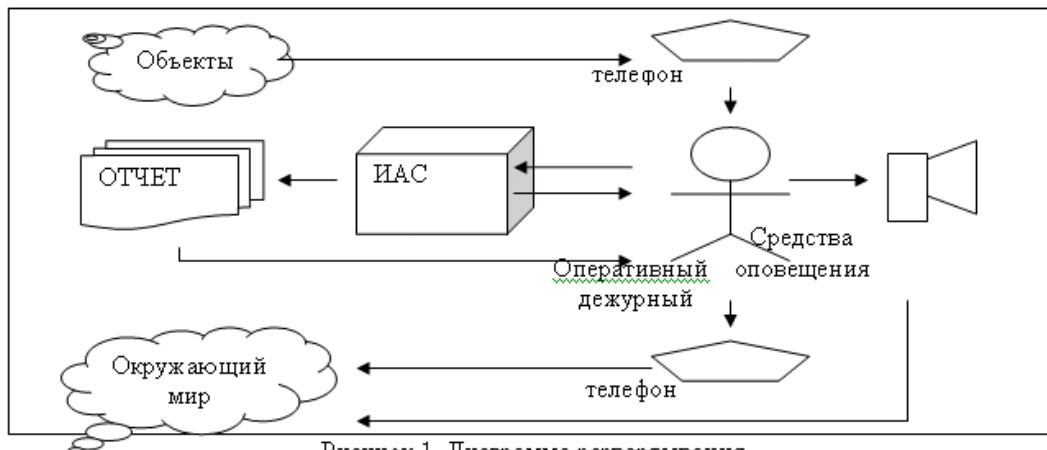


Рисунок 1. Диаграмма развертывания

Второй вид диаграмм - диаграмма компонентов. Они применяются при моделировании физических аспектов объектно-ориентированной системы и показывают организацию наборов компонентов и зависимость между ними. Диаграммы компонентов применяются для моделирования статического вида системы

с

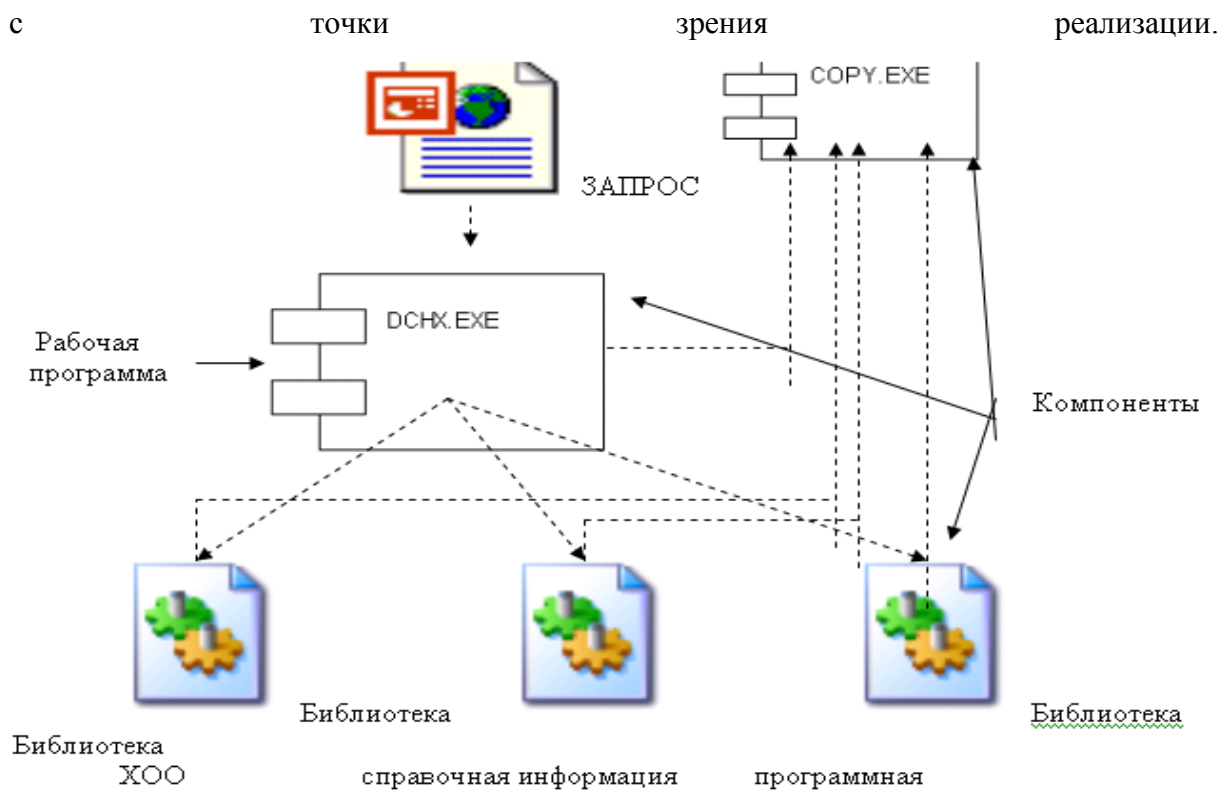


Рисунок 2. Диаграмма компонентов

Далее строится диаграмма отношений, с помощью которой определяют отображения классов модулей информационно – аналитической системы, и их связь между собой.

Для моделирования динамических аспектов системы строятся диаграммы прецедентов. Диаграммы прецедентов играют основную роль в моделировании поведения системы, подсистемы или класса. Каждая такая диаграмма показывает множество прецедентов, актеров и отношения между ними. Диаграмма деятельности - это, по существу, блок – схема, которая показывает, как поток управления переходит от одной деятельности к другой.

Все диаграммы составлены согласно задачам информационно - аналитической системы и в дальнейшем они будут использоваться как материал, согласно которому должна конструироваться программа и сама информационно – аналитическая система.

## МОНИТОРИНГ УРОВНЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

На протяжении XX века Донбасс отличался мощным развитием индустриального комплекса, и, прежде всего — предприятий угольной промышленности, на которые приходилось 57% от общего объема производства. Индустриализация в свою очередь ускорила развитие опасных эколого-геологических процессов, повлиявших на состояние природной среды. Особенно остро эта проблема стала ощущаться с началом реструктуризации угледобывающей отрасли. [4]

Прогнозные оценки специалистов свидетельствуют, что при закрытии шахт и затоплении горных выработок существенно растет техногенная нагрузка на объекты окружающей среды, особенно на геологическую среду и гидросферу. Современный Донбасс можно считать региональной гидрогеофильтрационной системой, включающей около 240 пространственно распределенных техногенно-геологических систем "шахта - геологическая среда". Большие площади вскрытия угленосных пород горными выработками и резкое увеличение их проницаемости вследствие техногенной трещиноватости обусловили активное влияние шахт на гидрогеологические условия прилегающих территорий. [3]

Обострилась проблема охраны и восстановления качества ресурсов подземных вод на территориях, прилегающих к зонам влияния закрытых шахт, вследствие увеличения числа техногенных источников загрязнения, а также в связи с резким возрастанием притоков подземных вод в шахты в период массового закрытия.

Основной целью данной работы является: создание прогнозных моделей изменения геологической среды, подготовка рекомендаций для принятия решений по предотвращению экогеологических катастроф; усовершенствование систем мониторинга на локальном и региональном уровнях (уровневого и гидрогеохимического режимов подземных вод, опасных геологических процессов, миграции метана и др.);

Процесс построения прогноза складывается из нескольких этапов, последовательность которых в данном случае выглядит так:

- сбор исходных данных;
- предобработка данных;
- визуализация данных;
- выбор вида прогнозной модели;
- выбор адекватных методов оценивания параметров прогнозной модели;
- построение моделей;
- оценка адекватности построенных моделей;
- выбор наилучшей модели;
- построение прогноза;
- мониторинг данных и адаптация модели с учетом новых данных. [1]

Исходной информацией для разработки математических моделей является оперативная информация об уровне подземных вод в периоды 1985 - 1989 гг. и с 1995 - 2002 гг.

При выполнении работы использовались методы системного и структурного анализа данных, статистические методы – корреляционный и регрессионный анализ, статистический анализ распределения данных, нелинейный регрессионный анализ - подгонка модели, коэффициент детерминации; F-статистика и распределение Фишера; автокорреляция остатков; оценки качества построенной модели; корректировка интервала оценивания; мультиколлинеарность; работа с выбросами. После изучения

методов анализа и тенденций развития динамических процессов был выбран вид будущей модели для построения схемы - статистическая модель на основе четко подобранного регрессионного уравнения.

Анализ временных рядов предполагает, что данные содержат систематическую составляющую, которая может состоять из нескольких регулярных компонент, и случайный шум (ошибку), который затрудняет обнаружение регулярных компонент.

Регрессионный анализ данных предполагает, что выбирается наиболее оптимальный вид функции регрессии  $f(x_1, x_2, x_3, \dots)$  из (1,2) оцениваются коэффициенты функции регрессии  $a_0, a_1, a_2, \dots$  и строятся для них доверительные интервалы, проверяется гипотеза о значимости регрессии, оценивается степень адекватности модели и т.д.

$Y = a_0 + a_1 \cdot X$  ;  $Y = a_0 + \sum_{n=1}^N a_n \cdot X_n$  - парная и множественная линейная регрессия; (1)

$Y = a_0 + a_1 \cdot X + a_2 \cdot X^2$  ;  $Y = a_0 + \sum_{n=1}^N (a_n \cdot X_n + b_n \cdot X_n^2)$  - парная и множественная параболическая регрессия; (2)

Подбор уравнения регрессии осуществлялся по шагам. На первом этапе выбрали зависимую переменную и одну наиболее весомую независимую переменную, полученную по результатам корреляционного анализа. Далее построили парную зависимость, определили коэффициент корреляции и его значимость. На втором шаге добавляем следующую весомую переменную и строят регрессионное уравнение зависимой переменной  $Y$  от двух выбранных независимых переменных. Определили коэффициент множественной корреляции и оцениваем регрессию. На каждом шаге проводился графический анализ данных, исключали некоторые аномальные наблюдения и оценили значимость регрессии. Оценка степени адекватности модели осуществили путем применения различных процедур анализа распределения остатков. [2]

На дальнейших этапах работы предполагается использовать имитационное моделирование распределений, методы нейросетевых технологий, разработка объектных компьютерных моделей для оценки уровня подземных вод.

Результаты данной работы могут быть использованы всеми угольными и промышленными предприятиями Донецкой области для анализа и оценки района подтопления и предотвращения аварий, связанных с этим процессом. Программный продукт также может быть использован для создания на его базе более мощного программного аппарата, направленного на прогнозирование уровня подземных вод не только по Донецкой области, а и по Украине в целом.

## ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КАЧЕСТВА АНАЛИЗА ОТ ПРИМЕНЯЕМОГО ДЕТЕКТОРА

В настоящее время для проведения контроля загрязнений окружающей среды, анализа сбросов и выбросов на промышленных объектах, анализе качества пищевых продуктов и напитков, биологических жидкостей для ранней диагностики заболеваний дыхательных путей, органов пищеварения (так язву желудка можно выявить до появления самой болезни), при проведении судебных и судебно-медицинских экспертиз, контроля загрязнителей предпочтительнее использовать такие методы, которые позволяют проводить прямой анализ без предварительного концентрирования, так как оно обычно трудоёмко, требует дополнительных временных и денежных затрат и связано с потерей точности анализа. Единственный метод который позволяет выполнять все вышеперечисленные действия с высокой степенью точности и за относительно малый промежуток времени это хроматографический анализ.

Этот метод впервые предложенный российским ученым М.С.Цветом в начале XX в. и к концу века превратившийся в мощнейший инструмент, без которого уже не могут обходиться как синтетики, так и химики, работающие в различных областях. Хроматография основана на распределении одного из нескольких веществ между двумя, как говорят, фазами (например, между твердым телом и газом, между двумя жидкостями и др.), причем одна из фаз постоянно перемещается, т. е. является подвижной. Это значит, что такая фаза, например газ или жидкость, все время продвигается, нарушая равновесие. При этом чем лучше то или иное вещество сорбируется (поглощается) или растворяется в неподвижной фазе, тем скорость его движения меньше, и, наоборот, чем меньше сорбируется соединение, т. е. обладает меньшим сродством к неподвижной фазе, тем скорость перемещения больше. В итоге, если вначале мы имеем смесь соединений, то постепенно все они, подталкиваемые подвижной фазой, движутся к детектору, с различными скоростями и в конце концов разделяются. После разделения вещества попадают в детектор и изменяют его сопротивление относительно электрического тока, изменение величины электрического тока отображается на хроматограмме показывая состав пробы.

При изучении хроматографического анализа одного и того же вещества с использованием различных детекторов была выявлена зависимость точности и качества проводимого анализа. Так были дополнительно изучены следующие типы детекторов:

Пламенно-ионизационный детектор (ПИД). Проводимость газа-носителя, являющегося электрополяризатором, существенно возрастает благодаря ионам, образующимся при горении органических соединений в водородном пламени. Отклик ПИД пропорционален числу атомов углерода в молекуле, изменяется при переходе от одного класса органического соединений к другому незначительно.

Достоинства: простота в обращении, быстрый отклик, широкий линейный динамический диапазон, универсальность.

Недостатки: при проведении анализа определенного соединения в сложной матрице требуется более точный детектор для уменьшения числа пиков мешающих компонентов. ПИД дает слабый отклик на вещества с малым содержанием углерода.

Электронно-захватный детектор (ЭЗД) используют для определения галогенсодержащих соединений. Принцип действия этого детектора основан на уменьшении проводимости, вызываемом захватом электронов специфическим анализируемым веществом. В состав детектора входит радиоактивный источник малой интенсивности (фольга с Ni), который испускает электроны высокой энергии.

Ионизация молекул газа-носителя (азота или смеси аргона и метана) приводит к образованию ионов и тепловых электронов, которые и формируют электрический ток в ионизационной камере. Когда в нее попадают молекулы галогенсодержащих органических соединений, тепловые электроны захватываются атомами галогена и проводимость уменьшается, что приводит к формированию сигнала детектора.

Атомно-эмиссионный детектор. АЭД позволяет различать галогенорганические соединения. В АЭД выходящее из колонки вещество атомизируется в высокоэнергетическом источнике, образовавшиеся возбужденные атомы излучают свет при возвращении в основное состояние. Излучаемый свет с различными длинами волн измеряется посредством фотодиодной матрицы. Каждый химический элемент имеет свой собственный типичный эмиссионный спектр, в котором эмиссионные линии обычно образуют кластеры с постоянным соотношением интенсивностей внутри кластера.

Проанализировав выше представленную информацию хорошо видно зависимость качества выполняемого анализа от применяемого типа детектора. Так, детекторы в которых для анализа применяется метод сжигания пробы лучше подходят для веществ содержащих углерод, галогенсодержащие вещества лучше анализировать применяя атомно-эмиссионный детектор.

Из сказанного видно, что наличие хроматографов необходимо во многих отраслях и для каждого типа анализа они должны иметь специфическое оснащение, которое подбирается непосредственно поставщиком продукции исходя из требований и пожеланий заказчика, основной сложностью при этом является очень высокая стоимость готового изделия, отсутствие производителей данной аппаратуры на территории нашей страны. Таким образом, актуальным является создание на территории нашей страны организации которая позволит оперативно подобрать хроматографическую трубку, детектор, насос для подачи газа носителя, и предоставить свое аппаратно-программное обеспечение позволяющее подключить хроматографический модуль к персональному компьютеру, что обеспечит его автономность, позволит работать без длительного присутствия человека, полностью автоматизировать процесс обработки результата анализа и сохранит возможность проведения анализа ручным просчетом если возникнет такая необходимость.

Исходя из вышесказанного, тема работы, направленная на создание программного продукта для подключения хроматографической колонки к ПК посредством порта RS-232, позволит удешевить данную продукцию, увеличит скорость получения окончательных результатов проводимых анализов, исключить необходимость присутствия человека при выполнении анализов на автономных экологических и метеорологических постах наблюдения, и является актуальной для нашего экологически неблагополучного региона.

## **КОНЦЕПЦИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ**

В последнее время многие украинские предприятия постепенно преодолевают последствия финансово-экономического кризиса и выходят на траектории стабильного развития. На первый план выдвигается проблема конкурентоспособности предприятий, которые действуют в условиях неопределенности и риска. На сегодняшний день известны три стратегии управления, которые позволяют выйти из зоны неопределенности. Первая стратегия заключается в продолжении прежнего курса с совершением непрерывных хаотических движений. Идея второй цели – возвращение назад. Третья стратегия пытается найти ближайший выход из зоны неопределенности, а затем начать двигаться маршрутом, который используют все цивилизованные корабли экономики

Целью данной работы реализация третьей стратегии, с задачами упорядочения и систематизации решений вопросов выхода из нестабильной зоны и разработки общей единой схемы концепции стабильности производственно-экономических систем, как основы для адаптивного управления в условиях влияния дестабилизирующих факторов. Общая схема концепции стабильности экономических систем представлена на рис. 1. Начальный блок представляет основу производственной системы. На первом этапе должны быть определены цели и задания, стоящие перед производственной системой. Главной составной частью любого производства является технология. Уже давно ни у кого не вызывает сомнений тот факт, что, в первую очередь, технологии, а не экономика, обеспечивают конкурентоспособное производство, в данной схеме технологии занимают центральное место. Производственные системы в процессе выпуска продукции в настоящих условиях активно взаимодействуют с окружающей средой. Под окружающими условиями функционирования ПЭС понимаются рыночные факторы, научно-технический прогресс, ресурсное обеспечение, приоритетные направления и методы структурной, инновационной, внешнеэкономической, социальной политики государства. Как замечено специалистами, управление производственной системой направлено на поддержание динамического равновесия между системой и внешней средой, то есть обеспечение равновесия в системе, несмотря на постоянное изменение окружающей среды. Следовательно, необходимо организовать какую-то стабилизационную структуру. Но перед тем как охарактеризовать такую структуру, необходимо провести классификацию сбоев системы и формализовать дестабилизирующие факторы (детерминированные, недетерминированные).

Обеспечение стабильности производственной системы является сложной проблемой, требующей системного решения комплекса взаимосвязанных задач по разработке теоретических положений, методов автоматизированного моделирования (блок 4), анализа сложных производственных систем (блок 1), строить достоверные модели процессов получения и обработки информации в системе, предъявлять требования по производственной стабильности и оценивать их реализацию.

Состояние производственной системы представляет собой совокупность существенных значений переменных и параметров, характеризующих основные технические, технологические и экономические показатели системы в конкретный момент времени, на их основе формируются требования к стабильности, с учетом которых определяются объекты и элементы системы стабилизации. Показателями стабильного функционирования будут допустимые величины отклонений значений параметров и переменных от оптимальных. Блок методологии стабильности включен



не случайно. Говоря о производственной системе, можно рассматривать техническую, экономическую, социальную модель. Особенности производственной экономической модели является необходимость нахождения оптимального соотношения «затраты-выгоды» для системы стабилизации. Следовательно, в качестве целевой функции в данном случае можно рассмотреть расходы на устранение сбоев при ограничении по имеющимся ресурсам для ликвидации сбоев. Используя отдельные элементы, можно построить модель механизма обеспечения стабильности.



Рисунок 1 – Общая структура концепции стабильности ПЭС

Таким образом, в данной статье была предложена обобщающая схема концепций достижения стабильности предприятия, действующего в условиях стихийного, хаотичного рынка.

## РОЛЬ БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ

Методы биологического мониторинга находят все более широкое применение в оценке состояния морской среды. Особое опасение в настоящее время вызывает загрязнение Севастопольской бухты углеводородами и в первую очередь нефтью и нефтепродуктами.

В морской среде нефть под действием различных факторов претерпевает ряд превращений, что приводит к изменениям ее физических и химических характеристик. Первоначальные изменения нефти протекают на поверхности моря. Затем нефть мигрирует в глубину, далее на дно, где накапливается в донных осадках. В последних окисление нефти крайне замедленно. Как известно, основная роль в деструкции углеводородов принадлежит бактериям, способным использовать их в качестве единственного источника углерода и энергии. Поэтому изучение закономерности распространения, численности, видового состава, биохимических особенностей нефтеокисляющих бактерий в донных осадках Севастопольской бухты позволяет в какой-то мере судить о ее потенциальной способности к самоочищению.

Материалом для данной работы послужили пробы морского грунта, отобранные в период с декабря 2005 г по март 2006 г на двух станциях. Станция №1 находилась в глубине бухты (Южная сторона), станция №2 – на расстоянии двух миль от первой станции (Северная сторона). Такое расположение станций позволило проследить за численностью и видовым составом микроорганизмов, растущих на нефтепродуктах в акваториях, имеющих различную степень нефтяного загрязнения. Посевы морского грунта проводились методом предельных разведений на минеральную среду Диановой и Ворошиловой. В качестве единственных источников углерода и энергии использовались предварительно простерилизованные нефть, соляр и мазут. Посевы инкубировались в течении 7 суток в термостате при температуре +27<sup>0</sup>С. О наличии нефтеокисляющих бактерий судили по помутнению питательной среды, появлению бактериальной пленки, изменению внесенных углеводородов. Полученные данные отражены в таблице 1.

Таблица 1 Рост нефтеокисляющих бактерий на нефти и нефтепродуктах

№ станции	Нефть, %	Соляр, %	Мазут, %
1	53,85	38,46	61,54
2	78,57	57,14	71,43

Численность микроорганизмов, способных расти на углеводородах нефти, составляет, в среднем, на станции №1 100 клеток в 1 г морского грунта. На станции №2 количество этой группы микроорганизмов было на 2-3 порядка больше, что связано с более высоким уровнем нефтяного загрязнения. Одной из разновидностей углеводородного загрязнения морской среды также являются фенолы – высокотоксичные для морской флоры и фауны соединения. В связи с этим проводилось исследование не только нефтеокисляющих, но и фенолоокисляющих бактерий, результаты которых приведены в таблице 2.

Таблица 2 Фенолоокисляющие бактерии

№ станции	Пептонная среда	Среда Диановой и Ворошиловой
1	60 %	87,5%
2	66,7%	87,5%

Кроме нефти, бухта загрязняется органическими соединениями, которые вносятся в море со сточными водами. С целью оценки окисления органических веществ основных классов определялась липолитическая, амилалитическая, протеолитическая и сахаролитическая активность бактерий. Полученные результаты сведены в таблице 3.

Таблица 3 Липолитическая, амилалитическая, протеолитическая и сахаролитическая активность бактерий

№ культуры	крахмал	жир	сахароза	глюкоза	лактоза	пептон
1	-	++	+++ (-)	+++ (-)	+++ (-)	+++
2	-	-	+++ (-)	+++ (-)	+++ (-)	+++
3	-	+	+++ (+)	+++ (-)	+++ (+)	++
4	-	-	+++ (-)	+++ (-)	+++ (-)	+++
5	-	+	+++ (-)	+++ (+)	+++ (+)	++
6	+	+	++++ (+)	++++ (-)	++++ (-)	++++
7	+	-	++++ (-)	++++ (+)	++++ (-)	++++
8	+	++	++++ (-)	++++ (-)	++++ (+)	++++
9	+	-	+++ (+)	+++ (-)	+++ (-)	++++
10	-	+	++ (-)	++ (-)	++ (-)	++
11	-	+++	+++ (-)	+++ (-)	+++ (-)	++++
12	-	++	++ (+)	++ (+)	+ (-)	++
13	-	-	++ (-)	++ (+)	++ (+)	++++
14	-	+++	++++ (-)	++++ (-)	++++ (-)	++++
15	-	+	++++ (-)	++++ (+)	++++ (-)	++++
16	-	+	+++ (-)	+++ (-)	+++ (-)	+++
17	-	++	++++ (-)	++++ (-)	++++ (-)	++++
18	-	+	++ (-)	++ (-)	++ (-)	+++
19	-	-	++++ (-)	++ (-)	++++ (-)	++++
20	+	++	++++ (-)	++++ (-)	++++ (+)	+++
21	-	-	+++ (-)	+++ (+)	+++ (-)	++++
22	-	+	+++ (-)	+++ (+)	+++ (-)	++++
24	+	-	+++ (-)	+++ (-)	+++ (-)	+++
25	+	-	+++ (-)	+++ (-)	+++ (-)	+++
27	+	+++	++++ (-)	++++ (-)	++++ (-)	++++
29	-	+	++++ (-)	++++ (-)	++++ (-)	++++
30	-	++	++++ (+)	++ (-)	++++ (+)	+++

Примечание: «++++»-обильный рост, «+++»-сильный рост, «++»-средний рост, «+»-слабый рост, «-»-рост отсутствует, (-)-кислота есть, (+)-кислоты нет; для крахмала: «+»-гидролиз присутствует, «-»-гидролиз отсутствует.

Таким образом, исследования показали, что микрофлора Севастопольской бухты участвует в трансформации широкого спектра органических загрязнений, включая нефть и нефтепродукты.

### АНАЛИЗ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА ДОНЕЦКА ФОРМАЛЬДЕГИДОМ

Донецкая область продолжает оставаться регионом с наибольшей степенью загрязнения окружающей среды не только в Украине, но, по мнению специалистов, и во всей Европе.

Известно, что состояние окружающей природной среды и уровень экологической безопасности среды существования человека зависит от качества атмосферного воздуха.

Одним из специфических веществ, попадающих в атмосферный воздух города Донецка и оказывающим негативное воздействие на здоровье человека является формальдегид. Актуальностью проблемы исследования формальдегида является повышение его концентраций за последние несколько лет. Источники выбросов в атмосферу - это предприятия химического и металлургического производства, а также производство полимерных строительных материалов, мебельные фабрики, производство ДВП, ДСП, выхлопные газы автомобилей.

Рисунок 1 показывает количество формальдегида выброшенного в атмосферный воздух города Донецка за последние 7 лет.

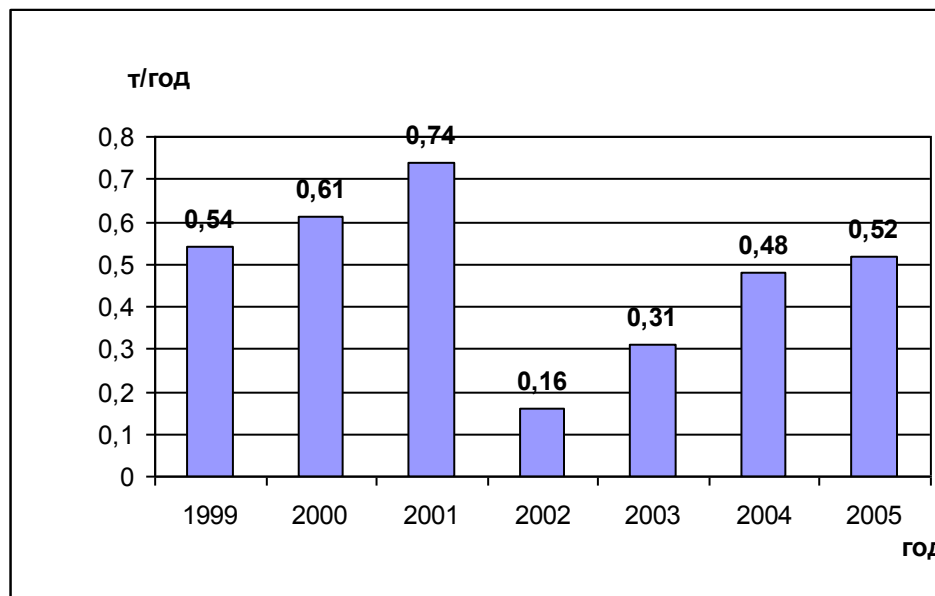
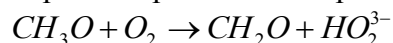
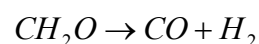
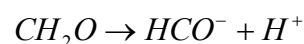


Рисунок 1 – Выбросы формальдегида в г. Донецке

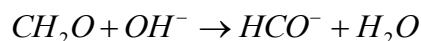
Кроме выбросов предприятий формальдегид способен самостоятельно образовываться в атмосфере, которая является неравновесной химически активной системой, а также самостоятельно вступать в химические реакции. При взаимодействии метоксильного радикала с кислородом происходит образование формальдегида:



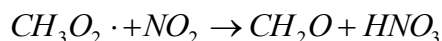
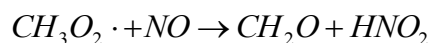
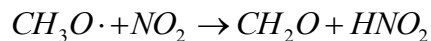
Молекулы  $CH_2O$  подвергаются фотолизу при поглощении света в ближайшей ультрафиолетовой области:



Формильный радикал  $\text{HCO}^-$  образуется также при взаимодействии формальдегида с гидроксилрадикалом:



Также формальдегид может образовываться как вторичный продукт фотохимического смога:



По данным Исидорова В.А. примерно 2 – 4 % общего количества  $\text{CH}_2\text{O}$ , образующегося при окислении метана, вымывается из атмосферы дождями.

Формальдегид оказывает общетоксическое, аллергенное, мутагенное, канцерогенное действие. Заболевания, развивающиеся при воздействии формальдегида, это заболевания слизистых оболочек верхних дыхательных путей, различные виды аллергий, а также поражение лёгких.

Анализ концентраций формальдегида в атмосферном воздухе г. Донецка показывает, что концентрация его изменяется в течение года. Предприятия, выбрасывающие формальдегид, не имеют сезонного характера работы, поэтому можно сделать вывод, что концентрация формальдегида в основном зависит от метеорологических условий. На рисунке 2 представлен годовой ход изменения концентрации формальдегида за 2004 год.

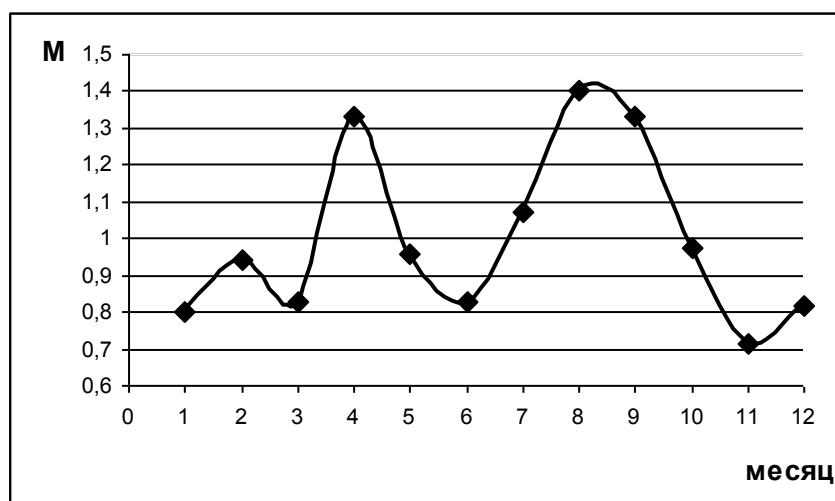


Рисунок 2 – Годовой ход изменения концентрации формальдегида в атмосферном воздухе г. Донецка

Анализируя полученный график и метеорологические условия, можно сделать вывод: максимальная концентрация наблюдалась в августе месяце, средняя температура которого составляла около  $30^\circ\text{C}$ , скорость ветра - 3,6 м/с, осадков практически не было; минимальная концентрация наблюдалась в ноябре, средняя температура которого была около  $3^\circ\text{C}$ , скорость ветра - 4 м/с, также отмечалось значительное количество осадков в виде дождей и снега, которые способствовали вымыванию формальдегида из атмосферного воздуха.

# АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ ДИОКСИДА АЗОТА ОТ СТАЦИОНАРНЫХ И ПЕРЕДВИЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ НА СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА ДОНЕЦКА

А.Е. Брущенко, И.В. Беляева

Донецкий национальный технический университет

Состояние загрязнения окружающей среды в г. Донецке остается на высоком уровне. В настоящее время, действующее производство характеризуется целым рядом факторов вредного воздействия на окружающую природную среду, среди которых выбросы в атмосферу занимают ведущее место.

Среди загрязняющих веществ, поступающих с антропогенными выбросами диоксид азота ( $NO_2$ ) относится к основным загрязнителям атмосферного воздуха. Он вызывает как локальные, так и глобальные изменения в окружающей среде, негативно влияя на растительный мир и здоровье людей. Он сильно раздражает слизистые оболочки верхних дыхательных путей, вызывая бронхиты, астмы и пневмонии.

Отрицательное биологическое воздействие диоксида азота на растения проявляется в обесцвечивании листьев, увядании цветков, прекращении плодоношения и роста. Такое действие объясняется образованием кислот при растворении оксидов азота в межклеточной и внутриклеточной жидкостях.

Естественными источниками оксидов азота в атмосфере являются лесные пожары, грозовые разряды, при которых образуется монооксид азота  $NO$ , окисляющийся затем в диоксид азота  $NO_2$ . Основными антропогенными источниками являются процессы высокотемпературного сгорания различных видов топлива (природного газа, угля, бензина, мазута) на тепловых электростанциях, промышленных установках и в автомобильных двигателях. Таким образом, ответственность за поступление диоксида азота в атмосферу несут горнодобывающая, металлургическая, химическая промышленности, энергетика и автотранспорт.

Данные статучета показывают, что выбросы диоксида азота стационарными источниками ежегодно сокращаются, а автомобильным транспортом – постоянно растут.

На рисунках 1 и 2 показано количество оксидов азота (в пересчете на  $NO_2$ ), выброшенное в атмосферный воздух стационарными и передвижными источниками города Донецка за последние 7 лет.

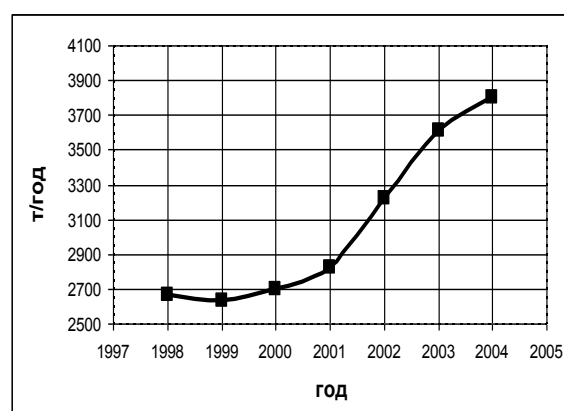
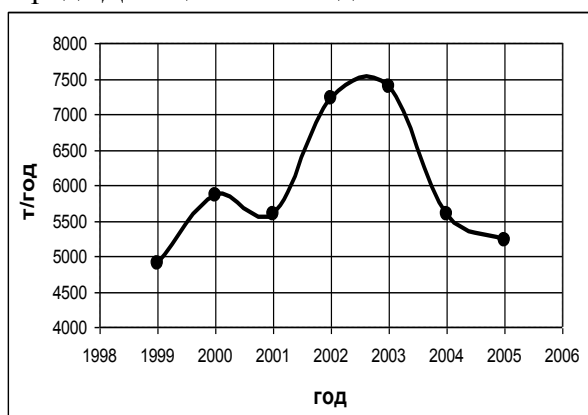


Рисунок 1–Выбросы  $NO_2$  стац. источниками    Рисунок 2–Выбросы  $NO_2$  от транспорта

В результате роста парка автомобилей за последние годы возникла острая проблема фотохимического смога. На каждом километре пути легковой автомобиль в

среднем выделяет около 10 г оксида азота. Оксид азота в атмосферном воздухе подвергается фотохимическому окислению до диоксида, переносится на значительные расстояния и является причиной возникновения кислотных дождей.

На основе данных выбросов стационарными ( $V_{ст.ц.}$ ) и передвижными ( $V_{авто}$ ) источниками, а также среднегодовых концентраций диоксида азота ( $C_{NO_2}$ ) в период с 2002 по 2005 год был проведен регрессионный анализ, в результате которого было получено следующее уравнение:

$$C_{NO_2} = 1,566 - 70,774 \cdot \frac{1}{V_{авто}} - 1,908 \cdot \frac{1}{V_{ст.ц.}}$$

с коэффициентом множественной корреляции  $R^2$  равным 91,02 %. По полученному уравнению можно спрогнозировать концентрации диоксида азота на будущий период времени, что является необходимым этапом в мониторинге атмосферного воздуха.

Используя данные по контролю диоксида азота на стационарных постах города Донецка, был построен годовой ход концентраций  $NO_2$  в период с 2002 по 2005 гг.

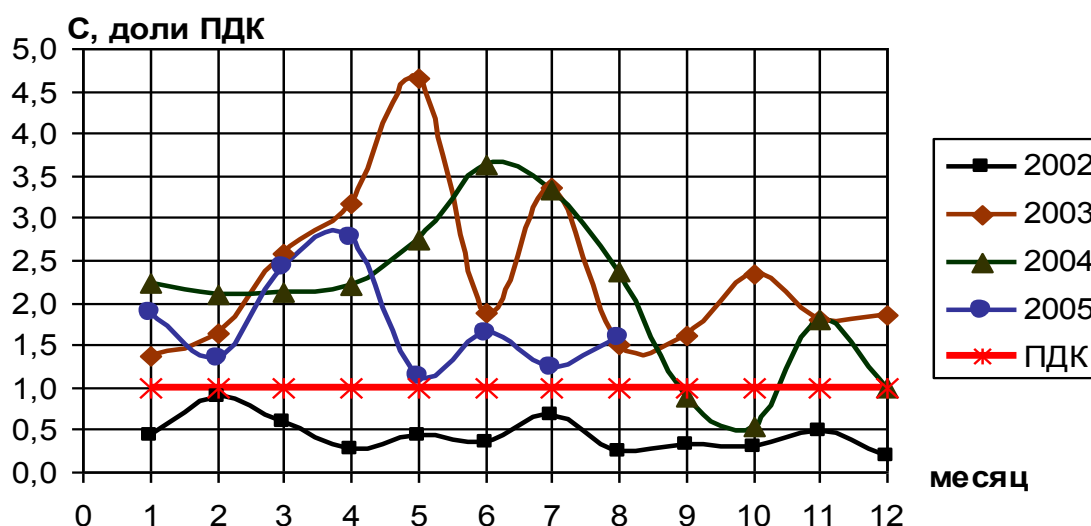


Рисунок 3 – Годовой ход концентрации  $NO_2$  в атмосферном воздухе г. Донецка

Анализ рисунка 3 показывает, что концентрация  $NO_2$  не превышала ПДК только в течение 2002 года. Максимальная концентрация диоксида азота наблюдалась в мае 2003 г. (4,6 ПДК) и июне 2004 г. (3,6 ПДК), когда средняя температура воздуха достигала 20 °С, осадки были минимальными, а скорость ветра не превышала 3–4,5 м/с. При таких условиях рассеивание  $NO_2$  заметно ухудшается, и концентрация возрастает. Минимальные концентрации диоксида азота отмечались в январе месяце при низких температурах, малой солнечной активности и незначительной скорости ветра.

# ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМИ РЕЖИМАМИ НА ВЫЕМОЧНОМ УЧАСТКЕ

Р.С. Чернов

Донецкий национальный технический университет

В настоящее время технологический процесс в добычи угля на ряде шахт Донецкого бассейна предполагает проведение горных работ на горизонтах более 1000 метров. Большинство этих шахт являются рентабельными и обеспечивают около 20% всей добычи угля в Украине, причем всего 15 крупных глубоких шахт дают более 90% этого количества добычи.

Для дифференциации санитарных норм в 2003 г. были введены в действие новые Санитарные правила и нормы для предприятий угольной промышленности, в которых определено снижение общего количества рабочего времени в зависимости от тепловых условий на рабочем месте и даны рекомендации о приостановке ведения горных работ при температуре воздуха более 32° С без применения средств протитепловой защиты горнорабочих. В настоящий момент практически полностью отсутствуют средства нормализации тепловых условий в шахтах, что наносит вред здоровью горнорабочих, снижает безопасность и производительность труда, отрицательно влияет на продолжительность жизни шахтеров. Последние годы участились смертные случаи на рабочих местах в связи с высокой тепловой нагрузкой. Поэтому создание информационной системы для управления температурными режимами является актуальным.

Тяжелые климатические условия наносят вред здоровью горнорабочих, снижают безопасность и производительность труда, отрицательно влияют на продолжительность жизни шахтеров. Последние годы участились смертные случаи на рабочих местах в связи с высокой тепловой нагрузкой. На фоне практически полного отсутствия средств нормализации тепловых условий в шахтах негативные тенденции в данной области будут только усиливаться.

Целью создания данной информационной системы является повышение комфортных условий горнорабочих и предотвращение травмоопасных ситуаций.

В основу всех методик прогноза тепловых условий в горных выработках положено уравнение теплового баланса, запись которого в дифференциальной форме имеет вид:

$$G \cdot di = g \cdot dy + \sum g_m \cdot dy \pm 9,816 \cdot \sin \varphi \cdot dy$$

Для прогноза тепловлажностного состояния воздуха в горной выработке используем уравнение массового баланса, которое для элементарного участка выработки  $dy$  имеет вид:

$$V \cdot d\rho_n = \beta \cdot (\rho_H(t_s) - \rho_n) \cdot U \cdot dy$$

Предлагаемый алгоритм системы представлен в виде диаграммы развертывания на рисунке 1. В основе принципа взаимосвязи объектов лежит управление процессом с участием оператора. Все данные снимаются с показателей температурных датчиков выемочного участка и передаются человеку, который в свою очередь вводит все необходимые показатели в систему. Программа-аналитик выполняет расчет на основании введенных данных, а также предложит оптимальный вариант решения для понижения температуры в определенной выработке выемочного участка. В результате использования предлагаемых методик по снижению температурных показателей уменьшится травмоопасность и смертность шахтеров. Проводимый анализ



основывается на описании динамики тепловых процессов, проведенных рядом научно-исследовательских институтов угольной промышленности.

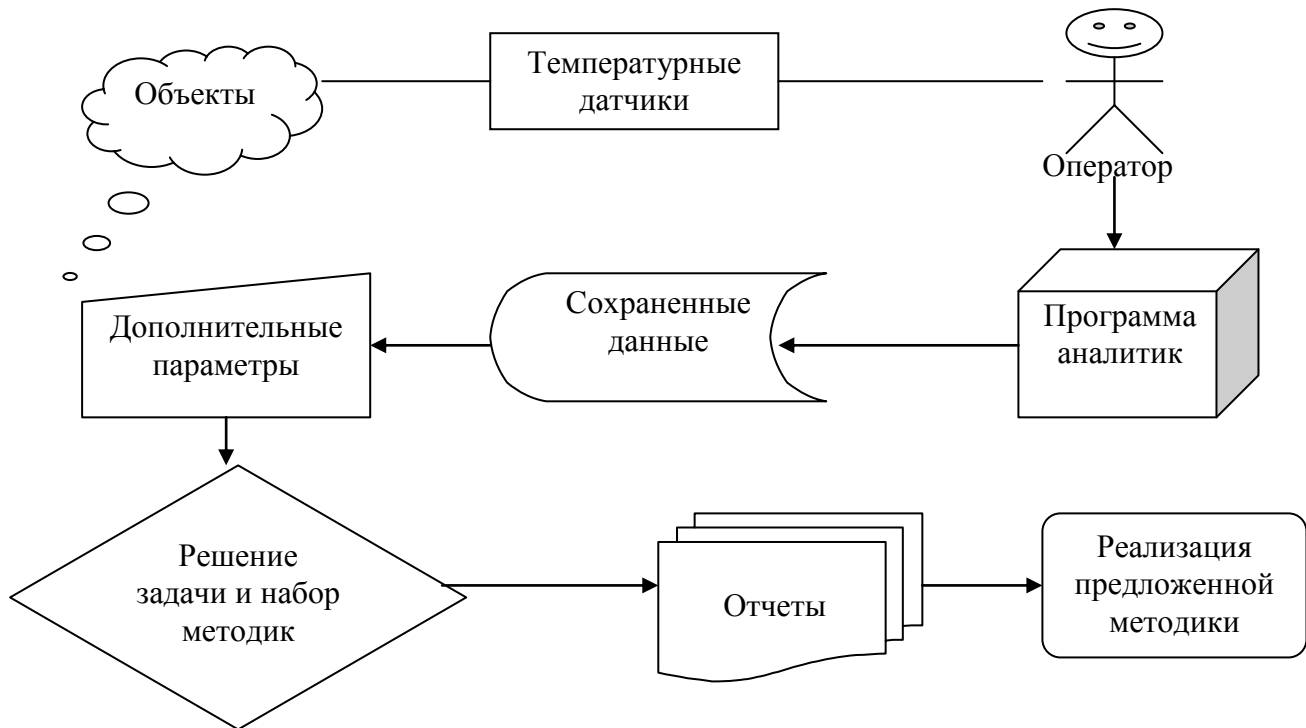


Рисунок 1 – Диаграмма развертывания модели информационной системы

Важным показателем техники нормализации тепловых условий является холодильная мощность средств охлаждения воздуха. Увеличение холодильной мощности приводит с одной стороны к снижению температуры воздуха на рабочем месте, а с другой стороны к увеличению тепловых потоков от горного массива.

На основании обобщения закономерностей формирования тепловых условий в горных выработках глубоких шахт предложена методика построения компьютерных моделей, предполагающая численную реализацию с использованием объектно-ориентированной технологии моделирования процессов.

Предложенные компьютерные модели для описания процессов тепломассопереноса на выемочных участках глубоких шахт реализованные в среде визуального моделирования Simulink. Разработаны стандартные блоки и графические блок-диаграммы для расчета тепловлажностных параметров воздуха на выемочных участках. Предложенные модели «настроены» на тепловой режим глубоких шахт и представлены в виде библиотеки модулей адаптированных под каждую из основных 15 глубоких шахт Донбасса.

## УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ТОВАРОВ

Я.А. Колесникова, О.А. Дмитриева  
Донецкий национальный технический университет

В Украине темпы роста розничной торговли постоянно увеличиваются. Для повышения конкурентоспособности в этой отрасли необходимо внедрение информационных технологий, в частности, автоматизированной системы учета товаров на складе и системы управления запасами.

При наличии автоматизированной системы учета, система управления запасами должна основываться на модели управления запасами с постоянным контролем уровня запаса. Кроме того, основные товары розничной торговли – продукты питания и одежда – стареющие товары, которые имеют ограниченный срок хранения. Поэтому, в данной работе рассматривается  $(Q, r)$ -система управления запасами скоропортящихся материалов, т.е. система, в которой каждый раз, когда уровень запаса опускается до  $r$ , подается заявка на заказ размером  $Q$ .

Управления запасами скоропортящихся товаров в предлагаемой модели происходит следующим образом:

- 1) определяется оптимальный размер заказа (с учетом расходов на хранение, дефицит и списание устаревших товаров) и подается заказ на пополнение запаса;
- 2) весь прибывший продукт считается новым;
- 3) отпуск товара производится по принципу «первый пришел – первый вышел»;
- 4) продукт, не реализованный в течение срока хранения, изымается из системы.

Для точного описания наличного запаса в каждый момент времени используется следующая формула:

$$\begin{cases} Y_n^1 = m \\ Y_n^i = [Y_{n-1}^{i-1} - \max\{D_n, Y_{n-1}^a\}]^+, \quad i = 2, \dots, a \end{cases}$$

где  $w^+ \equiv \max\{0, w\}$

$Y_n^i$  – количество запаса возраста  $i$  в момент времени  $n$ ;

$D_n$  – спрос в момент времени  $n$ .

Однако использование такой формулы при решении реальных задач значительно увеличивает сложность вычислений, поэтому в разрабатываемой системе, которая будет реализовывать разработанную модель, используется приближенный подход для описания наличного запаса в каждый момент времени.

При формировании приближенного значения уровня запаса в каждый момент времени используются следующие предположения:

- 1) запас покидает систему либо для удовлетворения спроса, либо изымается как устаревший товар;
- 2) часть неудовлетворенного спроса в системе задалживается, а часть – теряется безвозвратно, причем, доля задолженного спроса не меняется в зависимости от продолжительности дефицита.

Тогда ожидаемый уровень запасов в системе в любой момент времени представляется в модели следующим соотношением:

$$EI = \{r - DL + [Q + (1 - \beta)ES]/2\} + DL(ES - ER)/\{2[Q + (1 - \beta)ES - ER]\},$$

где  $EI$  – ожидаемый уровень запаса в единицу времени;

$r$  – точка возобновления заказа;

$DL$  – спрос во время доставки;

$Q$  – размер заказа;  
 $\beta$  – доля неудовлетворенного спроса в цикле пополнения, которая может быть задолжена;

$ES$  – ожидаемый объем дефицита в цикле;

$ER$  – ожидаемое количество устаревших товаров в текущем заказе размера  $Q$ .

В качестве приближения ожидаемого количества устаревших товаров  $ER$  в разрабатываемой системе используется следующий подход:

$$ER = \left. \begin{array}{l} \int_0^{r+Q} (r+Q-u)f_{m+L}(u)du - \int_0^r (r-u)f_{m+L}(u)du \\ \text{если } d_{m+L} \text{ неотрицательная непрерывная случайная переменная} \\ \sum_{u < r+Q} (r+Q-u)f_{m+L}(u) - \sum_{u < r} (r-u)f_{m+L}(u) \\ \text{если } d_{m+L} \text{ неотрицательная дискретная случайная переменная} \end{array} \right\},$$

где  $f_{m+L}(u)$  – вероятностная функция случайной переменной  $d_{m+L}$  (т.е. спрос в течение  $m+L$  единиц времени).

Для описания ожидаемого размера дефицита используется следующая формула:

$$ES = \left. \begin{array}{l} \int_r^{\infty} (x-r)f_L(x)dx, \\ \text{если } d_L \text{ неотрицательная непрерывная случайная переменная} \\ \sum_{x > r} (x-r)f_L(x) \\ \text{если } d_L \text{ неотрицательная дискретная случайная переменная} \end{array} \right\},$$

где функция  $f_L(x)$  – это вероятностная функция случайной переменной  $d_L$  – спроса во время поставки заказа.

Однако в связи со случайным характером спроса, определение ожидаемого уровня запаса в системе и, затем, оптимального размера заказа будет неточным. Тогда возможна ситуация наличия большого количества устаревших товаров. Устаревшие товары изымаются из системы, т.е. предприятие несет убытки, определяемые стоимостью просроченных товаров и затратами на их списание. Чтобы уменьшить такие убытки в разрабатываемой системе предлагается ввести скидку на продажную стоимость продукции. Возросший в результате снижения цены спрос, будет поглощать излишек запасов и уменьшит объем списываемой продукции.

Таким образом, разрабатываемая система позволяет не только эффективно управлять процессом пополнения запасов скоропортящихся продуктов (т.е. давать рекомендации по поводу времени и объема закупки), но и минимизировать затраты, связанные со списанием товаров с истекшим сроком годности. Минимизация затрат при этом достигается за счет возможностей системы генерировать рекомендации относительно времени установления и величины скидки на скоропортящуюся продукцию.

## БАЗА ДАНИХ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ РЕГІОНІВ З ВИСОКИМ ТЕХНОГЕННИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

Донецька область відноситься до числа найбільш техногенно навантажених регіонів, причому провідні галузі промисловості регіону (гірничовидобувна, металургійна, хімічна) завдають найбільшого збитку стану водних екосистем і якості водних ресурсів. В Донецькій області найбільш істотний техногенний вплив на стан водних об'єктів спричиняють закриття шахт, робота водоочисних систем шахт, систем каналізації, очищення промислових стічних вод і т.п.

Важливою частиною систем моніторингу довкілля є системи гідроекологічного моніторингу, адже проблеми якості питної води та води як ресурсу для промислових процесів є одними з найважливіших екологічних проблем таких регіонів. Але гідроекологічний моніторинг буде ефективним тільки в тому випадку, якщо інформація, яка накопичується в банках даних, дасть можливість оцінювати, прогнозувати і регулювати стан водних екосистем і якість природної води. Отже, всю гідроекологічну інформацію необхідно упорядкувати, класифікувати, проаналізувати і оцінити, щоб можна було зрозуміти, які негативні процеси і явища виникають у водних об'єктах у зв'язку із забрудненням навколишнього середовища і шкідливим впливом інших антропогенних чинників.

При створенні систем моніторингу довкілля високі вимоги, що пред'являються до інформації, приводять до необхідності пошуку уніфікованих систем отримання і обробки первинної інформації. Використання бази даних, в якій застосовуються сучасні методи обробки даних і прогнозування, дозволяє автоматизувати та уніфікувати обробку інформації про екологічний стан водних об'єктів. Система обробки і зберігання даних забруднень водних об'єктів регіонів з високим техногенним навантаженням може використовуватися в рамках єдиної національної інформаційної бази даних про стан об'єктів моніторингу, доступної для використання різними категоріями організацій-водокористувачів і суб'єктів моніторингу. Це робить можливим забезпечення екологічної безпеки використання водних ресурсів регіону

Аналіз існуючого програмного забезпечення в області екологічного моніторингу стану річок Донецької області показав, які основні вимоги пред'являються до подібних систем моніторингу та дозволив сформулювати задачі, які належало розв'язати у даному дослідженні:

- збір і аналіз наявної інформації;
- створення і наповнення бази даних екологічної інформації про стан водних об'єктів;
- розробка алгоритмів адміністрування бази даних;
- розробка програмної документації системи збору і обробки екологічної інформації про стан водних об'єктів.

Програмний продукт створено для зберігання, обробки і представлення інформації про стан річок при моніторингу річкових водних об'єктів в Донецькій області. Розроблений програмний продукт призначений для ведення комп'ютерної бази даних (БД) за різними характеристиками забрудненості питної води, оцінки відповідності гігієнічним нормативам якості т.п.

До складу пакету входять наступні програмні модулі:

1. Ведення баз даних.
2. Оцінка якості питної води.

3. Управління базами даних.

4. Ведення контрольно-довідкової інформації.

База даних спостережень за якістю питної води має постійну і оперативну інформацію. До постійної інформації відносяться: характеристики точок контролю якості води (точок відбору), база даних підприємств, забруднюючих водні ресурси, довідники контрольованих показників і т.д. Оперативна інформація містить дані вимірювань по переліку контрольованих показників в конкретних точках за конкретну дату.

Створена система має такі основні властивості:

- забезпечує доступ до бази даних забруднення води регіонів з високим техногенним навантаженням всім користувачам за допомогою протоколу HTTP по мережі Інтернет;

- забезпечує доступ до системи адміністрування всім зареєстрованим користувачам за допомогою протоколу HTTP по мережі Інтернет;

- забезпечує доступ користувача до інформації за допомогою стандартних типів броузерів;

- забезпечує зберігання інформації за допомогою системи управління реляційними базами даних MySQL;

- сортування і представлення інформації у вигляді HTML по запитам користувача;

- проста в освоєнні і експлуатації, має дружній інтерфейс з користувачем;

- забезпечує надійність зберігання інформації.

Також для забезпечення наповнення бази даних реалізовано сторінку адміністрування. Крім того, ця сторінка може бути використана також для видалення або коригування інформації, що вже є в базі даних. Адміністрування здійснюється по мережі Інтернет, а доступ до нього здійснюється на ім'я користувача і пароллю. Тільки зареєстрований в системі користувач має право на додавання, зміну і видалення інформації з бази даних. Така система забезпечує наповнення, зберігання і представлення інформації за допомогою системи управління реляційними базами даних. У системі передбачено сортування даних і вибірка даних за умовою, заданою користувачем. Система доступна в мережі Інтернет і має зрозумілий простий в освоєнні і зручний інтерфейс з користувачем.

Система обробки і зберігання даних забруднень водних об'єктів регіонів з високим техногенним навантаженням може використовуватися в рамках єдиної національної інформаційної бази даних про стан об'єктів моніторингу, доступної для використання різними категоріями організацій-водокористувачів і суб'єктів моніторингу. Це робить можливим забезпечення екологічної безпеки використання водних ресурсів регіону.

Інформація, що зберігається у базі даних забруднення води регіонів з високим техногенним навантаженням може бути використана фізичними особами, підприємствами, організаціями і контролюючими органами Донецької області. Застосування системи дасть можливість простежувати динаміку забруднення річкових водних об'єктів та ефективно керувати використанням водних ресурсів.

## АНАЛІЗ СТАНУ ПІДЗЕМНИХ І ПОВЕРХНЕВИХ ВОД У РАЙОНІ ЛАРИНСЬКОГО ЗВАЛИЩА ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ М. ДОНЕЦЬКА

К. М. Мартинчук, В.В. Хазіпова

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Вода, на відміну від атмосфери, є середовищем у якому виникло життя та у якому живе велика частина видів живих організмів ( в атмосфері лише тонкий шар близько 100 м наповнений життям). Тому при нормуванні якості природних вод необхідно піклуватися не тільки про воду як ресурсу, що споживається людиною, але і про збереження водних екосистем як найважливіших регуляторів умов життя планети.

Вода – найважливіша частина організму людини, що складає 2/3 його маси. Вона забезпечує нормальний обмін речовин, травлення, теплорегуляцію, тобто практично всі процеси, що відбуваються в організмі людини.

Ще більше 2000 років тому видатний лікар Авиценна прийшов до висновку, що з 1000 хвороб 999 пов'язані зі станом води, яку споживає людина. Тому однією з основних життєвоважливих проблем сучасності є збереження навколишнього природного середовища з його складним механізмом самовідновлення і саморегулювання.

Актуальність цієї проблеми обумовлюється тим, що в міру поглиблення науково-технічного прогресу і розширення масштабів індустріалізації зростає ступінь сукупного впливу промислових виробництв на всі елементи біосфери, викликаючи їхні небажані зміни. Усе це створює екологічну напруженість в індустріально розвинених районах і вимагає проведення спеціальних захисних заходів для її усунення.

До числа індустріально розвинених районів належить Донбас, що займає 8,8% території України з найвищою щільністю населення (близько 200 людей на 1км<sup>2</sup>), випускається більше 20% усієї промислової продукції, з них: паливної – 64 %, металургійної – 43 %, хімічної, коксохімічної і нафтохімічної – 31%, електроенергетичної – 25 %, які постають джерелами забруднення навколишньої природного середовища.

Таким чином, багаті запаси корисних копалин у нашому регіоні створили передумови для становлення Донбаського регіону як територіально-виробничого комплексу з розвинутою вугледобувною промисловістю, важкою індустрією, інфраструктурою мегаполісів і високою щільністю населення.

Зрозуміло, що велика кількість промислових відходів, що утворюється на усіх вищезначених підприємствах повинна бути або перероблена, або розміщена на спеціально устаткованих для цього полігонах промислових відходів. Одним із таких об'єктів в Донецькій області є Ларинський полігон промислових та будівельних відходів в Будьонівському районі м. Донецька.

Найбільш важливим питанням, яке постає перед нами, є питання про стан поверхневих і підземних вод в районі розміщення цього полігона, адже в безпосередній близькості від нього протікає р. Кальміус – одне із основних джерел водопостачання області.

Високий рівень техногенного тиску и впливу на навколишнє природне середовище, в тому числі і на водне середовище не може залишитися непоміченим. Якість водних ресурсів Донбасу найнижча в Україні. Крім того, Донецька область відноситься до маловодних регіонів (забезпеченість водними ресурсами в Донецькій області складає 190 м<sup>3</sup> на людину, у порівнянні з 1000 м<sup>3</sup> у середньому по Україні).

Матеріали проведених досліджень свідчать про те, що підземні води території розташування Ларинського звалища розтікаються від полігону в напрямку р. Кальміус та б. Тринадцятої; вони не захищені від хімічного та мікробного забруднення. Рівень забруднення підземних вод змінюється від надзвичайно високого (в районі полігону та існуючої вище звалища) до високого (в районі б. Тринадцятої) та помірний (в районі р. Кальміус).

Тому на сьогодні дуже важливим є проведення аналізу стану підземних і поверхневих вод у районі Ларинського звалища промислових відходів з тим, щоб вивчити існуюче положення та постійно контролювати рівень екологічної небезпеки об'єкта.

З цією метою для Ларинського звалища промислових відходів були розроблені заходи щодо поліпшення екологічного стану підземних та поверхневих вод р. Кальміус, балки Четвертої та балки Тринадцятої.

## ВЫБОР МОДЕЛИ ОЦЕНКИ РИСКА

К.О. Москаленко, О.А. Дмитриева  
Донецкий национальный технический университет

Практики риск-менеджмента, вероятно обратили внимание, что в настоящее время наблюдается тенденция к усложнению моделей оценки риска. Монопольное положение здесь занимает методология VaR (Value-at-Risk), которая основывается на статистическом анализе данных. Несмотря на то, что достигнуты значительные результаты, с углублением в математику и статистику, обнаруживаются новые проблемы оценки.

На данный момент многие технологии исходят из предположения о нормальности распределения цен, дохода или других факторов. Такая ситуация возможна на стабильном рынке, в то время как в реальности - наблюдаются распределения с острой вершиной и "толстыми хвостами" в области высоких доходов и высоких потерь. К таким распределениям относятся – Парето, Стьюдента и другие.

Использование VaR позволяет спрогнозировать максимальную сумму потерь в определенном проекте с заданной вероятностью. К стандартным доверительным интервалам относят 95% и 99%. Если исходные данные были распределены нормально, то в этом случае катастрофических последствий рисковое событие не вызовет. Но если данные были распределены по Парето или любому другому закону с тяжелыми хвостами, то реальная величина убытков может в несколько раз превышать ожидаемую.

В связи с этим рассмотрим, каким же образом наиболее эффективно и корректно вычислять VaR. Несмотря на многообразие подходов к реализации VaR все они включают Mark-to-market, оценку распределения, непосредственно вычисление VaR портфеля. Основная разница заключается в том, как происходит оценка распределения. В работе для анализа используются следующие группы моделей: параметрические, непараметрические и частично параметрические.

В качестве параметрических рассматриваются RiskMetrics и GARCH. В уравнении участвуют значения изменения цен (или других параметров) и оценка волатильности.

$$y_t = \sigma_t \varepsilon_t \quad \varepsilon_t - \text{независимо одинаково распределены}$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha y_{t-1}^2 + \beta y_{t-1}^2$$

К основному недостатку этих моделей можно отнести недооценку рисков, что связано с предположением о нормальном распределении.

Наиболее популярным в работе методом непараметрической оценки VaR является метод, основанный на исторических данных. В данном случае не делается никаких предположений о типе распределения, но возникает другая проблема. При реализации этого метода необходимо определить ширину окна – число данных или период, в рамках которого проводится анализ. Если он выбирается слишком маленьким, то ощущается недостаток данных для анализа. Но если слишком большим, то, возможно, распределение внутри окна будет нескольких разных типов.

К классу частично параметрических моделей в работе относят методы предельного значения (EVT) и SAViaR, который учитывает условную авторегрессию. Моделирование часто осуществляется путем комбинации этих методов, так как EVT хорошо работает только с малыми значениями вероятности – то есть на концах «хвоста», а для больших вероятностей дает ошибки. В этом случае задействуется SAViaR, который позволяет избежать ошибок в середине распределения.



Для моделирования в работе использовались данные, распределенные по нормальному закону (N) и по Стьюденту с тремя t(3) и четырьмя t(4) степенями свободы. Объем выборки V составлял 1000. ошибка оценивалась по величине среднеквадратического отклонения E и смещенности S.

$$E_{\theta,k} = \sum_{j=1}^V \frac{\Phi_{\theta,k}^{(j)}}{V} - q_{\theta}$$

$$S_{\theta,k} = \sum_{j=1}^V (\frac{\Phi_{\theta,k}^{(j)}}{V} - q_{\theta})^2 / V$$

Результаты моделирования сведены в таблицу с учетом уровней значимости.

Таблица 1 Оценки методов

	E			СКО		
	N	t(3)	t(4)	N	t(3)	t(4)
<b>0,05%</b>						
Ист. Симуляция	8,42	275,76	144,42	25,16	1052,5	462,24
GARCH	0	1004,6	470,36	0,45	1147,3	493,24
EVT	0,3	15,44	2,6	10,67	875,75	269,61
CAViaR	3,65	104,76	33,51	19,07	1403,4	483,97
CAViaR+EVT	0.06	1.53	1.36	4.51	274.93	109.87
<b>1%</b>						
Ист. Симуляция	0,4	8,13	3,84	7,17	101,31	50,8
GARCH	0	6,14	6,37	0,23	24,81	9,12
EVT	0,06	0,73	0,31	3,62	36,51	19,67
CAViaR	0	0,1	0,05	1,36	15,52	9,74
CAViaR+EVT	0	0.03	0.01	0.87	6.34	3.73
<b>5%</b>						
Ист. Симуляция	0,02	0,12	0,07	2,53	11,99	6,81
GARCH	0	4,08	1,05	0,12	11,01	2,22
EVT	0,01	0,01	0	1,7	9,45	5
CAViaR	0	0	0	0,44	1,35	0,91
CAViaR+EVT	0	0	0	0,41	1,15	0,79

Хотелось бы отметить, что при переходе к довольно низким значениям квантиля наблюдается резкое увеличение показателей, что говорит о том, что модели недостаточно хорошо работают с «тяжелыми хвостами». И даже такой широко распространенный метод как CAViaR становится ненадежным при переходе к 0,05%. Из таблицы видно, что если исходные данные распределены нормально, то все модели дают приемлемый результат, но все же GARCH даст наиболее точный. Неоспоримым лидером в оценках оказался CAViaR+EVT. Он наиболее эффективно работает со всеми распределениями, давая результат на несколько порядков лучший, чем другие модели. При 5% EVT, CAViaR и CAViaR+EVT дают практически одинаковые результаты для всех рассмотренных распределений. Но если вернуться к поставленной задаче определения наилучшей модели для расчета VaR по данным с «тяжелыми хвостами», то можно однозначно сказать, что этим методом является CAViaR+EVT.

## КОМПЛЕКСНА БАГАТОПАРАМЕТРИЧНА ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ БАСЕЙНУ РІЧКИ ТЕТЕРІВ

О.Г. Парфенюк, С.В. Скрипніченко  
Житомирський державний технологічний університет

Чисельність показників якості води спонукає до об'єднання даних з метою комплексного розуміння стану та динаміки її якості. Одним із важливих шляхів вирішення цього є вибір ключових (реперних) показників (критеріїв), які є основними характеристиками якості і могли б бути використані для розробки методу оцінювання. Важливим є те, щоб сукупність критеріїв, яка використовувалась, охоплювала усі значимі чинники, була повною і дієвою (застосованою при аналізі), не дублювала облік окремих властивостей в декількох показниках і відзначалась стабільністю, тобто мала б інерційність відгуків до миттєвих зовнішніх збурень.

Перераховані властивості критеріїв мають бути основою методології визначення системи індикаторів для оцінки екологічного стану водного об'єкту та прогнозування наслідків антропогенного впливу.

Програмою наших аналітичних досліджень було передбачено: виконання комплексної критеріальної багатопараметричної оцінки екологічного стану водних об'єктів басейну річки Тетерів за дев'ятьма показниками; обґрунтування динаміки екологічного стану водних об'єктів; визначення адекватності пропонованих оціночних критеріїв рівням антропогенного навантаження та кліматичним чинникам. До аналітичних досліджень були залучені статистичні дані, узагальнені у формах державної статистичної звітності, результати спостережень по гідрометеорологічних постах, лабораторії Житомирської гідрогеолого-меліоративної партії, станції хімізації сільського господарства із застосуванням розробленої машинної програми, методу регресійного аналізу з використанням критерію Стьюдента  $t$ .

Згідно вибраного методу критеріальної оцінки отримані числові значення  $D$  параметрів для окремих відкритих водних об'єктів басейну р. Тетерів та комплексний інтегральний показник  $\bar{D}$  екологічного стану досліджуваного об'єкту (табл. 1.).

Таблиця 1.  
Значення комплексного інтегрального показника  $\bar{D}$  екологічного стану водного басейну р. Тетерів за період досліджень

Роки досліджень							
1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Середнє
0,0129	0,0387	0,0652	0,2351	0,1041	0,3623	0,4053	0,102

Аналіз показника  $\bar{D}$  свідчить про загальну тенденцію наближення екологічного стану оцінюваного басейну в останні роки до задовільного. Коливання оцінок  $D$  у певні роки пояснюються рівнями застосування засобів хімізації в агроландшафтах та коливаннями атмосферних опадів, що і підтверджується нашим аналізом результатів статистичної звітності. Для прогнозу динаміки екологічного стану досліджуваного басейну нами запропоновані наступні варіанти структури факторіальної моделі:

1. Варіант D<sub>1</sub>: середньодобова річна температура повітря (t° C); річна сума опадів (W); загальні об'єми засобів хімізації, які застосовувались в агроландшафтах (I).

2. Варіант D<sub>2</sub>: середньодобова температура повітря за вегетаційний період; сума опадів за вегетаційний період; загальні об'єми засобів хімізації.

3. Варіант D<sub>3</sub>: середньодобова температура повітря за вегетаційний період; середньомісячна сума опадів за вегетаційний період; загальні об'єми засобів хімізації.

4. Варіант D<sub>4</sub>: річна температура повітря; середньорічна сума опадів; загальні об'єми засобів хімізації.

5. Варіант D<sub>5</sub>: максимальна добова температура повітря; річна сума опадів; загальні об'єми засобів хімізації.

Відповідно до кожного варіанту визначені узагальнені оцінки D<sub>1</sub>...D<sub>5</sub> рівнів антропогенного навантаження та кліматичних умов протягом досліджуваного періоду (табл. 2).

Таблиця 2.

Узагальнений показник D<sub>i</sub> рівнів антропогенного навантаження та кліматичних умов (1993-1999pp)

Варіант структури факторіальної моделі				
1	2	3	4	5
0,42481	0,63682	0,51709	0,42880	0,50348

З метою визначення адекватності узагальнених оцінок D<sub>i</sub> за варіантами 1...5 реальному екологічному стану поверхневих водних об'єктів виражених значеннями комплексного інтегрального показника D (див. табл. 1), виконано їх кореляційний аналіз. Визначені коефіцієнти кореляції для розглянутих варіантів 1, 2, 3, 4 і 5 становили відповідно 0,92; 0,39; 0,34; 0,92; та 0,79.

Аналіз отриманих результатів свідчить, що застосування вибіркового показника за вегетаційний період не є достатньою мірою достовірним, що виражається через слабкий кореляційний зв'язок на варіантах 2 і 3. Достатньо щільна кореляція комплексної критеріальної оцінки спостерігається для варіантів 1, 4 і 5. Таким чином, такі варіанти 1, 4 і 5 можуть бути обрані як базові для розробки факторіальної моделі прогнозу динаміки екологічного стану поверхневих водних об'єктів.

Розробка прогнозу моделі екологічного стану водних об'єктів зводиться до описання одномірної нестационарної системи, яка в символічній (оперативній) формі матиме вигляд:

$$D(t^{\circ}C, W, I) = D_i(t^{\circ}C, W, I) \cdot g(\tau),$$

де g(τ)-визначений період прогнозування.

У наведеній моделі параметри t° C та W є незалежними змінюваними, які визначені періодом, що передуює прогнозу. Отже, прогноз екологічного стану водних об'єктів одночасно визначається показником I (загальні об'єми хімізації).

Достовірність результатів оцінки стану водних об'єктів D<sub>i</sub> (D<sub>1</sub>, D<sub>4</sub>, D<sub>5</sub>) за критерієм Стьюдента визначає ступінь довірчої ймовірності по зазначених варіантах моделі на рівнях: t D<sub>1</sub>=95%, t D<sub>4</sub>=98%, t D<sub>5</sub>=90%.

Таким чином, для розробки моделі прогнозу екологічного стану водних об'єктів визначена структура факторів за варіантом D<sub>4</sub>.

## ОЦЕНКА ЯВЛЕНИЙ ИМПАКТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА

Е.С.Побережняк, Л.И. Рублева  
Донецкий национальный технический университет

Среди большого количества химических веществ, поступающих в окружающую среду особое место занимают тяжелые металлы (ТМ), обладающие высокой стабильностью, миграционной способностью и токсичностью. В сложном динамическом процессе миграции тяжелых металлов формируются взаимосвязи металлов в среде и организме человека. Среди неблагоприятных последствий загрязнения тяжелыми металлами приоритетным является нарушение структуры земель и загрязнение почвы. Преобладающее количество особо загрязненных земель сосредоточено в промышленных зонах и прилегающих к ним территориям на расстоянии 1-5 км.

В связи с этим целью настоящего исследования являлась оценка взаимосвязи существующего загрязнения почвы ТМ и поступления их в организм человека с продуктами питания на примере Донецкого промышленного региона.

В табл.1 представлены результаты анализов проб почвы на загрязнение тяжелыми металлами в производственной зоне основных предприятий г. Мариуполя.

Основным источником ТМ в почвах г. Мариуполя является пыль металлургических предприятий, содержащая в своем составе практически весь спектр химических элементов.

Таблица 1

Результаты анализов проб почвы г. Мариуполя на загрязнение ТМ

Место отбора Пробы	Содержание, мг/кг					
	Cd	Mn	Cu	Ni	Pb	Zn
МК "Азовсталь"	2,5	1118	31	38	16	56
	1,25	2478	64	25	11	76
"Маркохим"	1,0	1368	30	40	5	69
	0,5	920	26	36	10	58
Аглофабрика "МК им.Ильича"	0,5	1040	25	41	12	61
	0,25	955	31	40	11	69
	1,0	825	27	43	13	66
	0,25	960	43	36	32	102
Радиаторный Завод	1,0	988	44	41	45	158
	0,0	1218	38	29	24	146
	0,25	1806	95	32	116	285
	0,5	1925	79	37	78	184
	0,0	1213	102	35	169	311
	2,5	1743	292	33	325	709
	1,25	1610	54	21	92	269
	0,75	1700	81	31	42	255
ПДК, мг/кг	1,0	1500	55	85	30	160

Большое количество ТМ содержится в выбросах и стоках радиаторного завода. Превышение ПДК по Cd составляет 2,5 раза, Cu – 1,3 раза, Pb – 10,8, Zn – 4,4. Максимальное содержание Mn, превышающее норму в 1,7 раз зафиксировано в образцах почвы, отобранной на территории комбината "Азовсталь" около центральных проходных. Содержание Ni не превысило ПДК ни в одной из отобранных проб.

В табл.2 представлены материалы по гигиенической характеристике содержания ТМ в продуктах питания, производимых в Донецко-Приднепровском промышленном регионе.

Таблица 2

Содержание металлов в основных группах продуктов

Группа пищевых Продуктов	Концентрация, мг/кг			
	Pb	Cd	Cu	Zn
Хлебобулочные изделия	0,028±0,086	0,010±0,016	1,16±1,22	2,5±2,5
ПДК	0,5	0,1	10,0	50,0
Молочные продукты	0,01±0,01	0,001±0,013	0,24±0,24	1,0±0,9
ПДК	0,1	0,03	1,0	5,0
Мясо и мясопродукты	0,02±0,03	0,003±0,003	0,54±0,40	6,7±5,1
ПДК	0,5	0,05	5,0	70,0
Рыба и рыбопродукты	0,07±0,03	0,009±0,002	0,75±0,40	3,5±2,8
ПДК	1,0	0,2	10,0	10,0
Овощи, фрукты	0,018±0,038	0,008±0,015	0,72±0,60	1,5±1,4
ПДК	0,5	0,03	5,0	10,0

В основных продуктах питания определяются Pb, Cd, Cu, Zn. Концентрации ТМ - токсикантов Pb и Cd по среднегодовым величинам не превышают ПДК, Cu и Zn – ниже биологических значений (табл.2). Наблюдается четкая тенденция увеличения уровня содержания металлов в пище при возрастании уровня их содержания в почве (табл. 1).

Учитывая вышесказанное, нами предпринята попытка оценить взаимосвязь существующих уровней ТМ в почве промышленного региона и их суммарного поступления в организм с продуктами питания. Расчет производился по зависимости:  $M_2 = a + bM_1$ , где  $M_1$  и  $M_2$  – содержание металлов в почве (табл.1) и основных продуктах питания (табл.2) соответственно (мг/кг). Результаты оценки в табл.3

Таблица 3

Параметры взаимосвязи уровней содержания металлов в почве и продуктах питания жителей промышленного региона

Группа пищевых продуктов	-a	B	R <sup>a</sup>
Хлебобулочные изделия	0,233	0,022	0,947
Молочные продукты	0,156	0,009	0,955
Мясо и мясопродукты	1,333	0,059	0,930
Рыба и рыбопродукты	0,058	0,031	0,955
Овощи, фрукты	0,132	0,013	0,944

а. Примечание. R-коэффициент корреляции

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о наличии четкой взаимосвязи между определяемыми факторами. Большую физиологическую нагрузку на

организм испытывают жители региона, потребляющие мясо- и рыбопродукты, т.к. тяжелые металлы обладают кумулятивным действием в организмах животных, что отражается на производимых из них продуктах. Более низкая чувствительность к содержанию ТМ в почве, наблюдаемая для хлебопродуктов и овощей, вероятно связана с однолетним циклом злаковых и овощных культур.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод о постоянном присутствии в объектах окружающей среды ТМ, что влечет их поступление в организм человека с продуктами питания и водой. В сложном динамическом процессе миграции ТМ формируются взаимосвязи металлов в среде и организме человека. Это позволяет оценить степень создаваемого ими риска для здоровья населения, проживающего в неблагоприятных экологических условиях.

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА РИСКОВ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ**

Н.К. Попов, Н.Е. Губенко

Донецкий национальный технический университет

В постиндустриальном обществе существенно изменилось отношение к сложным производственным процессам. Если в индустриальном обществе ускорение роста технического прогресса и активное использование природных ресурсов рассматривались, безусловно, как положительные тенденции, то в настоящее время, с резким увеличением числа аварий и катастроф, отношение к аварийным и катастрофическим процессам, приводящим к гибели людей на производстве, становится более ответственным. Неуклонный рост материальных убытков от этих факторов вызывает у общества естественное желание активной борьбы с ними [1].

Следовательно, дальнейшее развитие производства невозможно без установления жесткого контроля над потенциально опасными объектами и производствами. Вопросы обеспечения безопасности выходят на первый план. На сегодняшний день ни один проект в промышленности не может быть реализован без проведения строгой экспертизы его промышленной и экологической безопасности, а также экспертизы возможных рисков. Из этих суждений и вытекает необходимость в создании информационной системы анализа рисков.

В нашей стране, как и в целом, в мире, вкладывание средств в безопасность происходило по принципу: «Вкладывать туда, где аварийность и травматизм максимальные, а не где максимален риск». В связи с этим и возникает масса нежелательных последствий деятельности предприятия.

Понятие риск означает количественную меру опасности, которая, в первую очередь, позволяет специалисту оценить вероятность и возможные последствия нарушения работоспособности объекта или системы, с целью своевременного внесения соответствующих коррективов в технологические процессы или ее структуру [2].

Основной трудностью при разработке информационного обеспечения процесса управления риском следует считать то, что одна и та же информация, отображающая процессы развития и возникновения опасных ситуаций, их взаимосвязь с производственными процессами, дает различный результат при рассмотрении с разных точек пространства и времени. Информация динамична и взаимосвязана по уровням и видам производственного процесса.

В настоящее время существует тенденция на предприятиях не заниматься анализом рисков, а оставить решение этой проблемы страховой компании, обслуживающей данное предприятие. Сам термин "страховой риск" многозначен. Под ним, во-первых, подразумевается предполагаемое опасное событие, на случай наступления которого производится страхование. Это нечто, что может, но не обязательно должно произойти. Во-вторых, страховым риском называется степень или величина ожидаемой опасности. В-третьих, под страховым риском понимают определенный вид ответственности страховой организации или размер ответственности в одном или нескольких видах страхования [3].

Данная работа посвящена вопросу создания информационной системы анализа рисков ввиду актуальности этой проблемы.

Предлагаемый алгоритм системы представлен в виде диаграммы развертывания на рисунке 1. Принцип взаимосвязи объектов предполагает управление машиной не всего процесса анализа, а предполагает наличие человеческого фактора в этом процессе. Часть данных получается автоматически, а некоторые критические замечания будут переданы человеком. Программа-аналитик выполнит анализ полученных цифровых данных и предложит минимальное количество верных, взаимоисключающих решений. Метод проведения анализа основывается на принципе нейросетевых технологий. Именно для решения задач с нелинейными данными и применяются нейросетевые методы анализа. Механизм нейронных сетей поможет справиться с трудной задачей выбора оптимального решения из множества вариантов [4].

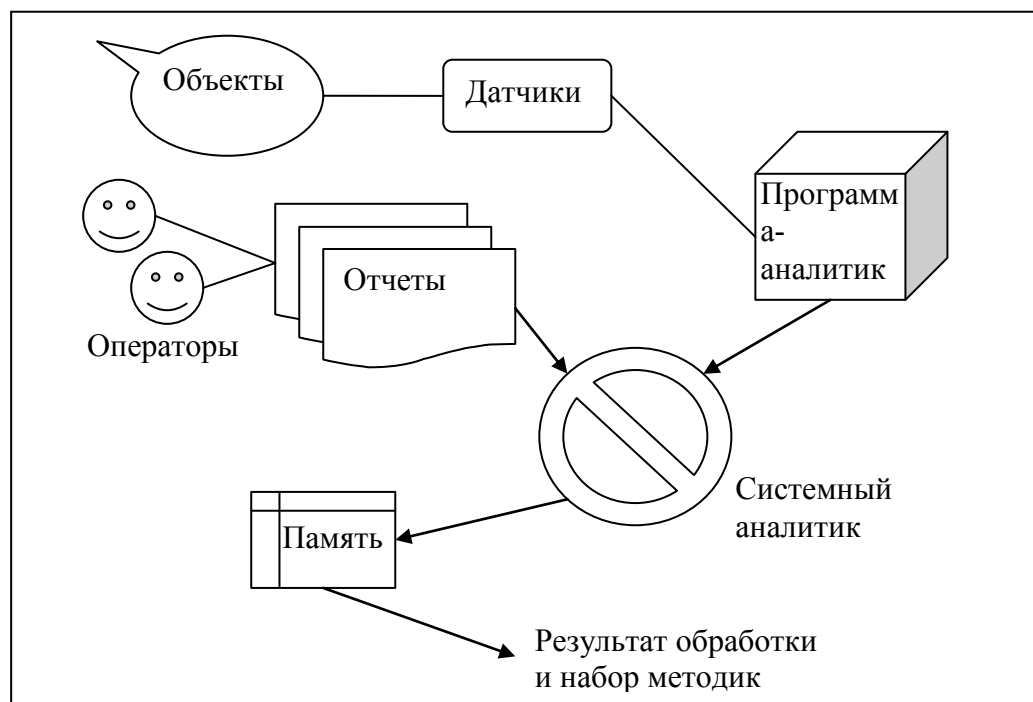


Рисунок 1 – Диаграмма развертывания информационной системы

Проект представляет собой программный продукт, который дает возможность предотвратить, предугадать возможные риски. Ввод данных производится автоматически с файла или вручную.

Моделирующая часть должна состоять из моделей, схем адаптации этих моделей на основе экспериментальных данных и мощного математического обеспечения, такого как многомерный линейный и нелинейный регрессионный анализ.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗА МЕТЕОПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ

С.А.Повзло, Г.В.Аверин

Донецкий национальный технический университет

В данной статье рассмотрены различные подходы при создании моделей локального прогноза погоды.

Прогноз погоды – научно обоснованное предположение о предстоящих изменениях погоды, составленное на основе анализа развития крупномасштабных атмосферных процессов.

Прогнозы погоды делятся на краткосрочные (от нескольких часов до 1—2 сут), долгосрочные малой заблаговременности (3—10 сут), долгосрочные большой заблаговременности (на месяц и более).

Подготовка прогнозов с помощью компьютерных моделей начинается с описания состояния атмосферы, основанного на прошлых и текущих наблюдениях, в виде процесса, называемого усвоением данных. В данном процессе обычно используется модель численного прогнозирования погоды (ЧПП), которая обобщает и экстраполирует по времени информацию, извлеченную из прошлых наблюдений. Усвоение данных является весьма эффективным при в условиях недостаточности информации из различных источников, используемыми с целью создания логически согласованной оценки состояния атмосферы. Однако, подобно прогнозу, усвоение данных базируется на модели ЧПП и не может непосредственно использовать наблюдения таких масштабов и процессов, которые не представлены в модели. Прогнозы с заблаговременностью, превышающей несколько часов, почти всегда полностью основываются на ЧПП. Точно можно предсказывать только погодные системы, которые в несколько раз превышают шаг сетки, и поэтому явления в меньших масштабах должны представляться в приближенном виде с использованием статистических и других методов. Эти ограничения в моделях ЧПП оказывают особое влияние на подробные прогнозы местных элементов погоды, таких, как облачность и туман, а также экстремальных явлений, таких, как интенсивные осадки и максимальные порывы ветра. Они также вносят вклад в неопределенности, которые могут в конечном итоге ограничивать предсказуемость и достоверность моделей.

В настоящее время для прогнозирования погоды используют следующие основные модели ЧПП: ADAS, ETA, Aviation, Ensemble, MM5, MRF/GFS, NGM, Meso-ETA. Модель NGM (Nested Grid Model) является одной из наиболее используемых моделей для краткосрочного прогнозирования (менее чем на 48 часов в будущее). Численные значения для каждого параметра, рассчитываемого в модели, рассчитываются каждые 3 или 6 часов, что позволяет прогнозику строить получать более детальную информацию для разного времени суток. Результаты прогноза



публикуются дважды в день. Модель ЧПП ETA является другой точной моделью прогноза погоды на период до 48-84 часов. Эта модель позволяет получить прогноз такой же детализации как и модель NGM. Результаты прогноза публикуются четыре раза в день. Модель ЧПП GFS (Global Forecast System) также является не менее точной, чем модель NGM. Она особенно полезна для прогноза на промежутке 48-72 часа, на котором модель NGM уже не рассчитывает прогноз. Расширенная версия GFS (GFSX) позволяет получать прогноз погоды вплоть до двух недель в будущее, но точность прогноза резко падает при прогнозе более чем на неделю.

Указанные модели являются крупномасштабными, поэтому с их помощью возможно прогнозирование лишь величин, осредненных по площади элементарной ячейки прогностической модели. С помощью таких осредненных значений можно охарактеризовать «основное» состояние погоды, или ее «фон». Но в атмосфере также происходят процессы меньших, чем элементарная ячейка, масштабов, которые не учитываются в глобальной модели. Поэтому для прогнозирования этих процессов и соответствующей им погоды на уровне города или района разрабатываются специальные локальные прогностические модели.

Другой путь для создания эффективного прогноза погоды – это использование в прогнозировании нейронных сетей. Идея использования нейронных сетей в прогнозировании нашла свое применение в последнее десятилетие XX века. Они используются для краткосрочного и среднесрочного прогнозирования. Стандартная процедура использования нейронной сети заключается в «обучении» сети при помощи большого числа имеющихся данных. В процессе обучения, используя блок входных данных, сеть определяет зависимость, на которых основаны входные данные, и в дальнейшем для прогнозирования сеть будет использовать полученную зависимость. Преимуществом нейронных сетей является возможность их дальнейшего динамического обучения в процессе получения новых данных. Считается, что нейронная сеть по сравнению с другими методами наиболее точно определяет зависимости поведения данных.

Автоматизированная система прогноза погоды на локальном уровне может быть построена с использованием одновременно как и результатов ЧПП, так и построением нейронной сети. Архитектура системы показана на основе диаграммы компонентов (рисунок 1).

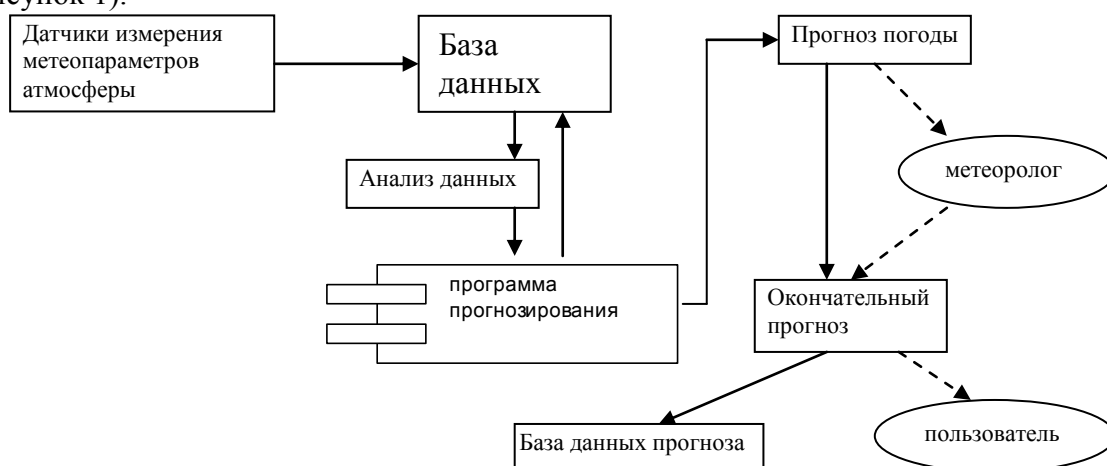


Рисунок 1 – Диаграмма компонентов

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РИСКА ЗДОРОВЬЮ ЧЕЛОВЕКА

О.В. Прохода, Л.Н. Кравченко

Бердянский государственный педагогический университет

Методика оценки риска здоровью населения занимает в настоящее время ведущее положение в системе безопасности и гигиены окружающей среды. Концепция оценки риска положена в основу современных документов и рекомендаций всех международных (Программа ООН по защите окружающей среды, ВОЗ, международная торговая организация, Европейское региональное бюро ВОЗ (ЕРБ ВОЗ)) и правительственных учреждений большинства экономически развитых стран (США, Канада, Великобритания и др.)

Многие годы, в нашей стране основой экологической безопасности являлась концепция «нулевого риска», основанная на ПДК и ПДУ, однако эти нормативы не всегда соблюдаются, а особенно в новых изменившихся социально-экономических (рыночных) условиях. Последствия превышения нормативов, тактика профилактики и социальной защиты населения конкретно не определены.

Для решения этих задач потребовались новые концепции, в том числе концепция «допустимого риска». Концепция «допустимо риска» используется не для противопоставления ее принципам гигиенического нормирования («нулевого риска»), а используется в тех случаях, когда мы сталкиваемся с факторами беспороговости действия. К числу таких факторов относятся радиация и канцерогенные вещества.

Методология оценки риска для здоровья человека, связанного с воздействием факторов окружающей среды, включает анализ физических, в том числе радиационных факторов, химических соединений, загрязняющих атмосферный воздух населенных мест, почву, воду, пищевые продукты, многочисленных биологических факторов (микробиологический и др. риск), вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса (профессиональный риск).

Следует отметить, что в Украине отсутствует Правовая и методическая база применения системы оценки риска.

Чтобы ускорить оценку риска и проводить ее на современном методическом уровне по оценке многосредовых воздействий химических соединений, многие научные центры создают компьютерные базы данных. Так, например, в банке данных НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды г.Москвы накоплены сведения о 9000 химических соединениях со всеми показателями зависимостей доза-ответ, референтные и предельно допустимые уровни воздействия, критические органы, системы и вредные эффекты и др.

С целью прогноза медицинских последствий аварийных ситуаций разрабатываются методы и критерии оценки воздействия уровней химических соединений с учетом прогнозируемой тяжести вредных эффектов (эффекты, угрожающие жизни и здоровью,

тяжелые эффекты, затрудняющие самоспасение, умеренные вредные эффекты, субъективные реакции дискомфорта).

При изучении экологических рисков приоритетное внимание уделялось загрязнению атмосферного воздуха и производственной среде. Однако анализ общей суммарной химической нагрузки должен учитывать еще и вклад разных микросред: жилища, транспорта, общественных учреждений и др.

Так установлено, что в формировании суммарных канцерогенных и неканцерогенных рисков главная роль принадлежит жилым помещениям. Величина риска составляет 80-90%, вклад городского атмосферного воздуха колеблется в пределах 4,5-15%, транспорта – 2,2%. Суммарная канцерогенная химическая нагрузка на население внутрижилищной среды достигает 90%.

Ведущее место среди канцерогенов в воздухе жилых зданий заняли бензол, тетрахлорметан, хлороформ. Ведущие ранги при определении суммарного неканцерогенного риска имеют азота диоксид, формальдегид, и 1, 2, 4-триметилбензол. Всего же в жилище было определено около 100 химических веществ, концентрации которых в 1,5-4 раза превышают показатели загрязнения атмосферного воздуха, а по некоторым веществам превышение составляет до 10 раз. Актуальность проблемы гигиены жилища определяется еще и тем, что большинство современных горожан проводят в них от 10 до 23 часов в сутки, особенно дети, пенсионеры, не работающие.

Фактор риска для здоровья населения представляют продукты хлорирования воды – это галогенсодержащие соединения (ГСС). По данным ВОЗ существенное неблагоприятное влияние на здоровья могут оказывать 19 ГСС, наиболее опасными среди них признаны тригалометаны, ведущим – хлороформ. Вещества, образующиеся при хлорировании, способны вызывать отдаленные эффекты: тератогенное действие, мутагенный и канцерогенный эффект. В целом ГСС, образующиеся при хлорировании, следует рассматривать как чрезвычайно опасную для здоровья населения группу химических загрязнений воды. Это дает основание ставить вопрос о замене хлорирования воды на другие способы обеззараживания – озонирование, ультрафиолетовое облучение и т.д. Однако, при обеззараживании воды озоном возможно образование таких канцерогенов, как толуол и стирол.

Наводнение среды обитания человека химическими веществами, контакт человека с ионизирующими излучениями позволяет ставить вопрос о возможном повышении частоты мутаций в человеческой популяции. Базовый уровень хромосомных aberrаций за последние 20 лет повысился в 2 раза. На производстве этот показатель превышает контрольный уровень в 2-3 раза, особенно среди курящих.

Известно, что действие любых генов осуществляется в тесном взаимодействии с факторами среды. Некоторые из них на различные факторы среды могут вызывать патологические реакции. Эти случаи называются экогенетическими болезнями. Потенциально экогенетические факторы окружающей среды действуют не на все население, а только на ту ее часть, которая генетически предрасположена, то есть имеет мутации. Наследственно обусловленные патологические реакции на действие внешних факторов широко известны: это загрязнение атмосферы, пища и пищевые добавки, лекарства, физические факторы и металлы.

Данные о воздействии средовых загрязнений на изменение генофонда популяции, оценка риска должны постоянно подвергаться коррекции в связи с прогрессом генетических технологий, с одной стороны, и с учетом внедрения новых технологий на производствах, с другой стороны, с учетом географических, климатических, национальных условий.

Таким образом, в настоящее время разрабатывается интегрированная система, включающая многочисленные компьютерные базы данных о практически всех имеющихся в мире значениях допустимых уровней воздействия факторов окружающей среды для оценки рисков, связанных с острыми и хроническими воздействиями в различных средах.

## АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ДОНЕЦЬКА

У.В. Сергієнко, М.Є. Тинор, І.В. Беляєва  
Донецький національний технічний університет

Існуюча на даний момент система моніторингу була створена понад 20 років назад. Але за ці роки відбулися значні зміни. По-перше, змінилась інфраструктура промисловості, як наслідок цього, змінилися обсяги викидів забруднюючих речовин (ЗР) до атмосферного повітря. Суттєво змінився клімат. Посилення парникового ефекту приводить до росту середньорічних температур повітря, за рахунок чого збільшується кількість вологи, що випарувалася, збільшується кількість опадів, та змінюється циркуляція атмосферного повітря. Дані рози вітрів показали, що в порівнянні з 1980 роком у даний час змінився переважний напрямок вітру з південно-східного на східне, швидкість вітру переважно постійна, приблизно 4,2 м/с. Кількість опадів зросла з 434,1 мм у 2002 році, до 754 мм в 2004 році. Всі ці показники впливають на розподіл концентрації ЗР в атмосферному повітрі. Все це викликає необхідність аналізу існуючої системи моніторингу забруднення атмосферного повітря, перш за все – раціональність розташування стаціонарних постів відбору проб атмосферного повітря.

В роботі був зроблений аналіз існуючої системи моніторингу за забрудненням атмосферного повітря м. Донецька аміаком. На рисунку 1 наведено дані по викидах аміаку стаціонарними джерелами м. Донецька.

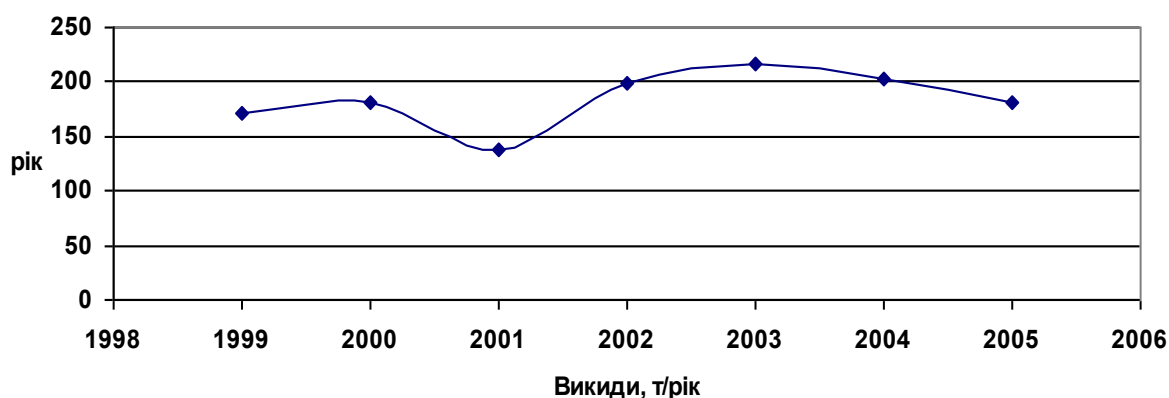


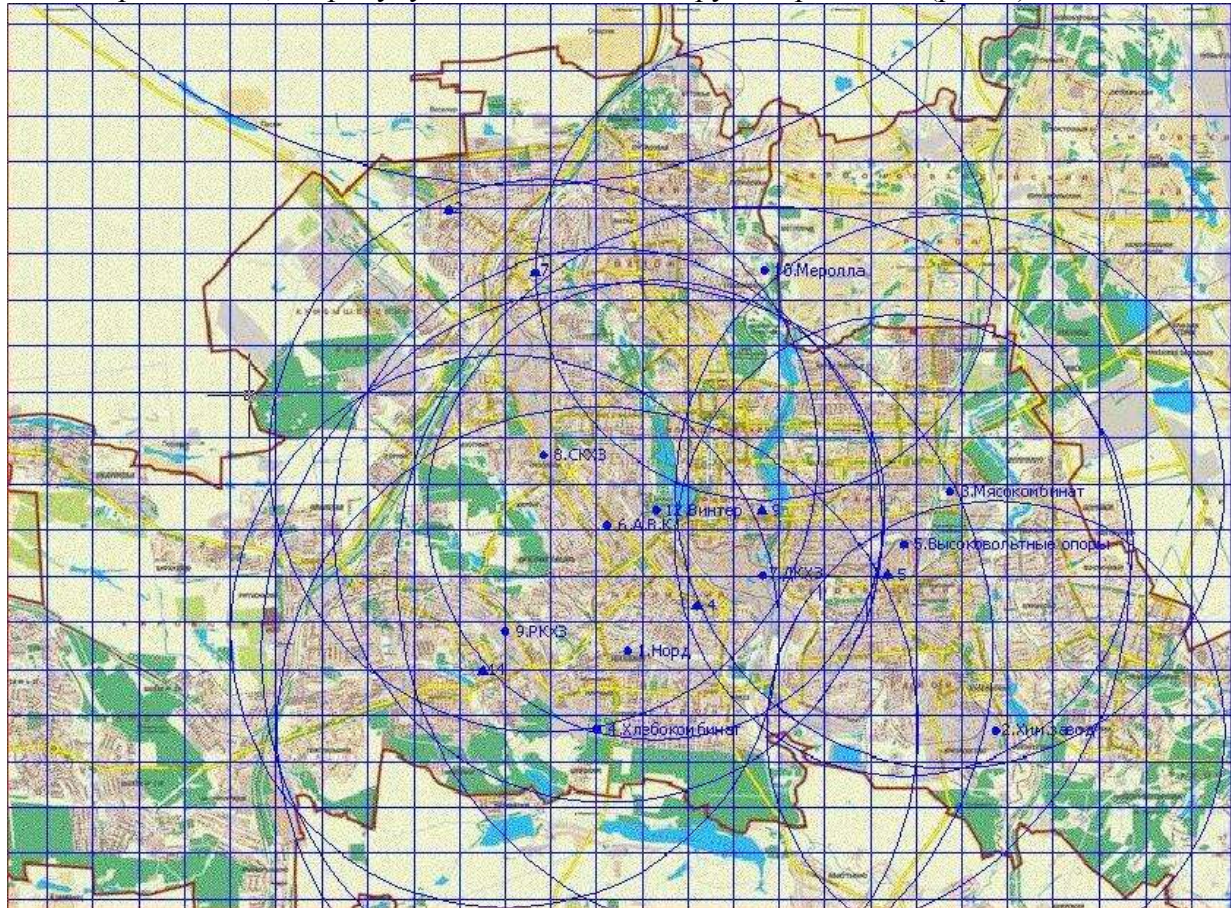
Рисунок 1 – Потужність викидів аміаку в м. Донецьку



На даний момент концентрації аміаку в м. Донецьку вимірюються на чотирьох постах Держкомгідромету та на двох постах підвідомчих санепідемстанції. За даними Держкомгідромету середнє перевищення концентрацій аміаку в атмосферному повітрі міста складає 1,5 ГДК, максимальне перевищення складає 2,2 ГДК (район залізничного вокзалу, Донецького металургійного заводу, Донецького відділення коксохімічного заводу).

Для проведення аналізу розташування стаціонарних постів, за допомогою програми EOL+ були розраховані зони впливу 12 підприємств, які викидають аміак.

Розраховані зони впливу були нанесені на карту-схему м. Донецька у вигляді концентричних кіл, котрі будуються навколо центру підприємства (рис. 2).



- ▲ - місце розташування стаціонарного поста сіті Держкомгідромету
- - умовний центр підприємства

Рис. 2 – Карта-схема м. Донецька з нанесеними зонами впливу та постами

Найбільші зони впливу мають: ЗАТ „Авдієвський коксохімічний завод” – 14 км, ВАТ „Донецькокок” ДКХЗ – 12 км; найменші – 5 км мають ВАТ „Хлібокомбінат №14”, ВАТ „Донецький завод високовольтних опор”, ТОВ „Мерола-Пелле”, ВАТ „Вінтер”. З отриманої карти можна наглядно побачити розташування постів та зони впливу підприємств-забрудників м. Донецька. На основі проведених розрахунків та побудованої карти розподілу концентрацій можна рекомендувати:

– внести аміак до переліку речовин, які повинні контролюватися на постах в Ленінському та Будьонівському районах, у зв'язку з тим, що там можливі перевищення ГДК у дні несприятливих метеоумов;

– розмістити ще один стаціонарний пост для контролю за концентраціями аміаку в атмосферному повітрі у Кіровському районі міста.

Для підтвердження створення додаткового посту необхідно провести розрахунок зон впливу підприємств іншими речовинами, такими як діоксид сірки, пил, оксиди азоту, і після цього остаточно визначити місця розташування стаціонарних постів.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РИСКОВ ВНЕДРЕНИЯ ГМО

О. А Сьч, В.В. Мнускина

Донецкий национальный технический университет

Современные молекулярные методы всё чаще используются для создания организмов, обладающих новыми признаками. Такие методы получили название «генной инженерии». Таким образом, это позволило извлекать молекулы нуклеиновых кислот (генетического материала) из одного организма и их последующего внедрения в другой организм так, чтобы эти молекулы стали частью постоянной генетической конструкции реципиента и могли бы наследоваться потомством.

Поскольку ГМО размножаются, распространяются и эволюционируют, они вызывают проблемы, значительно отличающиеся от проблем, связанных с безопасностью использования продуктов традиционных технологий. В отличие от большинства физических и химических соединений, ГМО при высвобождении в окружающую среду начинают размножаться, распространяться и, возможно, скрещиваться с местными организмами, что делает практически невозможным их обнаружение и уничтожение, а также затрудняет изменение или устранение их воздействия. Необходимость проявления осторожности стала очевидной в 1995 году, когда Стороны Конвенции о биологическом разнообразии призвали к действиям по обеспечению биобезопасности на международном уровне. Достижение целей биобезопасности заключается в следующем:

- проведение предварительной оценки возможности нанесения вреда здоровью человека и природным экосистемам в случае высвобождения конкретного ГМО в окружающую среду;
- предупреждение случаев возможного причинения вреда тем или иным любым содержащим его продуктом, если они попадают в состав продуктов питания для населения;
- проведение оценки фактической возможности ГМО приносить выгоду ради которой они были разработаны;
- прогнозирование возможных опасностей, возникающих при перемещении ГМО (преднамеренном или случайном) между различными экосистемами и странами.

Оценка биобезопасности—это поэтапный процесс систематического изучения потенциальных последствий преднамеренного или случайного высвобождения ГМО в окружающую среду, проводимого настолько тщательно, чтобы можно было с уверенностью установить, насколько безопасно использование того или иного ГМО.

Оценка биобезопасности включает понятия опасности и риска. Опасность может быть определена как потенциально неблагоприятный результат события или действия. Риск—это вероятность появления опасности.

Следующие механизмы могут приводить к появлению неожиданных свойств ГМО и к непредвиденным проблемам, поэтому должны учитываться в любых оценках:

- дрейф генов. Ген от ГМО может передаваться популяциям этого же или другого вида, что может вызвать неблагоприятное фенотипическое изменение;

– побочные изменения. Случайные изменения генома могут быть побочным эффектом генетической модификации.

– селективное увеличение транскрипции и трансляции. Можно увеличить синтез существующего или нового белка в ГМО, что может привести к изменению метаболического пути.

– загрязнение заданного продукта. Химические соединения, для синтеза которых был разработан ГМО, могут после выделения содержать примеси небольшого количества других молекул, которые, фактически являясь загрязнителями, могут снижать ценность продукта ГМО, особенно, если они вызывают аллергию или токсичны.

Ни одна страна не застрахована от возникновения непредвиденных обстоятельств в связи с высвобождением ГМО из-за возможности их распространения далеко за пределы места интродукции, однако наибольшей опасности подвергаются страны:

– с научной инфраструктурой недостаточно развитой для исследования биоразнообразия и описания экологии местных природных и сельскохозяйственных систем;

– с недостаточными финансовыми, политическими, административными, научными или управленческими возможностями или желанием создать и поддерживать программу по оценке риска.

Оценка риска для многих ГМО может быть чрезвычайно сложной. Это комплекс вопросов молекулярной биологии, биохимии и физиологии, плюс аспекты экологии, популяционной генетики, поведения, биогеографии и эволюционной биологии.

Критериями высококачественного научного исследования являются точность, тщательность проведения систематического и скрупулезного анализа, проведение максимально возможного числа экспериментов количественных оценок и здравый смысл.

На каждой из последующих стадий сбора данных необходимо сравнивать эффективность ГМО с немодифицированным организмом, на основе которого он был создан:

1. Лабораторные исследования:

– основной молекулярно-генетический анализ физиологических параметров, проводимые с целью описания ГМО и позволяющие выяснить, обладает ли он заданными свойствами и изменены ли другие свойства;

– проведение экспериментов в микрокосмах (маломасштабные) и в мезокосмах (среднемасштабные) для изучения потенциального влияния ГМО на окружающую среду и его генетической стабильности в условиях, приближенных к реальным;

– более сложные эксперименты, являющиеся продолжением «стерильных» экспериментов в микро- и мезокосмах и включающие организмы из экосистем, в которые могут попасть ГМО (последние должны включать тесты на возможность генетического обмена с близкими или далекими дикими или одомашненными видами).

2. Маломасштабные полевые испытания. Следует проводить после того, как лабораторные исследования подтвердят, что ГМО эффективен, генетически устойчив и экологически безопасен. Необходимы соответствующие экспериментальные процедуры с использованием хорошо изученных моделей, надлежащих размеров выборки, контроля и статистического анализа. На данной стадии важно проводить анализ обмена генами между ГМО и другими видами и генетической стабильности. Если на этой стадии эффективность продемонстрировать невозможно, то проведение более масштабных испытаний будет нецелесообразно.

3. Компьютерное моделирование. Имитационные компьютерные модели могут помочь оценке риска, но они не должны быть единственным основанием для окончательного решения безопасности и эффективности ГМО. Эти модели могут помочь в оценке таких параметров, как вероятность риска, характер и скорость распространения ГМО или генетического материала из ГМО в окружающей популяции.

4. Крупномасштабные полевые испытания. Объединяя результаты маломасштабных полевых испытаний с результатами компьютерного моделирования, можно нацеливать эксперименты на выявление наиболее вероятных типов неблагоприятных экологических последствий.

5. Высвобождение в коммерческих целях или широкое использование. Должны происходить в районах, в которых завершились крупномасштабные полевые испытания, выявившие высокую вероятность безопасности и эффективности ГМО. Необходимо обеспечивать проведение периодического мониторинга после высвобождения ГМО в окружающую среду. Это приведёт к появлению статистически достоверной выборки, необходимой для обнаружения неожиданного распространения, дрейфа генов, а также влияния на экологию и здоровье человека. Необходимо применять диагностику ГМО с использованием ДНК-маркеров для прослеживания поведения высвобожденных организмов и их потомков.

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ С МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ НА ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ УРОВНЕ**

А.В. Звягинцева, Н.А. Баштовая  
Донецкий национальный технический университет

Загрязнение атмосферного воздуха промышленных городов является одной из острейших экологических проблем Донецкой области. На протяжении 2004 года в области стационарными источниками промышленных предприятий выброшено в атмосферу 1598,3 тыс. тонн вредных веществ, что на 1,4% больше, чем в 2003 году. Основную часть выбросов вредных веществ внесли предприятия угольной промышленности, энергетики и металлургии. В этом плане г. Донецк является одним из наиболее техногенно нагруженных городов Донецкой области. На его территории расположено 28 предприятий металлургии и обработки металла, 1 коксохимический завод, 20 действующих шахт, 2 обогатительные фабрики и более 20 химически опасных производств. Основными веществами, загрязняющими атмосферу города являются взвешенные вещества (пыль), диоксиды азота и серы, оксид углерода, аммиак, формальдегид, фенол и без(а)пирен. Наибольшую долю выбросов вредных веществ от стационарных источников (по массе) составляют выбросы метана, обладающего выраженным парниковым эффектом. На его долю приходится 82,53 %. Выбросы оксида углерода соответствуют 6,2 %, диоксида серы – 4,25 %. Пыль, содержащая в своем составе различные металлы и вещества, токсичнее оксида углерода почти в 2 раза. Выбросы пыли составляют 3,2 % суммарных выбросов, соединения азота – немногим более 3,3 %. В зонах размещения и воздействия потенциально опасных объектов проживает фактически все население города (более 1 млн. жителей). Поэтому в плане анализа и оценки состояния атмосферы г. Донецк важное место отводится развитию системы экологического мониторинга.

Целью работы является определение взаимосвязи параметров загрязнения атмосферы с метеорологическими показателями на примере г. Донецк. Для реализации поставленной задачи использован пакет Statistica.

В процессе выполнения работы проведен сбор показателей для г. Донецк, характеризующих загрязнение атмосферы, и осуществлена обработка метеорологических параметров состояния погоды в городе. В массив экспериментальных данных вошли осредненные среднесуточные концентрации загрязняющих веществ по основным ингредиентам: аммиак, диоксиды азота серы, фенол, пыль, оксид углерода, формальдегид и данные, характеризующие метеорологические параметры состояния атмосферы каждые сутки: давление,



температура, скорость и направление ветра, влажность, облачность, а также атмосферные явления. Временные ряды данных включали замеры, выполненные на контрольных постах наблюдения за состоянием атмосферы города Комплексной лабораторией наблюдения за загрязнением природной среды Донецкого областного центра по гидрометеорологии и санитарно-эпидемиологической службы в течение шести лет с 01.01.2000 по 31.12.2005.

Известно, что кроме перечисленных выше метеорологических показателей на распространение загрязняющих веществ в атмосферном воздухе существенно влияют такие характеристики как: высота слоя перемешивания, интенсивность солнечной радиации, распределение температуры воздуха по высоте, инверсия, неоднородность подстилающей поверхности и т.д. Данные [1, 2] показывают, что даже при постоянных объемах и составах выбросов уровни загрязнения воздуха в отдельные дни в результате влияния метеорологических условий могут различаться в несколько раз.

Что касается непосредственно г. Донецка, росту уровня загрязнения способствуют неблагоприятные погодные условия. В течение года повторяемость слабых ветров составляет: Ю – 7%, ЮВ – 19%, ЮЗ – 12%. Приподнятые инверсии температуры препятствуют рассеиванию выбросов от высоких источников (предприятия черной металлургии, электростанции). Приземные инверсии способствуют накоплению вредных веществ, поступающих в атмосферу из множества низких источников выбросов: шахт и терриконов. Зимой климатические условия способствуют накоплению примесей в атмосфере, что обуславливает повышение концентраций бенз(а)пирена, диоксида азота и аммиака. Летом в дневные часы при разрушении приземных инверсий развивается сильное турбулентное перемешивание воздуха, и выбросы от высоких источников спускаются к земле. Так же источниками загрязнения атмосферы в это время являются около 30 горящих терриконов (источники выбросов диоксида азота и пыли), выхлопные газы автомобилей (диоксид азота), асфальтобетонные заводы (фенол). Максимум концентрации диоксида азота в Донецке наблюдается летом. Поэтому в это время года при мощных приземных инверсиях ночью и ясном небе днем создаются условия для фотохимических реакций и образования смога. Визуально это проявляется в виде голубоватой дымки над городом.

В настоящее время имеется много разнообразных моделей распространения примесей в атмосфере. Среди них можно выделить модели ЕМЕР, штатную модель гражданской обороны, модель Паскуилла-Гиффорда, модель Института экспериментальной метеорологии, трехмерные модели переноса и др. Однако большинство из них не учитывают стохастичность процессов диффузии и аэродинамики. Кроме того, данные модели являются довольно сложными. Для упрощения моделей следует выявить существующие закономерности анализируемых процессов. Поиск таких закономерностей является сложной процедурой. Для этих целей обычно применяют регрессионный анализ, анализ временных рядов, методы “ряд на ряд”, нейросетевые методы и т.д. В данной работе для поисков взаимосвязей параметров загрязнения атмосферы с метеорологическими показателями использован метод, суть которого заключается в построении регрессии одного ряда на другой. В теории временных рядов данный метод носит название анализа распределенных лагов [3]. Соответствующие алгоритмы анализа реализованы в системе Statistica. Общая модель имеет вид:

$$Y(t) = b_0 \cdot X(t) + b_1 \cdot X(t-1) + \dots + b_k \cdot X(t-k), \quad t = 1, 2, \dots,$$

где  $Y$  - зависимый ряд наблюдений;  $X$  - независимый ряд.

В качестве независимого ряда использовались метеопараметры: давление, температура, скорость, направление ветра, влажность и т.д. Взаимосвязи параметров

загрязнения атмосферы с метеорологическими показателями оценивались с помощью изучения корреляций временных рядов среднесуточных концентраций каждого из анализируемых ингредиентов (аммиак, диоксиды азота и серы, фенол, формальдегид, оксида углерода и пыль) с соответствующими временными рядами, описывающими метеорологические характеристики. В результате проведения исследований нами получены регрессионные уравнения, характеризующие связь параметров загрязнения атмосферы с метеорологическими показателями.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ**

И. И. Руникова, О. И. Федяев

Донецкий национальный технический университет

Маркетинг как система управления предприятием по организации производства и сбыта товаров на основе комплексного исследования рынка включает в себя множество сложных и нередко противоречащих друг другу задач. При этом многие решения принимаются интуитивно на основе слабо формализуемых процессов и при недостаточной информационной поддержке. Поэтому целесообразной является разработка систем, которые поддерживают пользователя в принятии управленческих решений с помощью технологий, основанных на знаниях экспертов в этой области.

Предлагаемая система «Маркет» ориентирована на реализацию основных задач маркетинга и включает следующие разделы:

- 1) «Анализ рынка» – позволяет провести сегментирование рынка, выбрать целевые сегменты и позиционировать товар;
- 2) «Разработка товара» – позволяет выявить закономерности развития и получить прогнозные оценки спроса на товар на основе фактических данных об объеме спроса на некотором прошлом периоде при помощи математико-статистических методов ;
- 3) «Ценообразование» – обеспечивает возможность провести разные варианты расчета прибыли в зависимости от цены и количества производимого товара, а также получить оценки эластичности спроса и базовых цен;
- 4) «Анализ сбыта» – позволяет получить данные по продажам товара и построить несколько моделей поведения потребителей;
- 5) «Контроль маркетинга» – предназначен для оценки эффективности маркетинговой деятельности на основе данных о затратах на нее.

Информация, необходимая для решения перечисленных задач, содержится в информационной базе данных. В нее входят фактические данные (натуральные и стоимостные показатели), экспертные оценки и мнения покупателей, а также модельные (предполагаемые) значения.

Аналитическая часть системы «Маркет» работает по принципу экспертной системы, осуществляющей вывод рекомендаций на основе продукционных знаний о маркетинге. Она поддерживает пользователя при выборе в ходе работы некоторых параметров, основанных на субъективном подходе, и при интерпретации полученных результатов.

Экспертная система реализована в инструментальной оболочке GURU, ориентированной на создание экспертных систем в области менеджмента.

В данной работе более подробно рассматривается первый раздел системы «Маркет» – «Анализ рынка». К комплексу проблем анализа рынка относятся: сегментирование, отбор целевых сегментов рынка, позиционирование товара на рынке.

Сегментирование рынка представляет собой процедуру разбиения потребителей на сегменты в соответствии с указанными признаками. В качестве таких признаков для покупателей на рассматриваемом рынке обуви возьмем возраст потребителей, материальный доход и отношение к моде. Покупатели заполняют анкету, которая далее используется как исходные данные. На основе имеющейся информации производится процесс «сращивания сегментов» – автоматически строится трёхмерная (по количеству критериев) матрица сегментации, которая представляется в базе данных системы совокупностью двумерных таблиц, содержащих данные о количестве потребителей на каждом сегменте, выраженном в процентах.

На данном этапе можно судить о привлекательности сегмента на основе его объёма. Однако наибольший сегмент рынка – далеко не всегда наиболее перспективный, если не был учтён уровень конкуренции. Потенциально более выгодным может оказаться не самый большой сегмент, который не освоен конкурентами. Решение этой проблемы происходит на втором этапе раздела – отбор целевых сегментов рынка с учетом конкуренции.

Для решения данной задачи в базу данных системы заносится информация о степени конкуренции на каждом сегменте. Численное выражение уровня конкуренции может принимать значение от 0 до 1. На основе данных об объёме сегмента и степени конкуренции на нём программа указывает на несколько перспективных сегментов – таких, чтобы доля потребителей была как можно больше, а конкуренция как можно меньше. При этом пользователь задаёт веса важности объёма сегмента и степени конкуренции на нём. Поскольку выбор этих параметров основывается на субъективном подходе, то система помогает пользователю правильно их задать. Рекомендации системы основываются на маркетинговых знаниях, представленных в продукционной форме, о стратегии поведения фирмы на рынке в зависимости от поставленных целей и сложившейся рыночной ситуации.

Позиционирование товара на рынке необходимо для чёткого определения потребностей покупателей и отличий своего товара от товаров конкурентов.

Для решения задачи позиционирования в качестве исходных данных формируются следующие таблицы:

- характеристики эталонного уровня товара экспертами;
- оценки важности параметров товаров;
- оценки товаров экспертами в натуральном выражении.

Результаты позиционирования отражаются в сводной таблице оценок с учётом важности параметров. В последней колонке таблицы для каждого товара приведена его оценка ( $Q_j$ ), которая для товара  $j$  вычисляется по следующей формуле:

$$Q_j = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m (X_{kij} * Y_{kij}) / n,$$

где  $X_{kij}$  – важность параметра  $i$  товара  $j$  для потребителя  $k$ ;  
 $Y_{kij}$  – оценка параметра  $i$  товара  $j$  с точки зрения потребителя  $k$ ;  
 $n$  – число экспертов (потребителей);  
 $m$  – число параметров.

В предпоследней строке таблицы по каждому параметру отражаются различия в процентном выражении между оценками товара рассматриваемой фирмы и эталонного, а в последней строке – между оценками товара рассматриваемой фирмы и наиболее сильного конкурента. На основе данной информации экспертная система делает вывод о позициях, занимаемых товаром фирмы на рынке, о его сильных и слабых сторонах.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КРЕДИТНОГО РИСКА**

Н. А. Трохимюк, О.И.Федяев  
Донецкий национальный технический университет

В данной работе рассматривается совершенствование нейросетевой методики оценки кредитного риска. Приведено описание классификации кредитных операций, структура используемой нейросетевой модели оценки риска и состав обучающего множества.

Кредитный риск - это риск того, что сторона, получившая кредит в банке, не может погасить его в полном объёме при наступлении срока погашения.

В кредитном процессе очень важно правильно и объективно оценить кредитный риск и проанализировать кредитоспособность заемщика. Достоверность оценки существенно влияет как на результаты конкретных соглашений, так и на эффективность кредитной деятельности банка в целом. Точность оценки важна и для заемщика, поскольку от неё зависит решение о предоставлении кредита и о возможном его объеме.

В настоящее время в банках Украины используется достаточно широкий спектр методик определения кредитоспособности заемщика. Причем каждый банк разрабатывает собственную систему оценки, исходя из особенностей внутренней политики. Проанализировав систему отбора субъектов кредитования украинских банков можно определить ее главные недостатки. Прежде всего, это – субъективность принятия решения, а также формальность и эпизодичность оценки кредитоспособности.

Оценка кредитоспособности клиентов в банке должна основываться на условиях обеспечения ее достоверности, определения широкого спектра показателей, всесторонне характеризующих деятельность заемщика, использования современных научных методов, моделей, зарубежного опыта и отечественной практики проведения такой оценки, внедрения современных инновационных технологий оценивания и т.п.

Таким образом, для решения задачи оценки кредитоспособности клиентов банка, которая является трудно формализуемой, необходим комплексный подход. Этим объясняется актуальность данной работы.

Для выявления чистого кредитного риска и расчёта резерва под кредитный риск необходимо проанализировать кредитный портфель, который включает:

- 1) оценку финансового положения заемщика;
- 2) состояние обслуживания заемщиком кредитной задолженности по основному долгу и процентам по нему;

3) уровень обеспечения кредитной операции.

По результатам оценки финансового положения заёмщика относят к тому или иному классу:

- 1) класс «А» - финансовое положение очень устойчиво;
- 2) класс «Б» - финансовое положение устойчиво;
- 3) класс «В» - наличие признаков финансового напряжения (детальный контроль);
- 4) класс «Г» - признаки повышенного риска;
- 5) класс «Д» - финансовое положение неудовлетворительно.

Для решения задач, которые являются приближёнными и плохо адаптируемыми к изменению экономической ситуации, характеризующихся невозможностью точного математического описания и приближённостью исходных данных, успешно применяют в настоящее время аппарат искусственных нейронных сетей. В данной работе рассматривается совершенствование нейросетевой модели оценки кредитного риска, отличающейся большей адекватностью реальным экономическим условиям выдачи кредитов и их изменениям. В качестве структуры первой нейросетевой модели оценки кредитоспособности заемщиков выбран трёхслойный персептрон с обучением по алгоритму обратного распространения ошибки. Данные для построения обучающего множества  $\{X, \bar{Y}\}$  взяты из сайта «Агентства по развитию инфраструктуры фондового рынка Украины», которые характеризуют экономические показатели открытых и закрытых акционерных обществ Украины.

Вектор входных параметров нейросети включает в себя 21 экономический показатель предприятия. Вектор выходных параметров нейросети, также как и вектор желаемых выходных сигналов, состоит из 5 параметров, отвечающих за класс кредитоспособности предприятия. Нейросетевая модель реализована в пакете расширения MatLab Neural Networks.

Модель содержит 23 нейрона в скрытых слоях и 5 нейронов в выходном слое с сигмоидальной функцией активации. Классы финансовой надёжности, кодируются значением +1 в соответствующей позиции желаемого выходного вектора следующим образом: для класса «А»  $\bar{Y} = \{+1, -1, -1, -1, -1\}$ ; для класса «Б»  $\bar{Y} = \{-1, +1, -1, -1, -1\}$  и т. д.

Качество работы такой сети составляет 83%.

Для более качественного анализа кредитоспособности клиентов банка увеличен размер вектора входных параметров до 34. Тогда элементы улучшенной нейросетевой модели имеют вид:

1) вектор входных параметров нейросети

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_{34}\},$$

где  $x_i$  – экономические показатели предприятия, которые включают в себя: характеристику заемщика и его финансовое положение, сумму предполагаемого займа, характеристики залогового эквивалента;

2) вектор выходных параметров нейросети

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_5\},$$

где  $y_i$  – класс кредитоспособности предприятия;

3) вектор желаемых выходных сигналов нейросети

$$\bar{Y} = \{\bar{y}_1, \bar{y}_2, \dots, \bar{y}_5\},$$

где  $\bar{y}_i$  – значения классов, полученные в результате выдачи кредитов.

Дальнейшие исследования будут направлены на сравнение эффективности двух предложенных нейросетевых моделей.

Данная модель по мнению авторов позволит с большей точностью классифицировать заёмщиков (юридических лиц) по степени риска, на основе их экономических показателей.

Разработанная нейросетевая экспертная система поможет банковскому служащему при расчёте резерва под кредитные риски и определении чистого кредитного риска банка. В процессе эксплуатации системы её можно подстраивать в случае возникновения ошибок прогноза путём включения в обучающее множество данных, на которых система показывает неправильные результаты.

## ЗМІСТ

Стор.

### СЕКЦІЯ

#### ФАУНИ, ЕКОЛОГІЇ ТА ОХОРОНИ ТВАРИННОГО СВІТУ

Л.В. Айдарова, Г.М. Молодан Екологічні та педагогічні аспекти охорони птахів на прикладі рябодзьобого крячка ( <i>Thalasseus sandvicensis</i> (Lath.))	4
Н.А. Алексеенко, А.Д. Штирц О зараженности панцирных клещей грегаринами	6
Т.С. Букаева, М.В.Рева К фауне и экологии мошек Луганской области	8
Ю.А. Галкин Изучение аранеофауны Великонадольского леса	10
Є.П. Гузенко, М.В.Рева, Р.Д.Семущин Мошки малих рік та струмків Південного Сходу України	12
С.С. Кравцов, Н.Н. Ярошенко Численность почвенных беспозвоночных животных шлакового отвала металлургического завода г. Енакиево Донецкой области	14
О.А. Недоцюк, О.Ю. Скляр, А.Н. Некос Перспективи розвитку орнітологічного туризму в долині річки Ворскли	16
Ю.Ю. Овчинникова, Е.В. Старостенко, А.Д. Штирц Особенности структуры сообществ коллембол модельных степных участков Донецкого ботанического сада НАН Украины	18
Д.В. Пилипенко К изучению орнитофауны байрачных лесов Донецкой области	20
И.В. Руденко Результаты исследований орнитофауны урочищ Ярцюзская и Шайтанская дача	22
О.Г. Савко Антропогенный вплив на орнітофауну в межиріччі Дністер – Турунчук	24
Е.Ю. Савченко, Н.Н. Ярошенко Фауна и экология жуков-чернотелок (Coleoptera, Tenebrionidae) юго-восточной Украины	26
М.Е. Сергеев Обзор фауны земляных блошек (Coleoptera, Chrysomelidae, Alticinae) урбанизированных территорий юго-востока Украины	28
О.В. Шилова, Е.Н. Маслодудова Беспозвоночные животные техногенно загрязненных водоемов и их роль в биологической оценке	30
Г.А. Балакирева, В.В. Черный, И.Э. Кузнецов Популяционная оценка предрасположенности белых крыс к развитию поведенческой депрессии в условиях эмоционального стресса	32
К.И. Кузнецов, М.С. Шипшина, И.Э. Кузнецов Изменение состояния постсинаптических NMDA-рецепторов при поведенческой депрессии	34

### СЕКЦІЯ

#### ПРОБЛЕМ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Е.Ю. Билецкий, В.В. Ошовский. Методы повышения безопасности процесса нитрования толуола	36
-----------------------------------------------------------------------------------------	----

и качества продукции путем автоматизации.....	
О.М. Лясковец, О.Ю. Мотрошилов, Д.Л. Безбородов. Екологічна безпека промислового регіона в контексті недоотримання палива ТЕС.....	38
А.Д. Борисенков, В.В. Ошовский. Автоматизация термографического метода анализа для определения безопасных условий хранения пожароопасных веществ.....	40
М.П. Мамась, М.В. Ручкина, Ю.А. Проскурня. Влияние полигона промышленных отходов на экологическую ситуацию в г.Константиновка Донецкой области.....	42
О.А. Олексенко, В.В. Черняева. Экологическая характеристика вод шахты имени "Калинина" и анализ тенденций их изменения во времени.....	44
Ю.В. Подоваленко, Ю.В. Манжос. Влияние содержания инертных примесей на взрывчатые характеристики взрывчатых веществ аммонитного типа.....	46
Д.І. Савельєв, В.М. Стрілець. Забезпечення герметичності ізолюючих апаратів, які застосовуються при ліквідації надзвичайних ситуацій.....	48
О.В. Тіткова, Л.М. Кравченко. Небезпеки, пов'язані зі стійкими органічними забруднювачами.....	50
М.В. Тарковська, Л.В. Чайка. Автотранспорт – екологічна проблема Новоазовського району.....	52
.Н. Фенюшина, Ю.Б. Панов. Ртуть в углях Донбасса.....	54
М.П. Мамась, М.В. Ручкина, Ю.В. Масленко. Теоретические аспекты применения водородного топлива и его продуктов.....	56
К.С. Иващенко, З.С. Шестопалова, Э.В. Янковская. Удаление серы из угля как фактор повышения его качества.....	58
В.Н. Кулик, В.С. Фоменко. Роль подземных вод в формировании залежей нефти.....	60
Т.В. Ус, В.С. Фоменко. Разработка мероприятий по рациональному использованию вод, потребляемых производственными цехами ОАО "ЕМЗ".....	62
А. М. Буряк, Ф.Н. Галиакберова. Экологически безопасная технология утилизации ОФ боеприпаса установки ГРАД.....	64
Е.С. Вечёркина, А.В. Пивень, Э.Б. Хоботова. Исследование радиоактивности строительных материалов.....	66
Д.А. Козырь, О.В. Лунева. О системе управления твердыми бытовыми отходами.....	68
Е.А. Тарасова, В.А. Тарасова. Экологическая характеристика вод шахты "Трудовская".....	70
Ж.В. Голда, Е.М. Шкрабюк, В.И.Алехин. Особенности химического состава почв вблизи Мазуровского редкометального месторождения и экологическая безопасность.....	72
О.Н. Санина, Е. В. Молодан, В.И. Алехин. Новый метод выявления зон экологического риска тектонической природы и результаты его применения в г.Донецке.....	74
А.М. Камуз, В.М. Артамонов, В.Г. Єфімов. Аналіз стану виконання заходів зі зниження шкідливого впливу АТЗТ "Веско" на навколишнє природне середовище.....	76
В.А. Черненко, С.Ю. Приходько. Обоснование параметров гидрологического барьера при защите подземных вод от загрязнения.....	78



И.Г. Ионова, М.М. Перистый. Экологические проблемы на ОАО «Ясиновский КХЗ».....	80
Ю.А. Савков, Г.Н. Сидоренко Экологические проблемы прокатного производства и современные пути их решения.....	82
М.Н. Ковальчук, В.И. Мельниченко. Экологически безопасные антиоксиданты для стабилизации свиного жира.....	84
А.Н. Федотов, Т.М. Симонова. Снижение опасности экстрагентов при извлечении, концентрировании и определении церия (IV).....	86
Н.А. Ткач., П.Н. Саньков., М.Ю. Трошин Некоторые аспекты создания генеральной схемы шумозащиты города.....	88
Н.М. Шевага, А.К. Школьный Вплив антропогенного навантаження на населення м. Івано-Франківськ та Тисменицького району.....	90

Стор.

### СЕКЦІЯ ХІМІЇ ДОВКІЛЛЯ

Е.Н. Скляренко, К.Л. Кравченко, Э.Б. Хоботова Исследование накопления тяжелых металлов в почвах и растительности.....	92
Н.Н. Мойсюк, Л. П. Свиренко Влияние металлургических шлаков МК «АЗОВСТАЛЬ» на содержание металлов в воде и донных илах Азовского моря.....	94
В.В. Безнос, Л.В. Каніболоцька, О.М. Шендрик Інгібівна дія солей міді при окисненні фенолів у водному середовищі .....	96
М.В. Морозов, А.В. Кибальний, Н.С. Семенов Безопасная технология производства карбацетама – нового эффективного нейропротектора.....	98
С.М. Цибульченко, Л.І. Рубльова, І.М. Крутько Вплив структури розчинника на кінетичні закономірності процесу лужного гідролізу аренсульфонатів – продуктів знефенолювання стічних вод.....	100
І.М. Колос, Л.Д. Юрчишин Утворення наночастинок вуглецю при спалюванні органічного палива.....	102
Ю.А. Боев, Г.Г. Пятышкин Анализ диффузионного горения.....	104
Е.А. Беляева, Д.В. Муратов, Ю. Б. Высоцкий Термодинамические характеристики мономеров и димеров тиоспиртов.....	106
Г.С. Яценко, А.Н.Гороховский Энергосберегающее получение алюмо-силикатных керамик методом СВС.....	108
М.М.Шибико, В.В.Шаповалов, Ю.В.Мнускина Самораспространяющееся взаимодействие сульфатов меди и кадмия с супероксидом натрия.....	110
Н.В.Машкина, В.В.Приседский, Е.И.Волкова Изучение кислородной стехиометрии керамического купрата $YBa_{1,94}Sm_{0,06}Cu_{2,995}Li_{0,005}O_x$ .....	112
Н.В.Кириченко, В.В.Приседский, И.А.Удодов Кинетика релаксации кислорода в $YBa_{1,9}Sm_{0,10}Cu_{2,995}O_x$ .....	114
С.В.Стародубцев, М.П.Михеева Титриметрический метод определения состава нестехиометрического оксида марганца (IV).....	116
Ю.В. Быстрова, Е.А. Белова, А.С. Алемасова гибридный сорбционно-атомно-абсорбционный	118

метод определения Pb(II), Cd(II) в природных высокоминерализованных водах  
 В.М. Васильева, Н.В. Мещанинова, А.С. Алемасова Изучение метрологических характеристик  
 электротермического экстракционно-атомно-абсорбционного метода..... 12

Стор.  
**СЕКЦІЯ**

**РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ**

К.В. Конченко, В.В. Кочура Экологические аспекты использования пылеугольного топлива в доменной плавке.....	122
.....	
Н.Г. Бабай, Ф.Н. Галиакберова Использование конверсионных взрывчатых веществ в составе скального аммонала.....	124
.....	
А.В. Бондаренко, Л.Ф. Бутузова Прогноз качественных характеристик сернистых углей по данным элементного и технического анализов.....	126
О. С. Булыга, В.Н. Шевкопляс, Г.Н. Бутузов Влияние серы углей на процессы коксования .....	128
А.И. Деревянко, О.Н. Турчанина Интенсификация процессов обессеривания углей Донецкого бассейна	130
.....	
Я.М. Кошкарев, Д.И. Дедовец, А.Т. Лавренко Влияние температуры среды на процесс конденсации смолы в газосборнике.....	132
М.Н. Фофонова, И.В. Батрак, В.И.Илющенко Усовершенствование тепловой схемы блочной электростанции	134
.....	
В.Ю. Каулин, М.А. Прокофьев, И.Г. Крутько Исследование возможности извлечения ценных компонентов из углеводородсодержащих отходов коксохимии.....	136
С.С. Кияшко, Л.Н. Акимова Повышение выработки нафталина в цехе отделения конденсации ОАО «ДОНЕЦККОКС».....	138
.....	
А.Е. Кольчик, В.К. Костенко Очистка шахтных вод в подземных условиях.....	140
Д.П. Коваленко, А.И. Збыковский Разработка методики исследования температурных условий коксования в промышленных печах с целью рационального использования природных ресурсов...	142
Д.А. Коваленко, А.В. Голубев, А.Ф. Гребенюк Теоретические основы теплообмена в регенераторах коксовых печей	144
.....	
М.А. Петрова, І.М.Петрушка Утилізація бентонітових глин з отриманням	146

сорбційних матеріалів.	
Е.А. Моськин, О.А. Чернова Усовершенствование способа отвода коксового газа для повышения экологической безопасности коксохимического производства	148
.....	
М.В. Смирнов, О.Н. Турчанина Изучение структуры углей донецкого бассейна с различной склонностью к самовозгоранию	150
.....	
А.С.Листопад, Е.И. Збыковский, А.И. Збыковский Применение рациональных схем подготовки угольных шихт для коксования	152
.....	
М.В. Пьянков, И.И. Швец Повышение точности материального расчета процесса коксования.....	154
М.М. Степнов, И.А. Аровин, В.И. Саранчук Способ флотации отходов углеобогащения.....	156
В.В. Тюрне, Л.Л. Брагина Ресурс- и энергосберегающая технология эмалирования.....	158
В.В.Шмакова, В.Ф. Горюшкин, А.В. Логвинов Исследование взаимодействия низкосортных углей по данным дериватографических исследований.....	160
К.Ю. Скопин, О. В. Хазипов, В.И. Саранчук ИК – спектральное исследование влияния состава угольной шихты на состав каменноугольной смолы	162
.....	
Голубев А.В., Коваленко Д.А., Гребенюк А.Ф. Задачи и пути совершенствования техники сухого тушения кокса.....	164
.....	
К. Н. Фирсов, Г.ВЛисачук, Е.Ю. Федоренко Разработка способов снижения влажности цементно-сырьевых шламов на основе палеогеновых глин Балаклейского месторождения .....	166
Б. М. Врублевська, Я. І. Костик, М. В. Євсєєва Еколого-агрохімічний стан ґрунтів за основними показниками родючості.....	168
.....	
В.В.Шмакова, В. Ф. Горюшкин Установление стадий и кинетических параметров процессов термической деструкции твердых топлив и органических веществ по данным термогравиметрии и ДТА.....	170
.....	
С.С. Зубцов, В.О. Сафін, Г.М. Бутузов Статистичний аналіз взаємозв'язку генетичних і технологічних властивостей з елементним складом спікливого вугілля Донбасу.....	172
В.А. Сафин, О. А. Буравцова, О.Н. Турчанина Особенности поведения сернистых углей в процессе полукоксования	174
.....	
В.П.Борейко, Л.М.Архипова Перспективи використання екологічно чистих джерел енергії в західній Україні	176
.....	
С.С. Зубцов, В.Н. Шевкопляс, Л.Ф. Бутузова Зміна різних форм кисеньвмісних груп в процесі	178

вуглефікації.....  
.....

Стор.

### СЕКЦІЯ

#### ЕКОЛОГІЧНОГО МОНИТОРИНГУ, ОЦІНКИ РИЗИКУ Й ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

И.С. Михайлюк Использование ЦВЗ для защиты картографической информации...	18
И.В. Борзых Н.Е. Губенко Объектно-ориентированный подход к созданию ИАС оперативного анализа последствий чрезвычайных ситуаций.....	18
Е.А. Лазебник, Н.Е. Губенко Мониторинг уровня подземных вод в донецкой области.....	18
А.М. Поканевич, А.Ю. Харитонов Изучение зависимости качества анализа от применяемого детектора.....	18
А.Б. Стрелец, О.А. Дмитриева Концепция стабильности производственных систем в условиях современной рыночной экономики.....	18
Е.А. Тихонова, О.Г. Миронов Роль биологического мониторинга в оценке состояния морской среды на примере Севастопольской бухты.....	19
Ю.В. Агеева, И.В. Беляева Анализ уровней загрязнения атмосферного воздуха г. Донецка формальдегидом.....	19
А.Е. Брущенко, И.В. Беляева Анализ влияния выбросов диоксида азота от стационарных и передвижных источников на состояние атмосферного воздуха г. Донецка.....	19
Р.С. Чернов, Информационная система для управления температурными режимами на выемочном участке.....	19
Я.А. Колесникова, О.А. Дмитриева Управление запасами скоропортящихся товаров.....	19
В.В. Кригіна, Л.Г. Голубева База даних забруднення води регіонів з високим техногенним навантаженням.....	20
К.М. Мартинчук, В.В. Хазіпова Аналіз стану підземних і поверхневих вод у районі Латинського звалища промислових відходів м. Донецька.....	20
К.О. Москаленко, О.А. Дмитриева Выбор модели оценки риска.....	20
О.Г. Парфенюк, С.В. Скрипніченко Комплексна багато параметрична оцінка екологічного об'єктів басейну річки Тетерів.....	20
Е.С. Побережняк, Л.И. Рублева Оценка явлений импактного загрязнения тяжелыми металлами почвы промышленного региона.....	20
Н.К. Попов, Н.Е. Губенко Информационная система анализа рисков несчастных случаев на предприятиях Донецкой области .....	21
С.А. Повзло, Г.В. Аверин Автоматизированная система мониторинга и прогноза метеопараметров атмосферы.....	21

О.В. Прохода, Л.Н. Кравченко Экологические факторы риска здоровью человека.....	21
У.В. Сергієнко, М.Є. Тинор, І.В. Беляева Аналіз існуючої системи моніторингу атмосферного повітря м. Донецька.....	21
О.А. Сыч, В.В. Мнускина Методические подходы к оценке рисков внедрения ГМО.....	21
А.В. Звягинцева, Н.А. Баштовая Взаимосвязь параметров загрязнения атмосферы с метеорологическими показателями на территориальном уровне.....	22
И.И. Руникова, О.И. Федяев Автоматизация маркетинговой деятельности на основе технологии экспертных систем.....	22
Н.А. Трохимюк, О.И. Федяев Совершенствование нейросетевой методики оценки кредитного риска.....	22