

“ВТОРАЯ ЖИЗНЬ” ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

В статье рассматривается два вида вторичного использования отработанных выработок: утилизация отходов и долгосрочная эксплуатация. Приводятся примеры из отечественного и зарубежного опыта использования подземных выработок разного функционального предназначения. Особое внимание уделяется повышению уровня экологической безопасности промышленных регионов Украины за счет повторного освоения подземного пространства. Подчеркивается перспектива дополнительных возможностей, в частности, развитие индустриального туризма.

Ключевые слова: подземное пространство, отработанные горные выработки, утилизация промышленных отходов, индустриальный туризм.

Общеизвестно, что полезные ископаемые имеют длительную историю разработки и добычи. Особое место в использовании отработанных ранее месторождений занимают горные выработки. Такая тенденция наблюдается с XX в. Например, в соляных выработках в годы Второй мировой войны размещались предприятия самолётостроения Германии, в 1950-х гг. в отработанных немецких соляных шахтах “Мари” и “Барнслебен” работала птицефабрика³⁵⁴, сегодня в некоторых соляных шахтах мира, в том числе в Украине, функционируют лечебные заведения, музеи, концертные залы.

Мировой опыт показывает, что отработанные подземные горные выработки имеют значительные возможности вторичного использования. Спектр вариантов их эксплуатации достаточно широкий: от утилизации отходов до длительной эксплуатации, которая может быть ориентирована на создание подземных хранилищ газа или нефти, размещение предприятий, сельскохозяйственную деятельность, музеефикацию промышленного подземного пространства.

Такие технические задачи выполнимы в горных выработках, пройденных при разработке гипса, известняка, каменной и калийной солей, рудных месторождений, не подлежащих закладке, обрушению или затоплению. Кроме того, могут быть использованы капитальные выработки действующих угольных шахт, специальные подземные сооружения тоннельного и камерного типов.

Наибольший опыт вторичной эксплуатации подземных горных выработок имеется в США. В них размещаются предприятия точного приборостроения, оптики, предприятия по сооружению спортивных судов, проволочных изделий, конвейеров и другого оборудования, научно-исследовательские лаборатории³⁵⁵. Конкретные примеры строительства промышленных предприятий показывают, что подземное пространство выгодно для размещения технологий, чувствительных к вибрациям, шуму. В г. Канзас-Сити под землей были размещены основные производственные мощности приборостроительного завода. При этом исчезла необходимость изоляции чувствительных машин от вибрации и устройства тяжелых фундаментов, возросла их долговечность; снизились затраты на поддержание постоянных температуры и влажности; отпала необходимость в уходе за фасадными поверхностями; сократились вероятность пожаров и затраты на пожарную охрану; исчезли отрицательные влияния погодных явлений; снизились расходы на отопление и охлаждение.

³⁵⁴ Шехунова С. Досвід використання підземних виробок соленосних формацій / С. Шехунова // Геолог України. Геологічна довідка і видобуток нафти, газу та інших корисних копалин. – 2007. – № 1. – С. 44.

³⁵⁵ Левкин Ю.М. Особенности выбора горных выработок для их многоцелевого освоения / Ю.М. Левкин, М.Ю. Левкин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 12. – С. 253.

Украина является одним из государств мира, обладающим дополнительным потенциальным ресурсом – наличием большого количества отработанных горных выработок, пригодных для повторного использования.

Анализ предложенной темы предполагает применение междисциплинарного подхода. Научную литературу в зависимости от концентрации внимания авторов на определённых аспектах вторичного использования горных выработок можно разделить на группы: публикации, посвященные техническим аспектам подготовки и эксплуатации подземного пространства; исследования экологического направления; научные работы, в которых изучается хозяйственный, туристический, рекреационный потенциал уже существующих горных выработок. К первой группе относится большое количество работ, среди которых можно выделить комплексные исследования Б.А. Лысикова и А.А. Каплюхина³⁵⁶, Д.С. Конюхова³⁵⁷, А.К. Порцевского³⁵⁸. Базовые характеристики влияния на экологию вторичного использования горных выработок рассматриваются не только в отдельных научных работах, но и в учебных пособиях по геоэкологии³⁵⁹ и техноэкологии³⁶⁰. Возможностям и перспективам как зарубежного, так и украинского индустриального туризма посвящены публикации Г.И. Рудько, И.Н. Суматохиной³⁶¹, Г. Гайко³⁶², Л.Д. Божко³⁶³ и других исследователей.

Специалисты применяют разные системы классификации повторного использования подземного пространства. Одна из них делит всё многообразие вариантов на два блока: утилизацию отходов и долгосрочную эксплуатацию.

Учитывая структуру промышленного производства в Украине, особенно важную роль приобретает вопрос захоронения промышленных отходов угольных предприятий. Улучшение крайне тяжелой экологической обстановки угледобывающих регионов невозможно без решения двух основных вопросов:

- а) снижения объемов выдаваемой из шахт породы;
- б) уменьшения деформаций земной поверхности, вызванных ведением горных работ.

Объем выдаваемой из шахт породы ежегодно увеличивается. Существующая технология добычи угля также предусматривает выдачу на поверхность не только полезного ископаемого, но и большого количества (до 30 % от добычи угля) горной породы, которую располагают на поверхности в виде отвалов. Опыт эксплуатации месторождений Донбасса показывает, что нормальное функционирование шахт

³⁵⁶ Лысиков Б.А. Использование подземного пространства... – 390 с.

³⁵⁷ Конюхов Д.С. Использование подземного пространства / Д.С. Конюхов. – М.: Архитектура, 2004. – 295 с.

³⁵⁸ Порцевский А.К. Выбор рациональной технологии добычи руд. Геомеханическая оценка состояния недр. Использование подземного пространства. Геоэкология: монография / А.К. Порцевский. – М.: Московский государственный горный университет, 2003. – 768 с.

³⁵⁹ Милютин А.Г. Экология. Основы геоэкологии: учебник для академического бакалавриата / А.Г. Милютин, Н.К. Андросова, И.С. Калинин, А.К. Порцевский; под ред. А.Г. Милютина. – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 542 с.

³⁶⁰ Техноэкология [Текст]: учеб. пособие / С.А. Лобов, Д.А. Бетин, В.В. Кручина и др. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского “Харьк. авиац. ин-т”, 2012. – 160 с.

³⁶¹ Рудько Г.І. Досвід збереження гірничопромислових ландшафтів як об’єктів індустріальної спадщини в світі та Україні / Г.І. Рудько, І.М. Суматохіна // Наукові записки [Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського]. Серія : Географія. – 2010. – Вип. 21. – С. 204 –211. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nzvdp_u_geogr_2010_21_32.pdf.

³⁶² Гайко Г. Гірництво й підземні споруди в Україні та Польщі (нариси з історії) / Г. Гайко, В. Білецький, Т. Мікось, Я. Хмура. – Донецьк : УКЦентр, Донецьке відділення НТШ, “Редакція гірничої енциклопедії”, 2009. – 296 с.

³⁶³ Божко Л.Д. Індустріальний туризм як нова форма туристичної поведінки та практики / Л.Д. Божко // Збірник наукових праць [Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди]. Сер. : “Історія та географія”. – 2014. – Вип. 50. – С. 146 –153. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znphnpu_ist_2014_50_29.pdf.

возможно, если объем выдаваемой породы не превышает 40 % от объема добываемого угля. В настоящее время этот показатель достиг 75 % и более³⁶⁴.

Отдельной задачей является защита природных объектов, сельскохозяйственных угодий, зданий и сооружений от подработки. Следует учитывать, что горные работы ведутся на территории густонаселенных, промышленно развитых областей с большой плотностью застройки.

Одним из путей, позволяющих снизить негативные последствия деятельности горнодобывающих предприятий, уменьшить расходы на восстановление подработанных земель и сооружений является широкое применение технологии добычи угля, предусматривающую полную или частичную закладку выработанного пространства, а при отработке маломощных пластов – в сочетании с селективной выемкой угля и породы.

Закладка выработанного пространства на угольных предприятиях Украины довольно широко применялась в 1970–1990-х гг. На шахтах им. А.Г. Стаханова (объединение “Красноармейскуголь”) и “Комсомолец Донбасса” для этой цели применялся централизованный дробильно-закладочный комплекс ПЗК с пневмозакладочными машинами ДЗМ-2. Полная закладка выработанного пространства применялась на шахте им. М. Горького ПАО “Донецкуголь”, где начиная с 1970 г. в эксплуатации находился участковый дробильно-закладочный стационарный комплекс (ДЗК). На шахте “Красный Октябрь” находился в эксплуатации гидрозакладочный комплекс ГЗК. Достаточно широкое применение для закладки и оставления в выработанном пространстве породы от проведения подготовительных выработок получил дробильно-закладочный комплекс “Титан-Г”. Объем применения этого комплекса составил около 50 единиц, причем 23 из них работали на 6 шахтах “Донецкугля”. При помощи комплексов “Титан-Г” в шахтах этого объединения ежегодно оставлялось около 300 тыс. т. породы³⁶⁵. Твердеющая закладка используется в настоящее время на ряде шахт в основном для возведения литых полос на сопряжениях лав со штреками (шахтоуправление “Покровское” и др.).

В апреле 2014 г. ЧАО “Запорожский железорудный комбинат” ввело в эксплуатацию новейшую компрессорную станцию № 2, оснащенную современным оборудованием. Для добычи руды принята камерная система отработки с закладкой отработанного пространства твердеющей смесью. Техническая производительность закладочного комплекса, составляет около 1,5 млн. м³ в год. С 2001 г. Государственным научно-исследовательским горнорудным институтом (г. Кривой Рог) проводятся исследования по использованию попутно добытых горных пород комбината в качестве инертного заполнителя для приготовления закладочной смеси. Данные исследования позволили внедрить практически безотходную технологию ведения горных работ. Также в составе закладочных смесей утилизируются шлаки металлургического производства, отходы доломитов. Таким образом, ЧАО “Запорожский железорудный комбинат” отработывает месторождение с применением экологически рациональной технологии. Наглядным подтверждением этому факту является наличие угодий сельскохозяйственного назначения в непосредственной близости к территории промплощадки комбината³⁶⁶.

Несмотря на имеющийся опыт закладки выработанного пространства, объемы ее применения в Украине крайне малы. Среди основных причин называют:

- отсутствие серийно-выпускаемых механизированных очистных комплексов для работ с закладкой, особенно для отработки тонких пластов;

³⁶⁴ Технология отработки тонких пластов с закладкой выработанного пространства: монография / В.И. Бузило, В.И. Сулаев, А.Г. Кошка, А.В. Яворской; М-во образования и науки Украины. Государственное ВУЗ “НГУ”. – Д.: НГУ, 2013. – С. 4.

³⁶⁵ Технология отработки тонких пластов с закладкой выработанного пространства... – С. 9.

³⁶⁶ Запорожский железорудный комбинат: итоги, планы, надежды...[Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://vasit.gov.ua/news/3690-zaporozhskii_zhelezorudnyi_kombinat_itogi_plany_nadezhdy.html.

- сложность транспортирования породы по горным выработкам из-за неудовлетворительного их состояния;
- отсутствие или недостаточные мощности компрессорного хозяйства шахт;
- недостаточными объемами научно-исследовательских и проектно-конструкторских разработок по созданию технологии и оборудования закладочных работ³⁶⁷.

Вторым объёмным направлением захоронения отходов в горных выработках является утилизация золы, являющейся продуктом деятельности теплоэлектростанций.

Тепловые электростанции Донбасса (Кураховская, Зуевская, Углегорская) обычно располагаются по соседству с шахтами. Работа станции сопряжена с получением золы как остаточного продукта сгорания угля, которая ежедневно тысячами тонн выбрасывается в золоотвалы. Они под действием атмосферных явлений становятся источниками загрязнения окружающей среды. Инфильтрация шлама через основание золоотвалов приводит к загрязнению грунтовых вод, питающих всю растительность окружающего района и пагубно влияющих на источники питьевой воды.

Утилизация золы, получаемой на теплоэлектростанциях Донбасса, в выработанное пространство ближайших шахт имеет следующие преимущества: ликвидация отрицательного воздействия на окружающую среду золоотвалов теплоэлектростанций; снижение деформации земной поверхности; высвобождение земли, занимаемой золоотвалами.

Разработан план утилизации золы Кураховской ТЭС в выработки закрываемой шахты “Горняк” (объединение Селидовуголь). На основе золошлаков ТЭС разрабатываются оптимальные рецептуры закладочного раствора и технологические схемы его нагнетания в погашенные выработки применительно к конкретным условиям шахты³⁶⁸.

Для снижения затрат, связанных с захоронением отходов промышленности в выработанное пространство шахт, необходимо организовать попутное извлечение из них полезных составляющих: угля из шламов обогатительных фабрик, редкоземельных и цветных металлов – из породы и золы ТЭС. Такой подход позволит решить несколько важных проблем: экологическую (за счет реализации принципа малоотходности предприятий), социально-экономическую (повысит рентабельность предприятий, сохранит рабочие места).

В вопросах длительной эксплуатации отработанных горных выработок традиционно следует ориентироваться на практику создания хранилищ для нефти и газа, которая широко применяется в мире и в Украине.

Ещё одним направлением является размещение под землёй обогатительных комплексов. Это важное и перспективное направление в области комплексной разработки месторождений твердых полезных ископаемых. Из мирового опыта можно привести примеры функционирования подземных обогатительных фабрик. Они работают на медно-цинково-свинцовых рудниках “Мадригал” (Перу), Игл-Майн (США), “Салофоса” (Италия), на медных рудниках “Рио-Бланко” (Чили), “Сонро” (Канада), вольфрамовом руднике “Сало” (Франция), золотодобывающих предприятиях “Милозиан”, “Джокер Флетс” (Канада) и др.³⁶⁹

В Украине подготовлены проекты создания подземных горно-металлургических комбинатов на базе Кременчугского и Полтавского железорудных месторождений, причем на Полтавском обогатительную фабрику запланировано

³⁶⁷ Технология отработки тонких пластов с закладкой выработанного пространства ... – С. 10.

³⁶⁸ Лысыков Б.А. Использование подземного пространства... – С. 293-294.

³⁶⁹ Семигин Р.И. Экологически безопасное и экономическое эффективное горно-обогатительное производство на базе подземных комплексов / Р.И. Семигин, Ю.Д. Шварц // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 1996. – № 6. – С. 65.

построить на глубине 800–1000 м от поверхности. Предполагается оставление отходов в недрах, выдача на поверхность готовой продукции³⁷⁰.

Для шахты №№ 1-3 Новогородовская (Донбасс, объединение “Селидовуголь”) разработан проект сооружения подземного обогатительного комплекса в околоствольном дворе шахты с размещением шламоотстойников в выработанном пространстве³⁷¹. Шлам, полученный в процессе обогащения, перекачивается в шламоотстойники, расположенные в отработанных выработках. Обогащенный уголь выдается на поверхность, а порода (отделенная в процессе обогащения от горной массы) – размещается в выработанном пространстве шахты.

Интересным способом вторичного использования горных выработок является выращивание в них цветов и грибов. Американские специалисты в шахтах, отработавших запасы полезных ископаемых, выращивают сеянцы сосны и ели. Самое мощное в мире грибное хозяйство создано в американском штате Пенсильвания. С 1937 г. в подземных выработках общей площадью 32 га там производят 6 тыс. т. шампиньонов в год. В Великобритании выращивание грибов осуществляют в неиспользуемых тоннелях автострад и железных дорог. В Украине культура шампиньона в подземных помещениях велась уже в 1930-е гг.: в артемовских каменоломнях и известковых выработках Одессы и Крыма.

Микроклимат подземных выработок относительно постоянен. Различные технологические зоны при подземном грибоводстве располагаются либо только под землей, либо включают еще и наземные помещения. Чаще всего приготовление компоста и покровной смеси осуществляется на поверхности, а рост и плодоношение грибов происходит под землей, хотя встречаются и другие варианты. Преимущество использования горных выработок для выращивания грибов перед наземными комплексами заключается в более низких капитальных затратах на производство. При использовании выработок, имеющих микроклимат, близкий к оптимальному для культивирования шампиньона, отпадает необходимость в подогреве и поддержании требуемой влажности воздуха. Однако увеличиваются расходы на оплату труда обслуживающего персонала.

Особое внимание следует уделить теме индустриального туризма. В Европе экскурсии в технопарки приобрели широкую популярность. Например, в Силезии (Польша) создали “Маршрут выдающихся технических памятников”, который состоит из 31 объекта, включая угольную шахту “Гвидо” в г. Забже, где для посетителей проводят трехчасовую экскурсию на глубине 320 м. Всемирно известная соляная шахта “Величка” теперь открыта для посещений не только в рамках “туристической трассы”, но и “шахтерской трассы”. Желающие в полном рабочем обмундировании могут спуститься в выработку по самому старому стволу – Регис. Гид, которого называют проходчиком, присвоит туристу шахтерскую профессию и даст задание, чтобы потом проверить его выполнение. Во время такой необычной экскурсии посетитель станет “слепом” – учеником шахтера³⁷².

В Украине существуют примеры успешной музеефикации подземных промышленных объектов (музей соляной промышленности в г. Соледар Донецкой области и др.). Считается, что максимально близко к воплощению концепции индустриального туризма подошли специалисты из Кривого Рога, которые разработали и осуществляют экскурсии по выработкам самой глубокой железорудной шахте Европы “Родина”. Необходимо отметить, что наша страна обладает значительным ресурсным потенциалом для всестороннего развития индустриального туризма.

Таким образом, подземному пространству, появляющемуся при разработке полезных ископаемых, целесообразно давать право на “вторую жизнь”. Такую

³⁷⁰ Техноэкология... – С. 107.

³⁷¹ Лысиков Б.А. Использование подземного пространства... – С. 292.

³⁷² Соляная шахта “Величка” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.wieliczka.ru/posjeszczjenije/szachtjerskaja-trassa>.

возможность необходимо учитывать ещё на этапе планирования и организации горных работ. Успешное повторное освоение подземного пространства позволит решить самые разнообразные задачи: освобождение земельных участков, на которых расположены терриконы, здания и сооружения горнодобывающих предприятий; уменьшение деформации земной поверхности; улучшение экологической обстановки; сохранение и создание новых рабочих мест.

Дмитрик Ірина. “Друге життя” гірничих виробок.

У статті розглядається два види вторинного використання відпрацьованих виробок: утилізація відходів та довгострокова експлуатація. Наводяться приклади з вітчизняного та зарубіжного досвіду використання підземних виробок різного функціонального призначення. Особлива увага приділяється підвищенню рівня екологічної безпеки промислово розвинених регіонів України за рахунок вторинного застосування підземного простору. Підкреслюється перспектива додаткових можливостей, зокрема, подальший розвиток промислового туризму.

Ключові слова: підземний простір, відпрацьовані гірничі виробки, утилізація промислових відходів, індустріальний туризм.

Dmytryk Iryna. “Second life” of the winze.

The article is devoted to the investigation of two types of secondary use of underground workings: waste dispose and long term exploitation. The examples of Ukrainian and foreign experiences of using the winze of different functional purpose is considered in the article. Special attention is given to the question of improvement of environmental safety in industrial regions of Ukraine through the re-development of underground space. The author emphasizes the prospect of additional opportunities in the sphere of industrial tourism.

Key words: underground space, mine workings, dispose of industrial waste, industrial tourism.

Алла Петренко-Лисак (Київ)

МОБІЛЬНІ ПРИСТРОЇ В ТРАНЗИТНОМУ ПРОСТОРІ КИЇВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ

У статті йдеться про особливості простору метрополітену як транзитного. Звертається увага на комунікативні практики користувачів метрополітену – пасажирів, які використовують мобільні пристрої під час перебування в просторі метрополітену. Охарактеризовано роль культурних заходів самого метрополітену, що спрямовані сформувати не тільки ставлення до простору метрополітену, але й вплинути на почуття і відчуття пасажирів в їхніх буденних практиках міських переміщень.

Ключові слова: метрополітен, транзитний простір, мобільний телефон, підземний простір, комунікації.

“Своєю успішністю модерне місто в багатьом зобов’язане підземному світу”, – це радикальне твердження Розалінди Вільямс³⁷³ задає міським дослідженням новий напрямок пошуку. “Сучасні міста вже не здатні обійтись без використання підземного простору, котре може постати ключем до збереження оточуючого середовища та покращення умов життя людей”³⁷⁴. Тільки-но в місті з’являється

³⁷³ Williams R. Notes on the Underground. An Essay on Technology, Society, and the Imagination / R. Williams. – Cambridge: The MIT Press, 2008. – 304 p.

³⁷⁴ Лысыков Б.А. Использование подземного пространства: монография / Б.А. Лысыков, А.А. Каплюхин. – Донецк, “Норд-Компьютер”, 2005. – С. 12.