

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Гірничий факультет
Кафедра природоохоронної діяльності

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

В.К.Костенко
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” _____ 2022 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: «Вдосконалення технології утилізації небезпечних відходів
структурної одиниці ПАТ «ДОНБАСЕНЕРГО» «Донбасенергоспецремент»

Виконав: студент 5 курсу, групи ЕКОМ-21

напряму підготовки: 101 Екологія

Бородачова А.І.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Керівник к.т.н. доц. доц. каф. ПОД Кутняшенко О.І.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Нормоконтроль:

Кутняшенко О.І.
(підпис)

*Засвідчую, що у цій дипломній
роботі немає запозичень з
праць інших авторів без
відповідних посилань.*

Студент _____
(підпис)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гірничий факультет
Кафедра «Природоохоронна діяльність»
Освітньо – кваліфікаційний рівень - магістр
Напрямок підготовки 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ: Завідувач
кафедри ПОД, д.т.н., проф.
_____ Костенко В.К.
_____ || _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу магістра
Бородачової Анастасії Ігорівни

1. Тема роботи: «Вдосконалення технології утилізації небезпечних відходів структурної одиниці ПАТ «ДОНБАСЕНЕРГО» «Донбасенергоспецремонт» керівник роботи Кутняшенко Олексій Ігорович к.т.н. доц. доц. каф.ПОД затверджені наказом вищого навчального закладу від _____»
2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2022 р.
3. Вихідні дані до проекту: **звіт про виконання робіт за договором «Донбасенерго» з Товариством з обмеженою відповідальністю підприємство «Донбасенергоспецремонт», матеріали переддипломної практики.**
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
 - 1 Загальна характеристика виробництва
 - 2 Поводження з ЛФМ на підприємстві «Донбасенерго» «Донбасенергоспецремонт»
 - 3 Характеристика силікагелів
 - 4 Експериментальні дослідження відновлення сорбційної активності відпрацьованих сорбентів
 5. Розробка технологічної схеми регенерації відпрацьованих сорбентів
 6. Охорона праці
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): презентація на форматі А4

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання прийняв
Розділ 1	О.І. Кутняшенко		
Розділ 2	О.І. Кутняшенко		
Розділ 3	О.І. Кутняшенко		
Розділ 4	Тюрін Є.А.		
Нормоконтроль	О.І. Кутняшенко		

7. Дата видачі завдання**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Найменування видів робіт	Термін виконання	Форма звітності	Відмітка науковця керівника
Розділ 1 Загальна характеристика виробництва	08.11.22-15.11.22	Рукопис	
Розділ 2 Поводження з ЛФМ на підприємстві «Донбасенерго» «Донбасенергоспецремонт»	15.11.22-22.11.22	Рукопис	
Розділ 3 Характеристика силікагелів	22.11.22-29.11.22	Рукопис	
Розділ 4 Експериментальні дослідження відновлення сорбційної активності відпрацьованих сорбентів	29.11.22-06.12.22	Рукопис	
Розділ 5 Розробка технологічної схеми відпрацьованих сорбентів	06.12.22-13.12.22	Рукопис	
Розділ 6 Охорона праці			

Науковий керівник

О.І. Кутняшенко

Студент

А.І. Бородачова

АНОТАЦІЯ

Бородачова А.І. Вдосконалення технології утилізації небезпечних відходів структурної одиниці ПАТ «ДОНБАСЕНЕРГО» «Донбасенергоспецремонт»/Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за напрямом підготовки 101 «Екологія» – ДВНЗ ДонНТУ, Луцьк, 2022

Об'єкт дослідження – сорбенти, відпрацьовані в процесах очищення ЛФМ.

Предмет дослідження – процеси регенерації відпрацьованих сорбентів.

Мета роботи – зниження негативного впливу підприємства на навколишнє середовище шляхом розробки ефективних способів регенерації сорбентів, відпрацьованих в процесах очищення ЛФМ.

Робота присвячена актуальній темі дослідження ремонтного відділу «Донбасенергоспецремонт» у складі теплоелектростанції «Донбасенерго».

Підприємство забезпечує екологічну безпеку і перешкоджає виникненню небезпечних аварій і катастроф техногенного характеру.

Однак технологія виробництва електричної енергії на ТЕС пов'язана з великою кількістю відходів, що викидаються в навколишнє середовище.

Відмінною рисою сучасної промисловості є широке застосування адсорбентів та каталізаторів.

Проблеми, пов'язані з негативним впливом на навколишнє середовище відпрацьованих абсорбентів на полігон, а також їх складування на територіях енергетичних підприємств без наступної остаточної утилізації, потребують термінового вирішення. У цьому сенсі є своєчасним виявлення закономірностей поновлення сорбційної активності відпрацьованих абсорбентів та розроблення методу їх регенерації для зменшення негативного впливу на природні екосистеми.

Ключові слова: ПІДПРИЄМСТВО , ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ, ЛФМ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, СИЛКАГЕЛЬ, РЕГЕНЕРАЦІЯ

ABSTRACT

Borodacheva A.I. Improvement of hazardous waste utilization technology of PJSC "Donbasenergo" "Donbasenerhospecremont"/Graduation qualification work for obtaining a master's degree in the field of study 101 "Ecology" - DVNZ DonNTU, Lutsk, 2022

The object of the research is sorbents spent in the processes of cleaning LFM.

The subject of research is regeneration processes of spent sorbents.

The purpose of the work is to reduce the negative impact of the enterprise on the environment by developing effective methods of regeneration of sorbents spent in the processes of cleaning LFM.

The work is devoted to the current topic of research of the repair department "Donbasenerhospecremont" as part of the thermal power plant "Donbasenergo".

The enterprise ensures environmental safety and prevents the occurrence of dangerous accidents and man-made disasters.

However, the technology of electricity production at TPPs is associated with a large amount of waste released into the environment.

A distinctive feature of modern industry is the wide use of adsorbents and catalysts.

The problems of the negative impact on the environment of spent sorbents taken to the landfill, as well as their storage on the territories of energy and chemical enterprises without further disposal, require urgent solutions. In this regard, the disclosure of the patterns of restoration of the sorption activity of spent sorbents and the development of a method of their regeneration to reduce the negative impact on natural ecosystems are timely and relevant.

Keywords: ENTERPRISE, WASTE MANAGEMENT, LFM, ENVIRONMENTAL SAFETY, SILICA GEL, REGENERATION

на тему: «Вдосконалення технології утилізації небезпечних відходів структурної одиниці ПАТ «ДОНБАСЕНЕРГО» «Донбасенергоспецремонт»	1
ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЦТВА	8
1.1 Відомості про підприємство	8
1.2 Потужність виробництва	11
1.3 Умови утворення відходів на виробництві	12
1.4 Умови зберігання відходів ПАТ «Донбасенерго» «Донбасенергоспецремонт»	20
1.5 Особливості звернення з відходами I-III класів небезпеки	31
2 ПОВОДЖЕННЯ З ЛФМ НА ПІДПРИЄМСТВІ «ДОНБАСЕНЕРГО» «ДОНБАСЕНЕРГОСПЕЦРЕМОНТ»	39
2.1 Склад лакофарбованих матеріалів	39
2.2 Методи утилізації лаків та фарб	40
2.3 Методи утилізації тари ЛФМ	41
3 ХАРАКТЕРИСТИКА СИЛІКАГЕЛІВ	43
3.1 Загальні відомості про силікагель	43
3.2 Виробництво силікагелю	44
3.3 Основні напрямки практичного застосування силікагелю	47
3.4 Водостійкі силікагелі і області їх застосування	49
3.4.1 Експериментальна частина	52
3.5 Хімічно модифіковані силікагелі	58
3.6 Дослідження властивостей модифікованих силікагелів	59
3.7 Існуючі способи регенерації силікагелю	63
3.8 Способи регенерації силікагелю	63
4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДНОВЛЕННЯ СОРБЦІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ СОРБЕНТІВ	65
4.1 Методика експерименту	65
4.3 Результати експериментального процесу	69
4.3.1 Хід роботи	69
5 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ РЕГЕНЕРАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ СОРБЕНТІВ	73
5.1 Вибір та обґрунтування технологічної схеми регенерації відпрацьованого сорбенту	73
5.1.1 Процес кип'ятіння	74
5.1.2 Промивка обробленого силікагелю	74
5.1.3 Сушіння та охолодження	75
5.2 Вибір необхідного обладнання для проведення регенерації	75
5.2.1 Вибір обладнання для десорбції домішок	75
5.2.3 Вибір обладнання для герметичного зберігання	77
6 ОХОРОНА ПРАЦІ	80
ВИСНОВКИ	81
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	83
Додаток А	85

ВСТУП

Основу сучасної енергетики складають різні види електростанцій. На самому початку розвитку вітчизняної промисловості, основна ставка робилася на великі ТЕС. Про вплив ТЕС на навколишнє середовище тоді небагато замислювалися, оскільки основним завданням було одержання електроенергії та тепла. Технологія виробництва електроенергії на ТЕС пов'язана з великою кількістю відходів, що викидаються в навколишнє середовище. Сьогодні проблема енергетичного впливу на природу набуває особливої гостроти, оскільки з кожним роком зростає забруднення середовища, атмосфери та гідросфери.

Відмінною рисою сучасної промисловості є широке застосування адсорбентів та каталізаторів. Не дивлячись на те, що останнім часом промислові підприємства України часто використовують інші кристалічні сорбенти, попит на силікагель серед енергохімічних підприємств лише зростає.

Силікагель є один з найпоширеніших синтетичних абсорбентів, широко використовуваних у промисловості. Він не токсичний і не вимагає складних технологій для його видобутку.

Проблеми, пов'язані з негативним впливом на навколишнє середовище відпрацьованих абсорбентів на полігон, а також їх складування на територіях енергетичних підприємств без наступної остаточної утилізації, потребують термінового вирішення. Однак, питання досліджено недостатньо, у науковій літературі мало робіт, присвячених розробці методів регенерації відпрацьованих абсорбентів. У цьому сенсі є своєчасним виявлення закономірностей поновлення сорбційної активності відпрацьованих абсорбентів та розроблення методу їх регенерацій для зменшення негативного впливу на природні екосистеми.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЦТВА

1.1 Відомості про підприємство

Повне та коротке найменування підприємства: Структурна одиниця ПАТ «Донбасенерго» «Донбасенергоспецремонт» (ДЕСР).

Код ЄРДПОУ відокремленого підприємства – 05470986.

Юридична адреса: 84180, Донецька обл., Слов'янський район, м. Миколаївка, вул. Січових стрільців, 9.

Фактична адреса: 84180, Донецька обл., Слов'янський район, смт Райгородок – вул. Промислова 1а та вул. Промислова 1б (територія Слов'янської ТЕС).

Міністерство чи відомство, якому підпорядковано підприємство: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, ПАТ «Донбасенерго».

У «Донбасенергоспецремонт» проводиться впровадження системи екологічного менеджменту (СЕМ) відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 14001:2015.

Основною діяльністю компанії є різноманітні ремонтно-будівельних роботи (надавання послуг "Донбасенерго" у сфері будівництва золівідвалів, реконструкцій споруд та обмурівки, засобів захисту від корозії)

Ремонтно - будівельні роботи проводяться на території Слов'янської ТЕС, золівідвалу №1.

До складу Слов'янського цеху ДЕСР входить три виробничі зони, які складаються з груп майстрів, які здійснюють роботи:

1 Земельна ділянка для реконструкції будівель і споруд. Співробітники цього відділу проводять ремонти будівель і споруд Слов'янської ТЕС.

2 Ділянка з будівництва золівідвалів. Працівники цього відділу працюють над розширенням золівідвалу №1 Слов'янської ТЕС.

Ділянка ремонту енергетичного обладнання. Ділянка розташована у будинках котельного відділення КТЦ-2 та майстерні, розташованої у котельному відділенні КТЦ-1 Слов'янської ТЕС. Ремонтні бригади виконують роботи з ремонту енергетичного обладнання безпосередньо у КТЦ-1 та КТЦ-2 Слов'янської ТЕС. На ділянці проводяться роботи з ремонту обмурівки та теплоізоляції котлів та турбін, а також елементів іншого технологічного обладнання. Підготовчі роботи (приготування розчинів, сумішей для ремонтів енергетичного обладнання виробничого обладнання «Перлізол» здійснюється безпосередньо в котельному відділенні КТЦ-2).

На території Слов'янського цеху ДЕСР розташовані майстерні: слюсарна майстерня, зварювальний пост, столярна майстерня, автостоянка та бокс із ремонту машин та механізмів, розчинобетонний вузол з відкритим складом будівельних матеріалів.

У приміщенні КТЦ-2 Слов'янської ТЕС розташований розчино-бетонний вузол, у якому виготовляються бетонні розчини та суміші для захисту енергетичного обладнання "Перлізол". Розташування ділянок Слов'янського цеху «Донбасенергоспецремонт» представлено рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Карта-схема розташування Слов'янського цеху ДЕСР

1.2 Потужність виробництва

Слов'янський цех ДЕСР є структурним підрозділом ПАТ «Донбасенерго» «Донбасенергоспецремонт» було введено в експлуатацію з ціллю постачання «Донбасенерго» обслуговування з ремонту енергетичного спорядження, будівель та споруд. Вся готова продукція, що виготовлюється, застосовується для реалізування Слов'янським цехом СО ПАТ "Донбасенерго" "Донбасенергоспецремонт" ремонтних робіт.

Відповідно до довідки про продукцію, що виготовлюється, продукцією є суміші мінеральні для будівництва та захисту обладнання "Перлізол". Як допоміжна продукція для реалізування ремонтів будівель і споруд, а також для робіт з нарощування золовідвалів створюється наступні конструкції: штапики 10х10, опори 250х400, ковзні опори, траверси, металеві засуви, бортовий камінь, металеві футляри.

Як вихідні дані для розрахунку розмірів утворення відходів прийнято відомості про виробництво продукції та виробничу потужність Слов'янського цеху ДЕСР за даними за 2016 р., в якому здійснювались як ремонтно-будівельні роботи споруд, так і роботи на золовідвалі.

Виробнича потужність підприємства розрахована, виходячи із найпродуктивніших місяців за обсягами ремонтно-будівельних робіт.

Дані про вироблену продукцію та виробничу потужність Слов'янського цеху ДЕСР наведено у таблиці 1.1

Таблиця 1.1

Продукція та виробнича потужність Слов'янського цеху ДЕСР

Найменування	Од. змін.	2016 г.	Виробнича потужність
Суміші мінеральні для будівництва та захисту енергоустаткування «Перлізол»	т	62,0	108,0
Опори, засуви, ворота, футляри, ковзаючі опори	шт (т)	338 (8,731)	2160 (55,791)
Штапики	м (т)	623,5 (0,027)	5319,0 (0,234)
Бортове каміння	м (т)	12,25 (1,225)	147 (14,7)

1.3 Умови утворення відходів на виробництві

Під час виробничої діяльності слов'янського магазину СО ПАТ "Донбасенерго" утворюються відходи "Донбасенергоспецремонт", як показано в табл. 1.2

Нормативи утворення відходів характеризується на підставі нормативно-правових актів.

Всі відходи, що формуються на виробництві, підлягають обліку в місцях, де вони утворюються.

Характеристика відходів, що формується в ПАТ «Донбасенерго» «Донбасенергоспецремонт», норми освіти та нормативно-допустимі обсяги утворення відходів наведено у таблиці 1.2

Таблиця 1.2

Відходи, які утворюються в результаті виробничої діяльності
Слов'янського цеху СО ПАТ «Донбасенерго» «Донбасенергоспецремонт»

№ п/п	Назва відходів	Клас небезпеки	Виробничий процес, під час якого формуються відходи
1	Відпрацьовані ртутні люмінесцентні лампи	I	Освітлення промислових складів
2	Масла відпрацьовані	II	Ремонт та експлуатація автотранспортних засобів та будівельної техніки
3	Промаслені пісок і ґрунт	II	Ремонт та експлуатація автотранспортних засобів та будівельної техніки
4	Промаслена ганчір'я	II	Ремонт та експлуатація автотранспортних засобів та будівельної техніки
5	Відпрацьовані автомобільні промаслені фільтри	II	Ремонт та експлуатація автотранспортних засобів та будівельної техніки
6	Відпрацьовані свинцеві акумулятори	II	Ремонт та експлуатація автотранспортних засобів та будівельної техніки
7	Елементи енерговикористання	II	Експлуатація оргтехніки та приладів
8	Лазерні катриджі МФУ	II	Експлуатація оргтехніки
9	Контейнери, що використовуються ЛФМ	III	Роботи з антикорозійного захисту обладнання
10	Електронне обладнання, яке використовувалось	III	Експлуатація офісного обладнання

11	Лом кольорових металів	III	Ремонт автомобілів та механізмів
12	Лом чорних металів	IV	Проведення ремонтних робіт
13	Недогарки електродів	IV	Металообробка
14	Паперовов – картонні відходи ТПВ	IV	Діловодство
15	Будівельні відходи	IV	Проведення ремонтно – будівельних робіт
16	Склобій	IV	Проведення ремонтно – будівельних робіт
17	Відпрацьовані шліфувальні і відрізні круги	IV	Проведення ремонтно – будівельних робіт
18	Відходи деревини	IV	Проведення ремонтно – будівельних робіт
19	Автомобільні шини в експлуатації	IV	Ремонт і експлуатація автомобілів і будівельної техніки
20	Полімерні відходи	IV	Розпакування сировини і матеріалів; використання засобів індивідуального захисту
21	ТПВ	IV	Прибирання території

Таблиця 1.3

Характеристика відходів, що утворюються в Слов'янському цеху СО ПАТ «Донбасенерго»
«Донбасенергоспецремонт»

№ п/п	Найменування відходів	Хімічний склад, наведений до 100%	Норми утворення відходів		
			Питома норма утворення відходів	нормативно-допустимий обсяг утворення відходів, т/рік	Нормативний (лімітний) обсяг утворення відходів, т/рік
1	Відпрацьовані ртутні – люмінесцентні лампи	Скло $\text{Na}_2\text{OCaO}_6\text{SiO}_2$ – 87,0% Люмінофор $(\text{CaAl}_2\text{O}_4)_x \cdot (\text{Al}_2\text{O}_3)_{1-x}$ – 3,0% Алюміній (Al) – 1,8% Вольфрам (W) – 1,4% Мідь (Cu) – 2,0% Нікель (Ni) – 2,0% Ртуть (Hg) – 0,2% Свинець (Pb) – 2,6%	Термін служби ламп, год , тип ЛБ - 10 000 год.	0,004 (12 шт.)	0,004 (12 шт.)
2	Масла відпрацьовані (моторні, дизельні, трансмісійні)	Вуглеводні (C_nH_m) - 70,0% Діоксид кремнію (SiO_2) – 4,0% Цинк (Zn) – 10,0% Фосфор (P) – 15,0% Мідь (Cu) – 1,0%	пробіг 20 000 км, 200 мото - год.	0,136	0,136
3	Промаслені пісок и ґрунт	Діоксид кремнію (SiO_2) – 60,0% Оксид алюмінію (Al_2O_3) – 30,0% Вуглеводні (C_nH_m) - 10,0%	За фактом	0,200	0,200
4	Промаслена ганчірка	Вуглеводні (C_nH_m) – 38,0% Текстиль (целюлоза $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$) – 62%	1,1 т/т використаної продукції	0,144	0,144
5	Відпрацьовані автомобільні промаслені фільтри	Вуглеводні (C_nH_m) - 1,0% Залізо (Fe) - 46% Целюлоза ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$) _n - 53%	пробіг 20 000 км, 200 мото - год.	0,050	0,050
6	Відпрацьовані свинцеві акумулятори	Свинець (Pb) – 21,3% Сульфат свинцю (PbSO_4) – 43,5% Сурма (Sb) – 2,0% Сірчана кислота (H_2SO_4) – 20,0% Вода (H_2O) – 1,0% Полівінілхлорид $[\text{CH}_2\text{CHCl}]_n$ – 2,2%	ресурс роботи акумуляторів, років 1,5–2 роки	0,792	0,792

Продовження таблиці 1.3

№ п/п	Найменування відходів	Хімічний склад, наведений до 100%	Норми утворення відходів		
			питома норма утворення відходів	нормативно – допустимий обсяг утворення відходів, т/рік	нормативний (лімітний) обсяг утворення відходу, т/рік
7	Відпрацьовані елементи живлення (батареї, акумулятори)	Свинець (Pb) – 16,0% Нікель (Ni) – 23,0% Цинк (Zn) – 15,0% Марганець (Mn) – 5,0% Сурма (Sb) – 1,0% Гідроксид калію (KOH) – 40,0%	ресурс роботи, років 0,25–1 рік	0,000033	0,000033
8	Відпрацьовані картриджі лазерних БФП	Полівінілхлорид [CH ₂ CHCl] _n –85,0% Оксид свинцю (PbO) – 15,0%	ресурс роботи, років, 7 рік	0,013	0,013
9	Використана тара з під ЛКМ	Залізо (Fe) – 95,0% Хромат свинцю (PbCrO ₄) – 4,0% Діоксид титану (TiO ₂) – 1,0	0,03 т/т використаної продукції	0,500	0,500
10	Відпрацьоване електронне обладнання (монітори LED, системні блоки, клавіатури, миші; ноутбуки, БФП без картриджів)	Силікон [R ₂ SiO] _n – 25,1% Полімери [C _n H _m] _n – 23,2% Оксид заліза (Fe ₂ O ₃) – 20,6% Оксид алюмінію (Al ₂ O ₃) – 14,0% Оксид кремнію (SiO ₂) – 6,3% Оксид міді (CuO) – 5,6% Оксид цинку (ZnO) – 2,2% Оксид олова (SnO) – 2,1% Оксид нікелю (NiO) – 0,7% Оксид магнію (MgO) – 0,05% Оксид титану (TiO ₂) – 0,05% Оксид хрому (Cr ₂ O ₃) – 0,05% Вуглець (C) – 0,05%	Експлуатаційний термін служби: - Комп'ютер – 5 років; - клавіатура та «миша» – 1 рік; - МФУ – 7 років;	0,280	0,280

Продовження таблиці 1.3

№ п/п	Найменування відходів	Хімічний склад, наведений до 100%	Норми утворення відходів		
			Питома норма утворення відходів	нормативно-допустимий обсяг утворення відходів, т/рік	нормативний (лімітний) обсяг утворення відходів, т/рік
11	Лом кольорових металів	Мідь (Cu) - 91,0% Алюміній (Al) – 3,0% Цинк (Zn) – 6,0%	за фактом	0,200	0,200
12	Лом чорних металів	Залізо (Fe) – 96,0% Сажа (C) – 3,0% Діоксид кремнію (SiO ₂)– 0,7% Марганець (Mn) – 0,3%	легкові машини- 3,7 кг/10000 км; вантаж. машини- 24,0 кг/10000 км; 0,9 т/т виробів із металу решта лом - за фактом	56,871	56,871
13	Запальники електродів	Залізо (Fe) – 96,0% Вуглець (C) – 3,0% Оксид кремнію (SiO ₂)–0,7% Марганець (Mn) – 0,3%	0,12 т/т використаної продукції	0,164	0,164
14	Макулатура паперова та картонна	Целюлоза(C ₆ H ₁₀ O ₅) _n –84,0% Вуглець (C) – 1,0% Вода (H ₂ O) – 15,0%	0,2 т/т використаної продукції	0,450	0,450
15	Будівельні відходи	Залізо (Fe) –1,4% Оксид алюмінію (Al ₂ O ₃)–4,2% Оксид кремнію (SiO ₂)–74,2% Оксид кальцію (CaO)–14,0% Оксид калію (K ₂ O) – 0,2% Вода (H ₂ O) – 5,9% Оксид титану (TiO ₂) – 0,03% Оксид барію (BaO) – 0,01% Діоксид вуглецю (CO ₂)-0,02% Вуглець (C) – 0,04%	0,060 т/т будівельних матеріалів	70,000	70,000

Продовження таблиці 1.3

№ п/п	Найменування відходів	Хімічний склад, наведений до 100%	Норми утворення відходів		
			питома норма утворення відходів	нормативно- допустимий обсяг утворення відходів, т/рік	нормативний (лімітний) обсяг утворення відходів, т/рік
16	Склобій	Оксид кремнію (SiO_2) – 71,8% Оксид кальцію (CaO) – 6,7% Оксид натрію (Na_2O) – 1,5% Оксид заліза (Fe_2O_3) – 4,5% Оксид алюмінію (Al_2O_3) – 3,4% Оксид магнію (MgO) – 3,1% Оксид калію (K_2O) – 4,6% Триоксид сірки (SO_3) – 4,4%	0,6 т/т використаної продукції	0,800	0,800
17	Відпрацьовані абразивні, шліфувальні та відрізні кола	Карбід кремнію (SiC) – 80,0% Діоксид кремнію (SiO_2) – 2,0% Оксид калію (K_2O) – 4,0% Оксид натрію (Na_2O) – 2,0% Оксид алюмінію (Al_2O_3) – 3,4% Залізо (Fe) – 10,0%	0,5 т/т використаної продукції	0,006	0,006
18	Відходи деревини	Лігнін $[\text{ROH}(\text{CH})_2\text{CH}_2\text{OH}]_n$ – 74,0% Целюлоза $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$ – 9,0% Пентозани $(\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4)_n$ – 6,8% Гексозани $(\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_9)_n$ – 10,2%	горбиль - 0,2 т/т тирса - 0,2 т/т тріска – 0,2 т/т пиломатеріалів	5,500	5,500

Продовження таблиці 1.3.

№ п/п	Найменування відходів	Хімічний склад, Наведений до 100%	Норми утворення відходів		
			Питома норма утворення відходів	нормативно- допустимий обсяг утворення відходів, т/рік	нормативний (лімітний) обсяг утворення відходів, т/рік
19	Відпрацьовані автомобільні шини	Вуглець (C) – 5,0% Каучук $[\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_2]_n$ –80,0% Сірка (S) –2,0% Целюлоза $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$ – 10% Залізо (Fe) – 3,0%	термін служби: - легкові -2,5 года. - вантажні - 3 года. -машини періодич.ісп - 6 років	1,870	1,870
20	Відходи полімерів	Поліетилен $[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$ - 72,0% Поліпропілен $[-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3-]_n$ –9,0% Полістирол $[\text{C}_8\text{H}_8]_n$ – 9,0% Полікарбонат $[-\text{ORO}-\text{C}(\text{O})-]_n$ – 10,0%	0,06 т/т будівельних матеріалів каска – термін носіння – 3 роки упаковка - за фактом фільтри – 1,15 т/т	0,282	0,282
21	Тверді побутові відходи	Целюлоза $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$ – 30,0% Лігнін($[\text{RON}(\text{CH})_2\text{CH}_2\text{OH}]_n$)-23% Азот та його сполуки (N)– 9,0% Діоксид кремнію (SiO_2) – 14,0% Оксид алюмінію (Al_2O_3)– 8,0% Вуглець (C)– 5,0% Віскоза $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$ – 11,0%	ТПВ - 0,075 т/чол. кошторисів – 0,012 м³/1 м²	16,445 т (70,278 м³)	16,445 т (70,278 м³)

1.4 Умови зберігання відходів ПАТ «Донбасенерго» «Донбасенергоспецремонт»

Відходи I класу небезпеки

Люмінесцентні ртутні лампи – розміщуються окремо від виробництва приміщенні в жорсткій тарі з герметичною кришкою (контейнер). Не допускається спільне зберігання пошкоджених і неушкоджених ламп, що містять ртуть.

Збір відпрацьованих ламп, що містять ртуть, проводиться на місці їх утворення. У процесі збору відпрацьовані лампи поділяються по діаметру та довжині та встановлюються вертикально у спеціальну упаковку з гофрокартону (заводська упаковка ламп).

Потім укладаються у спеціальну тару (контейнер) для тимчасового зберігання люмінесцентних ламп. Основна вимога до тари – надійність та виключення бою під час транспортування.

Особа, відповідальна за збирання, зберігання та передачу ламп на утилізацію, зобов'язана: контролювати роботу електромонтера при заміні, організувати спеціальне зберігання ламп у металевій тарі, не допускати складування відходу у невстановлених для нього місцях.

Після утворення відхід протягом року передається на утилізацію спеціалізованим підприємствам, які мають ліцензію для здійснення цього виду діяльності.

Відходи II класу небезпеки

Промаслена ганчір'я, відпрацьовані автомобільні промаслені фільтри, промаслені пісок та ґрунт. Зберігання промаслених відходів – у спеціальних контейнерах, що закриваються.

Використаний обтиральний матеріал (промаслена ганчір'я), відпрацьовані автомобільні фільтри прибирають у металеві ящики із щільними кришками (тара

для збору відходів). Після закінчення робочого дня ганчір'я та відпрацьовані автомобільні фільтри видаляють із виробничих приміщень у спеціальні контейнери з маркуванням, встановлені на території згідно зі схемою.

Олії відпрацьовані (моторні, дизельні, трансмісійні).

Збирання та тимчасове зберігання відпрацьованих масел може здійснюватися в металевих бочках або каністрах, а також іншій тарі та упаковці, призначеній для зберігання відпрацьованих масел (за винятком тари та упаковки з матеріалів, що сприяють накопиченню статичної електрики), встановлених на спеціально обладнаних майданчиках.

Не допускається переповнення ємностей для зберігання олії та вилив його на рельєф, потрапляння води всередину ємностей для зберігання олії. Ємності, що використовуються для зберігання рідких відходів, повинні бути встановлені на піддонах, що забезпечують збирання та зберігання всієї рідини, що розлилася.

Майданчики для зберігання промаслених матеріалів та відпрацьованих олій повинні мати тверде покриття та розміщуватись з дотриманням протипожежних розривів відповідно до вимог Правил протипожежної безпеки України.

Місця зберігання промаслених відходів і відпрацьованих олій повинні бути огорожені, захищені від сонячних променів, атмосферних опадів, обладнані пристроями та пристроями, що виключають потрапляння в навколишнє середовище відпрацьованих олій при їх зберіганні та транспортуванні, укомплектовані протипожежним інструментом, забезпечені написом: «Вогнебезпечно».

Не рідше 1 разу на рік відходи олій та промаслених відходів передаються на утилізацію спеціалізованим підприємствам, які мають ліцензію для здійснення цього виду діяльності.

Відпрацьовані картриджі лазерних БФП. Збір та тимчасове зберігання відпрацьованих картриджів лазерних МФУ здійснюється в герметично закритих

поліетиленових пакетах, що запобігають поширенню шкідливих інгредієнтів (залишків тонера) у навколишнє середовище.

Зберігання відпрацьованих картриджів здійснюється окремо від відходів решти оргтехніки в спеціальному приміщенні, що закривається. Зберігання відпрацьованих картриджів лазерних БФП у робочих приміщеннях забороняється.

Передача відходу на утилізацію спеціалізованим підприємствам, які мають ліцензію для здійснення цього виду діяльності, здійснюється не рідше ніж 1 раз на рік.

Відпрацьовані елементи живлення (батарейки, акумулятори). Збір та складування відпрацьованих елементів живлення здійснюється строго в герметично закритій тарі в складському приміщенні, що закривається.

Щоб уникнути займання відпрацьованих елементів живлення, забороняється зберігати відпрацьовані елементи живлення у металевій тарі. Використовувати пластикові пляшки, що щільно запечатуються, або спеціальні контейнери для зберігання батарейок.

Забороняється попадання у тару з батареями металевих предметів. Розміщення батарейок необхідно так, щоб їх позитивні та негативні полюси були надійно розділені. Якщо це важко здійснити, прикрити полюси батарей ізоляційною стрічкою або пластиковими ковпачками.

Тару з цим відходом заборонено розташовувати поряд з об'єктами, що нагріваються або поблизу сонячних променів, не можна допускати проникнення вологи в тару.

Відпрацьовані елементи живлення необхідно оберегти від контакту з провідниками. При контакті з металом через батареї може протікати електричний струм. У цьому випадку вони швидко розігріваються і можуть спалахнути.

Передача відходу на утилізацію спеціалізованим підприємствам, які мають ліцензію для здійснення цього виду діяльності, здійснюється не рідше ніж 1 раз

на рік.

Відпрацьовані автомобільні свинцеві акумулятори. Зберігання відпрацьованих акумуляторних батарей здійснюється з дотриманням таких вимог:

- розміщення акумуляторних батарей у приміщенні складу для запобігання попаданню атмосферних опадів;

- складування батарей у тару, що закривається, інертну по відношенню до електроліту, або штабелями на піддонах з обв'язкою поліетиленовою плівкою, що не допускає перекидання штабелів, сповзання або падіння відпрацьованих акумуляторних батарей.

- не допускається попадання відпрацьованих батарей у місця для збирання та зберігання комунальних відходів.

Передача відходу на утилізацію спеціалізованим підприємствам, які мають ліцензію для здійснення цього виду діяльності, здійснюється не рідше 1 разу на квартал (згідно зі статтею 17 Закону України «Про хімічні джерела струму» від 23.02.2006 №3503-IV зі змінами та доповненнями граничний термін зберігання відпрацьованих автомобільних акумуляторів не перевищує трьох місяців).

Відходи III класу небезпеки

Використана тара з-під ЛКМ. Порожня тара, не очищена від залишків ЛКМ, має бути захищена від сонячного та іншого теплового впливу. Її зберігання на відкритих незахищених майданчиках не допускається. Споруди (навіси, укриття) для захисту від атмосферних опадів та сонячних променів мають бути з негорючих матеріалів, укомплектовані протипожежним інвентарем, забезпечені написом: «Вогнебезпечно».

Використана тара з-під ЛКМ повинна зберігатися на майданчику з твердим покриттям та розміщуватись з дотриманням протипожежних розривів відповідно до вимог Правил протипожежної безпеки України.

Не рідше 1 разу на рік використана тара з-під ЛКМ передається на утилізацію спеціалізованим підприємствам, які мають ліцензію для здійснення цього виду діяльності.

Відпрацьоване електронне обладнання (монітори LED, системні блоки, клавіатури, миші; ноутбуки, БФП без картриджів). Збирання та складування відпрацьованого електронного обладнання, що підлягає спеціальному знешкодженню, необхідно здійснювати в спеціальних місцях у приміщеннях, що закриваються, і не допускати їх потрапляння в контейнери для збору відходів, що підлягають похованню.

Відпрацьована оргтехніка повинна зберігатись таким чином, щоб не допустити руйнування її цілісності.

З метою недопущення руйнування поверхні екрану відпрацьовані монітори упаковуються для належного зберігання та подальшого транспортування у двошарову повітряно-бульбашкову плівку та коробку, при можливості необхідно використовувати пінопластові прокладки.

Відпрацьовані МФУ упаковують, виходячи з їх розмірів, поліетиленові мішки, пакети та інші види тари, яка щільно закривається і запобігає поширенню шкідливих інгредієнтів у навколишнє середовище.

Не рідше ніж 1 раз на рік відпрацьоване електронне обладнання передається на утилізацію спеціалізованим підприємствам, які мають ліцензію для здійснення цього виду діяльності.

Лом кольорових металів. Лом кольорових металів збирають у закриті металеві ящики з відповідним відходом написом

При збиранні та зберіганні металобрухту повинні бути передбачені заходи щодо недопущення його забруднення та змішування брухту кольорових металів різних класів, видів, груп або марок між собою, з неметалевими домішками.

Для збору брухту кольорових металів кожного класу, виду, групи або марки окремо встановлюють металеву тару з чітким позначенням класу, виду, групи або марки брухту кольорових металів (мідний брухт, алюмінієвий брухт,

брухт латуні). Конструкція та розміри тари повинні забезпечувати легке заповнення та звільнення її брухту кольорових металів, а також обережати відхід від забруднення та попадання атмосферних опадів.

Майданчик для тимчасового зберігання брухту кольорових металів повинен мати під'їзні шляхи, зручні для маневрування транспорту та проведення вантажно-розвантажувальних робіт.

Відходи IV класу небезпеки

Відходи IV класу небезпеки зберігаються в контейнерах або купоподібно на спеціальних майданчиках з твердим покриттям, у міру накопичення передаються на утилізацію спеціалізованим підприємствам, які мають ліцензію для здійснення цього виду діяльності (не рідше ніж 1 раз на рік) або на полігони будівельних або твердих побутових відходів на поховання.

Вторинна сировина (брухт чорних металів, макулатура, відходи полімерів, склобій). Зберігання вторинної сировини до вивезення на переробні підприємства здійснюється у спеціально виділених приміщеннях або спеціально відведених майданчиках у збірниках і контейнерах.

Вторинна сировина збирається у справну тару (відходи полімерів – щільні мішки, збірники, склобій – контейнери та ін) або тюкується (макулатура).

Відстань від контейнерних майданчиків тимчасового зберігання вторинної сировини до житлових будівель, дитячих дошкільних закладів та шкіл має бути не менше 20 метрів. Майданчик повинен бути бетонованим або асфальтованим, огороженим з трьох сторін і утримуватися в чистоті.

Лом чорних металів. При зберіганні брухту чорних металів повинна забезпечуватися збереження його властивостей та якості. Для цього забезпечити такі умови зберігання: обладнати майданчик із твердим покриттям; за можливості захистити брухт та відходи чорних металів від впливу на них прямих атмосферних опадів.

Майданчик для тимчасового зберігання повинен мати під'їзні шляхи,

зручні для маневрування транспорту та проведення вантажно-розвантажувальних робіт.

Негарячі електроди, відпрацьовані абразивні, заточувальні, шліфувальні круги слід зберігати окремо у спеціальних металевих контейнерах, встановлених на майданчику з твердим покриттям. Відходи деревини зберігаються у спеціальній тарі (контейнери, ящики) на майданчику з бетонним покриттям, що не перешкоджає виконанню вантажно-розвантажувальних робіт.

Відпрацьовані автомобільні шини як відходи становлять небезпеку, перш за все, як елемент засмічення території, тому вимоги до їх зберігання зводяться до недопущення попадання їх у навколишнє середовище.

Зберігання шин необхідно здійснювати на огороженому критому майданчику з твердим покриттям.

Шини складають штабелями за марками та розмірами. Висота штабеля має перевищувати 2 м.

Зберігання будівельних відходів повинно здійснюватись на майданчику з твердим покриттям; при можливості необхідно укрити будівельні відходи брезентом, щоб уникнути пилу.

Тверді побутові відходи повинні зберігатися в спеціальних металевих контейнерах, встановлених на борту з твердим покриттям.

Майданчик по можливості має бути огорожений з трьох сторін суцільною огорожею, забезпечений зручними під'їзними шляхами.

Не допускається переповнення контейнерів (має бути забезпечене своєчасне їх вивезення) та надходження у контейнери для сміття відходів, не дозволених до прийому на полігони ТПВ.

Зведені дані про способи та місця тимчасового зберігання відходів, а також способи утилізації відходів ПАТ «Донбасенерго» «Донбасенергоспецремонт» наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

Дані про способи та місця тимчасового розміщення, спосіб утилізації відходів РЄ ПАТ «Донбасенерго»
«Донбасенергоспецремонт»

№ п\п	Код відходу за класифікатором ДК-005-96	Клас небезпеки	Найменування відходу за класифікатором	Спосіб та місце тимчасового зберігання відходів	Спосіб утилізації, видалення, передачі іншим суб'єктам господарювання
1	7710.3.1.26	I	Лампи люмінесцентні та відходи, які містять ртуть, інші зіпсовані або відпрацьовані	Металевий жорсткий герметичний контейнер (бочка). У приміщенні складу, що закривається	Передача по договором спеціалізованої організації, що має ліцензію на здійснення операцій (ТОВ «Укрвторутилізація», м. Дніпро)
2	7740.3.1.07	II	Обладнання інше (у т.ч. для наукових досліджень, поліграфічне, конторське) зіпсоване, відпрацьоване чи неремонтопридатне)	Герметичні пластикові пакети. У приміщенні складу, що закривається	
3	7710.3.1.25	II	Батарейки зіпсовані або відпрацьовані	Герметичні пластикова ємність. У приміщенні складу, що закривається	
4	6000.2.9.04	II	Батареї свинцеві зіпсовані або відпрацьовані	Спеціальна тара. У приміщенні складу, що закривається	
5	6000.2.8.10	II	Масла та мастила моторні, трансмісійні інші зіпсовані або відпрацьовані	Спеціальна металева ємність, що закривається. Відкритий майданчик на території Слов'янського цеху	
6	7730.3.1.06	II	Матеріали обтиральні зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені	Спеціальна металева ємність, що закривається. Відкритий майданчик на території Слов'янського цеху	
7	7730.3.1.05	II	Матеріали фільтрувальні зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені	Спеціальна металева ємність, що закривається. Відкритий майданчик на території Слов'янського цеху	

Продовження таблиці 1.4

№ п\п	Код відходу за класифікатором ДК-005-96	Клас небезпеки	Найменування відходу за класифікатором	Спосіб та місце тимчасового зберігання відходів	Спосіб утилізації, видалення, передачі іншим суб'єктам господарювання
8	4590.3.1.06	II	Ґрунти, забруднені нафтопродуктами, хімічними та біоречовинами, що підлягають збиранню, обробленню та видаленню	Спеціальна металева ємність, що закривається. Відкритий майданчик на території Слов'янського цеху	Передача по договором спеціалізованої організації, що має ліцензію на здійснення операцій (ТОВ «Укрвторутилізація», м. Дніпро)
9	7710.3.1.07	III	Тара металева використана, у т.ч. дрібна (банки консервні тощо), за винятком відходів тари, що утворилася під час перевезень	Спеціальна тара (піддон) на майданчику з бетонним покриттям, що забезпечує локалізацію відходу, укриття від атмосферних опадів (міцна поліетиленова плівка, навіс тощо), що не перешкоджають виконанню вантажно-розвантажувальних робіт. Відкритий майданчик на території Слов'янського цеху ДЕСР	
10	7740.3.1.04	III	Обладнання електронне загального призначення зіпсоване, відпрацьоване чи неремонтопридатне	Спеціальна тара (коробки) для збирання відходів. У приміщенні складу, що закривається	
11	7710.3.1.09	III	Брухт кольорових металів дрібний інший	Спеціальний металевий контейнер, що закривається. Відкритий майданчик на території Слов'янського цеху, що не перешкоджає виконанню вантажно-розвантажувальних робіт	
12	7710.3.1.08	IV	Брухт чорних металів дрібний інший	Спеціальний майданчик з бетонним покриттям, що не перешкоджає виконанню вантажно-розвантажувальних робіт. Територія Слов'янського цеху	

Продовження таблиці 1.4

№ п/п	Код відходу за класифікатором ДК-005-96	Клас небезпеки	Найменування відходу за класифікатором	Спосіб та місце тимчасового зберігання відходів	Спосіб утилізації, видалення, передачі іншим суб'єктам господарювання
13	2820.2.1.20	IV	Відходи, одержані у процесах зварювання	Спеціальний металевий контейнер. Зварювальний пост на території Слов'янського цеху	Передача за договором спеціалізованої організації, яка має ліцензію на здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними відходами
14	7710.3.1.01	IV	Макулатура паперова та картонна	Картонні коробки для збирання відходів. У приміщенні складу, що закривається	
15	4510.1.3.07	IV	Бій матеріалів та виробів скляних	Спеціальний металевий контейнер. Відкритий майданчик на території Слов'янського цеху	
16	2681.3.1.01	IV	Вироби абразивні некондиційні	Спеціальний металевий контейнер для збирання відходів. У приміщенні складу, що закривається	
17	7710.3.1.10	IV	Деревина та вироби з деревини зіпсовані або використані	Спеціальний контейнер на майданчику з бетонним покриттям, що не перешкоджає виконанню вантажно-розвантажувальних робіт. Відкритий майданчик на території Слов'янського цеху	

Продовження таблиці 1.4

№ п\п	Код відходу за класифікатором ДК-005-96	Клас небезпеки	Найменування відходу за класифікатором	Спосіб та місце тимчасового зберігання відходів	Спосіб утилізації, видалення, передачі іншим суб'єктам господарювання
18	6000.2.9.03	IV	Шини, зіпсовані перед початком експлуатації, відпрацьовані, пошкоджені чи забруднені під час експлуатації	Спеціальний майданчик з бетонним покриттям, що не перешкоджає виконанню вантажно-розвантажувальних робіт на території Слов'янського цеху	Передача за договором спеціалізованої організації, яка має ліцензію на здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними відходами
19	7710.3.1.05	IV	Суміш відходів, матеріалів та виробів з пластмас інших, що не підлягає спеціальному обробленню	Спеціальна тара (коробки, поліетиленові мішки). У приміщенні складу, що закривається	
20	4510.2.9.09	IV	Відходи змішані будівництва та знесення будівель та споруд	Спеціальний майданчик з бетонним покриттям, що не перешкоджає виконанню вантажно-розвантажувальних робіт на території Слов'янського цеху	Поховання на полігоні ТПВ
21	7720.3.1.01	IV	Відходи комунальні (міські) змішані, у т. ч. сміття з урн	Металеві контейнери для твердих побутових відходів. Відкритий майданчик на території Слов'янського цеху ДЕСР	Поховання на полігоні ТПВ

Після аналізу можна зробити висновки, що найчисельнішими відходами на підприємстві «Донбасенергоспецремонт» є використана тара з-під ЛФМ.

1.5 Особливості звернення з відходами I-III класів небезпеки

Підприємство зобов'язане:

- забезпечити недопущення забруднення небезпечними відходами навколишнього природного середовища, а у разі виникнення такого забруднення
 - ліквідувати саме забруднення та його наслідки для навколишнього природного середовища (більш детально дані дії прописані далі за текстом при розгляді інструкції дій персоналу у разі виникнення аварійних ситуацій, пов'язаних із негативним дією на навколишнє природне середовище);
- оповіщати про аварії, що сталися на підприємстві та про заходи, здійснені для ліквідації їх наслідків, органи місцевого самоврядування та населення;
- протягом року передавати небезпечні відходи спеціалізованим підприємствам, які мають ліцензії на здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними відходами.

Вимоги при виробничих процесах, пов'язаних із роботою з токсичними промисловими відходами:

- до робіт, пов'язаних із збиранням, зберіганням, транспортуванням промислових відходів, допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, пройшли інструктаж з техніки безпеки та пожежної безпеки;
- персонал, що працює з відходами, повинен знати токсичні та вибухопожежні властивості відходів, небезпечні фактори, які можуть виникнути під час виконання роботи;
- повинен знати симптоматику можливих гострих отруєнь, способи надання першої допомоги при отруєнні, травмуванні тощо при роботі з відходами, викладені у цій інструкції;
- персонал має бути забезпечений спецодягом, взуттям, засобами захисту,

які забезпечують безпечне проведення робіт із відходами. Умови, за яких персонал не може бути допущений до роботи з відходами: відсутність необхідного спецодягу та засобів індивідуального захисту; хворобливий стан;

- у місці збору відходів дозволяється зберігати відходи у кількості, що не перевищує належних норм. Не допускається зберігання відходів поблизу джерел іскроутворення, нагрівальних приладів та інших джерел тепла;

- при одночасному зберіганні кількох видів відходів слід враховувати їхню сумісність; - не дозволяється захаращувати місця збирання промислових відходів та підходи до них;

- у місцях збирання промислових відходів не дозволяється зберігати сторонні предмети, особистий одяг, спецодяг, засоби індивідуального захисту, приймати їжу. Після роботи з промисловими відходами і перед їдою слід ретельно вимити руки теплою водою з милом.

- у разі появи ознак отруєння роботу припинити, сповістити про це керівництво та звернутися до медпункту;

- місця збору пожежонебезпечних відходів повинні бути оснащені засобами пожежогасіння, також у місцях тимчасового зберігання пожежонебезпечних відходів мають бути вивішені інструкції щодо протипожежного режиму.

Забороняється захаращувати підходи та доступи до протипожежного інвентарю. На майданчиках збирання та зберігання пожежонебезпечних відходів забороняється курити та користуватися відкритим вогнем.

Особливості поводження з ртутними люмінесцентними лампами

Збір ламп, що містять ртуть, необхідно проводити на місці їх утворення. У процесі збору люмінесцентні лампи поділяються по діаметру і довжині і встановлюються вертикально спеціальні жорсткі герметичні контейнери, що виключають бій ламп. Для додаткових запобіжних заходів допускається упаковка відпрацьованих ламп в індивідуальну упаковку з гофрокартону з подальшим встановленням ламп у спеціальні контейнери.

Люмінесцентні лампи у контейнерах повинні встановлюватись щільно, вертикально. У кожен окремий контейнер завантажуються лампи одного діаметра. У разі нестачі ламп для останнього контейнера порожнечі заповнюються м'яким амортизуючим матеріалом або, як виняток, лампами іншого діаметра. Дозволяється установка в два ряди для ламп довжиною менше 600 мм. Враховуючи можливість розбивання або розгерметизації скляних колб при зберіганні відходів, слід дотримуватися таких правил:

- у приміщенні, де зберігаються відпрацьовані лампи, що ртуть містять, необхідна наявність припливно-витяжної вентиляції;
- приміщення, де зберігаються відпрацьовані лампи, має бути віддалено від побутових приміщень;
- необхідно мати запас марганцевокислого калію чи соляної кислоти для ліквідації можливої аварійної ситуації.

Особа, відповідальна за збирання, зберігання та передачу ламп, зобов'язана:

- контролювати роботу електромонтера під час заміни;
- організувати спеціальне зберігання ламп у спеціальному жорсткому контейнері;
- не допускати складування відпрацьованих люмінесцентних ламп у неприпустимих місцях.

Особливості поводження з відпрацьованими маслами (моторними, дизельними, трансмісійними)

Місця проведення мастильних робіт повинні бути оснащені ємностями для збору відпрацьованих масел і обладнані таким чином, щоб виключити можливість забруднення оліями ґрунтів і поверхневих вод: при роботі на естакаді обов'язково підставляти піддон під машину, що ремонтується, на випадок розливу масла або спеціального його зливу. Після роботи олію з піддону злити в спеціальну ємність, призначену для зберігання відпрацьованої олії.

Первинний збір відпрацьованого масла повинен здійснюватися окремо від

інших відходів у спеціально призначені ємності, що герметично закриваються. Ємності обов'язково повинні мати маркування та кришку.

На майданчику для зберігання відпрацьованих олій повинні бути встановлені ємності для зберігання необхідної кількості піску та лопата для збирання олій у разі їх протоки.

Поблизу майданчиків зберігання відпрацьованого масла забороняється користуватися вогнем і проводити зварювальні роботи, щоб уникнути вибухонебезпечної ситуації.

Забороняється:

- встановлювати ємності з відпрацьованими оліями поблизу нагрітих поверхонь;
- зберігати ємності з відпрацьованим маслом разом з іншими матеріалами та речовинами;
- зливати олії у каналізацію, на ґрунт, водні об'єкти; - залучати для робіт з відпрацьованими маслами осіб, які не пройшли попередній інструктаж, та осіб молодше 18 років;
- спалювати відпрацьовану олію на території підприємства.

Особливості поводження з відпрацьованими промасленими автомобільними фільтрами

Первинний збір відпрацьованих фільтрів повинен здійснюватись окремо від інших відходів у спеціально призначені металеві контейнери. Контейнери для збирання та тимчасового зберігання відпрацьованих фільтрів можуть бути як у виробничій зоні, так і поза нею. Контейнери обов'язково повинні мати маркування та кришку.

Після вилучення відпрацьованого фільтра з машини, покласти його на спеціальну решітку, для того, щоб залишилося масло скло з нього, тільки після цього відпрацьований фільтр можна покласти в спеціальну ємність для зберігання.

Забороняється:

- зберігання відпрацьованих промаслених автомобільних фільтрів у відкритих контейнерах, просто неба і під прямими променями сонця; спільне зберігання з ТПВ;

- зберігання поблизу нагрітих поверхонь та місць можливого загоряння.

Особливості поводження з промасленою ганчіркою, промасленим піском, ґрунтом

Первинний збір помасленої ганчірки, піску, ґрунту повинен здійснюватися окремо від інших відходів у спеціально призначені металеві контейнери. Контейнери для збору та тимчасового зберігання промасленої ганчірки, піску та ґрунту можуть знаходитися як у виробничій зоні, так і поза нею.

Контейнери обов'язково повинні мати маркування та кришку.

Забороняється:

- зберігання промасленої ганчірки, піску та ґрунту у відкритих контейнерах, просто неба та під прямими променями сонця; спільне зберігання з ТПВ;

- зберігання відходів поблизу нагрітих поверхонь та місць можливого займання.

Особливості поводження з відпрацьованими автомобільними свинцевими акумуляторними батареями (АКБ)

Збір відпрацьованих АКБ складає місці їх освіти. Збір здійснюється окремо з інших відходів виробництва та споживання.

При зборі відпрацьованих АКБ слід дотримуватися умови герметичності акумулятора, щоб уникнути витікання електроліту (стежити за тим, щоб усі пробки були щільно закриті та затягнуті).

Відпрацьовані АКБ не повинні піддаватися механічному впливу.

У приміщенні, призначеному для зберігання відпрацьованих АКБ, підлога має бути зроблена з матеріалу стійкого щодо хімічного впливу, і не допускати сорбцію шкідливих речовин (кислотостійкий).

Приміщення, призначене для зберігання відпрацьованих АКБ, повинно

мати можливість провітрюватися. Повинна бути передбачена система припливно-витяжної вентиляції.

Виключити потрапляння води та сторонніх предметів у тару та приміщення, призначене для зберігання відпрацьованих АКБ.

Для ліквідації можливої аварійної ситуації, пов'язаної з протокою електроліту, у приміщенні, призначеному для зберігання, необхідно передбачити наявність необхідної кількості вапна, соди, води для нейтралізації.

Забороняється:

- зберігання на ґрунтовій поверхні та просто неба; а також разом із іншими відходами.

Особливості поводження з відпрацьованими елементами живлення (батарейками, акумуляторами)

Збір та складування відпрацьованих елементів живлення здійснювати строго у герметично закритій тарі.

Щоб уникнути займання відпрацьованих елементів живлення, забороняється зберігати відпрацьовані елементи живлення у металевій тарі. Використовувати пластикові пляшки, що щільно закриваються, або спеціальні контейнери для зберігання батарейок.

Розміщення батарейок необхідно так, щоб їх позитивні та негативні полюси були надійно розділені. Якщо це важко здійснити, прикрити полюси батарей ізоляційною стрічкою або пластиковими ковпачками.

Забороняється:

- потрапляння в тару з батарейками металевих предметів
 - при контакті з металом через батареї може протікати електричний струм; у цьому випадку вони швидко розігріваються і можуть спалахнути;
- розташування тари з відпрацьованими елементами живлення поряд з об'єктами, що нагріваються, або поблизу сонячних променів,
- Проникнення вологи в тару з батарейками.

Особливості поводження з відпрацьованими картриджами лазерних БФП

З метою недопущення прокидання залишків тонера відпрацьовані картриджі лазерних МФУ зберігаються у герметично запечатаних поліетиленових пакетах.

Особливості поводження з відпрацьованим електронним обладнанням

Збирання та складування відпрацьованого електронного обладнання, що підлягає спеціальному знешкодженню, необхідно здійснювати у спеціальних місцях та не допускати їх потрапляння до контейнерів для збирання відходів, що підлягають похованню.

Відпрацьована оргтехніка повинна зберігатись таким чином, щоб не допустити руйнування її цілісності.

З метою недопущення руйнування поверхні екрану відпрацьовані монітори упаковуються для належного зберігання та подальшого транспортування у двошарову повітряно-бульбашкову плівку та коробку, при можливості необхідно використовувати пінопластові прокладки.

Відпрацьовані МФУ упаковують, виходячи з їх розмірів, поліетиленові мішки, пакети та інші види тари, яка щільно закривається і запобігає поширенню шкідливих інгредієнтів у навколишнє середовище.

Особливості поводження з використаною тарою з-під ЛКМ

Для ліквідації можливих проток залишків лакофарбових матеріалів необхідно передбачити наявність піску.

Тару зберігають на спеціальному майданчику згідно зі схемою, щільно закритою, далеко від виробничих приміщень.

Забороняється:

- попадання тари з-під лакофарбових матеріалів у контейнери для збирання відходів, що підлягають похованню;
- Зберігання порожньої тари з-під лакофарбових матеріалів у робочому

приміщенні.

Особливості поводження з брухтом чорних та кольорових металів

Лом чорних та кольорових металів збирають, зберігають та відвантажують за класами, видами, групами або марками відповідно до чинних стандартів на вторинні чорні та кольорові метали, чинним законодавством.

При збиранні та зберіганні металобрухту повинні бути передбачені заходи щодо недопущення його забруднення та змішування брухту та відходів чорних та кольорових металів різних класів, видів, груп чи марок між собою, з неметалевими домішками.

Для збору брухту металів кожного класу, виду, групи або марки окремо встановлюють металеву тару з чітким позначенням класу, виду, групи або марки металобрухту. Конструкція та розміри тари повинні забезпечувати легке заповнення та звільнення її від металобрухту, а також оберігати металобрухт від забруднення.

Не допускається змішування металевої стружки з шматковим металобрухтом, браком і брухтом деталей та інструменту.

Лом кольорових металів збирають у закриті металеві контейнери з відповідним відходом написом.

Усі підрозділи регулярно списують в установленому порядку в металобрухт застаріле, що вийшло з ладу і не придатне для подальшої експлуатації обладнання, металоконструкції, інструмент, а також здійснюють очищення закріпленої за ними території від металобрухту.

При збиранні металобрухту не допускається наявність сторонніх предметів - ганчір'я, паперу, дерева, будівельних та пакувальних матеріалів.

Вивезення брухту та відходів чорних та кольорових металів на полігони твердих побутових відходів забороняється.

2 ПОВОДЖЕННЯ З ЛФМ НА ПІДПРИЄМСТВІ «ДОНБАСЕНЕРГО» «ДОНБАСЕНЕРГОСПЕЦРЕМОНТ»

2.1 Склад лакофарбованих матеріалів

У ДЄСР найвищий відсоток становлять саме тара з ЛФМ, кількість яких за 2021 рік перевищує 1 т 400 кг.

Усі компанії зіштовхується з питанням утилізації відходів фарби та їх матеріалів. Всякий предмет фарби, лаку, має певну отруйність і горючість. На це діє хімічний склад речовини. Кожний з них спричиняє шкоди не лише навколишньому середовищу, а й людям.

Розрізняють такі компоненти:

- пігменти, чорнило і фарби;
- мастики, клеї;
- тара і ємності з-під усіх перерахованих засобів.

Склад лакофарбових матеріалів:

- толуол;
- бутилацетат;
- гліцерин;
- ацетон

Кожен хімічний компонент вимагає особливого підходу:

– Ксилол, цей ароматичний водень є безкольорова рідина без сторонніх примішок, висока концентрація парів може подіяти на здоров'я.

– Ацетон. Безкольорова летка рідина з різким запахом, яка легко запалюється. Він негативно впливає на нервову систему.

– Толуол. Вибухонебезпечна і отруйна речовина, яка має значний ефект на нервову систему. При нагріванні виділяються отруйні пари.

Щоб позбутися від них, необхідно звернутися в спеціалізовані структури,

які здійснюють ліквідацію отруйних хімічних речовин. Ліквідація проходить відповідно до профілактичних заходів, щоб уникнути забруднення оточення. Для кожного типу фарб застосовується особистий процес виготовлення.

Потрібно визначити присутність піску для знищення допустимих шляхів залишків матеріалу.

Тара зберігається у спеціальному приміщенні за схемою, герметично закритою, подалі від виробничих приміщень.

Забороняється:

- розміщувати ємність у контейнери для збору відходів, що підлягають похованню;
- Зберігання порожньої тари у робочому приміщенні.

2.2 Методи утилізації лаків та фарб

Утилізація лакофарбових матеріалів здійснюється п'ятьма способами, що визначається залежно від їх виду.

- Рекуперація. Найбільш часто використовуваний метод рекуперації заснований на адсорбції. Простіше кажучи, це коли на поверхні однієї речовини збільшується концентрація іншої. В якості адсорбентів виступають силікагель і активоване вугілля.
- Спалювання в печах. Відходи, що утворюються під час використання лакофарбових матеріалів, спочатку ретельно досліджуються. Потім вибирається бажана температура. Однак не всі відходи фарби можна на 100% переробити цим методом.
- Поховання. Робиться це виключно у спеціально відведених для цього місцях. Важливо, щоб поховання не забруднювало атмосферу. Мінус цього способу – морока з дозволами та ймовірність повторної консервації відходів.
- Утилізація лакофарбових матеріалів у плазмовому реакторі. Обладнання - дві реакційні камери та спеціальні ванни. Все побудовано на киплячому металі.

На нього скидають відходи. Система газоочистки негайно поглинає утворений газ. Пізніше його використовують як паливо. Це великий плюс такого способу переробки.

- Регенерація. На першому етапі відходи лакофарбового покриття частково розчиняються в міксері разом з розчинником (приблизно 5 годин). Потім суміш проходить через сітку фільтра, щоб позбутися великих шматків. Цей процес повторюється двічі, тільки вдруге осередок сітки вже на порядок менше. Далі використовується покриття і розчинник. З їх допомогою досягається необхідна консистенція і розфасовується фарба. Недоліком є те, що фарба з маслами не піддається такому способу обробки.

2.3 Методи утилізації тари ЛФМ

Предмети, що стикаються з лакофарбовими матеріалами поглинають в себе отруйні речовини. Вони стають токсичними. Тому його інше застосування суворо заборонено. Контейнери ліквідують відповідно до чинних документів та правил. Процес включає:

- розподіл контейнерів за матеріалом;
- дроблення;
- очищення – цей етап може повторити декілька разів, доки подрібнений матеріал не здобує певну очищеність;
- захоронення на полігонах.

Захоронення виконується на спеціальних полігонах. Перероблені контейнери закопують глибоко, але з огляду на те, що ґрунтові води не має доходити до полігонах.

Затрати на утилізацію залежать від хімічного складу матеріалу.

1. Найдорожчий – для видалення толуолу, ацетону та суміші з матеріалами лакофарб – 7000-13000 грн. за 1 тону.

2. Органічні розчинники, змішані з забрудненням усіляких елементів – в

середньому 4.000 грн. за тонну.

3. Акрилові фарбувальні речовини, на основі алкідних смол – 3.000 грн. за 1 тонну.

4. Барва для волосся – від 2.000 до 3.500 за 10 кг.

За підсумками аналізу можна зробити висновок, що відходи потрібно або утилізувати, або піддати технологічній переробці на підприємстві, але незважаючи, що відходів безліч, запровадження таких технологій переробці не вигідно. Розглянувши поводження з цими відходами, можливо реалізувати спосіб утилізації такого абсорбенту, сприйнятливого в господарстві як силікагелеві наповнювачі для котів.

3 ХАРАКТЕРИСТИКА СИЛІКАГЕЛІВ

3.1 Загальні відомості про силікагель

Силікагель, останнім часом став застосовуватися в різних сферах промислового виробництва. Він є твердим абсорбентом, тобто речовиною, що активно поглинає вологу. Буквально, це сухий гель полікремневої кислоти. Цей матеріал продається під різними назвами, такими як сілоїд 161, кремнегель, силікагель. Відомий він так само як кремнезем, карбосил, тридиміт. Силікагель витримує великі температури і важко плавиться, не схильний до самозаймання. Не має запаху, майже не розчиняється у всіх видах кислот, крім плавикової, а також у жирах. При розкладанні силікагель не виділяє шкідливих речовин, тому може використовуватись у побутових цілях.

Силікагель за своїм хімічним складом є двоокис кремнію SiO_2 . Її одержують впливом на розчин силікату натрію або калію соляною або сірчаною кислотою. Гель, який вийшов у результаті цього процесу, піддається сушінню, подрібненню та прожарюванню в духовці.

Розрізняють три види силікагелів:

- шматкові та гранульовані;
- дрібно та крупнозернисті;
- дрібно та крупно пористі.

Основною ж товарною формою силікагелю є кулясті гранули. Також існують спеціальні види гелів, наприклад, аквагелі. Їхні гранули заповнені водою або спиртом.

Основною сферою застосування силікагелів є очищення та осушення повітря, промислових газів та газових сумішей. Крім того, вони застосовуються для:

- поглинання органічних розчинників та пари води;
- поділу різних спиртів;

- вітамінів та інших хімічних речовин; деякі види великопористих силікагелів використовуються як контейнери для каталізаторів.

До переваг силікагелю відносяться його інертність, що зумовлює його біологічну та хімічну нешкідливість, простоту синтезу при застосуванні найпростіших технологічних операцій, підвищену стійкість до таких форм зовнішніх механічних впливів як роздавлювання та стирання, повна пожежна та вибухова безпека.

3.2 Виробництво силікагелю

Способи отримання силікагелю:

1. Іонний обмін рідкого скла Na_2SiO_3 з Н-формою катіоніту. За цим способом через шар Н-катіоніту пропускають розчин рідкого скла і в результаті іонного обміну Na^+ і H^+ отримують золь, який піддають синьорезису та концентрування до потрібної концентрації. Потім слід коагуляція золю в гель і формування з нього частинок, сушіння та прожарювання.

2. При електродіалізі у ванну, розділену на три частини напівпроникними перегородками, поміщають у крайні ємності катод та анод, а розчин рідкого скла – у середню ємність, включають постійний струм і переводять катіони у катодну, а аніони – в анодну ємності. У середній ємності одержують чистий силіказоль.

3. При петизації спочатку одержують гідрогель, його відмивають від домішок. Потім гель піддають петизації при нагріванні в розчині аміаку, отриманий золь піддають синерезису до бажаного рівня розміру частинок і потім коагулюють знову золь в гель. З тетраетоксисилану гідрозоль отримують при нагріванні суміші води з ТЕТС у колбі зі зворотним холодильником. Виходить високочистий ксерогель.

4. Найбільш широко силікагель одержують золь-гель методом.

Силікагелі в промисловості набувають у формі кульок або мікросфер. Вони можуть вироблятися як широкопористими, і тонкопористими, залежно та

умовами їх синтезу. Принципова схема фабрики з виробництва силікагелю представлена на рисунку 3.1

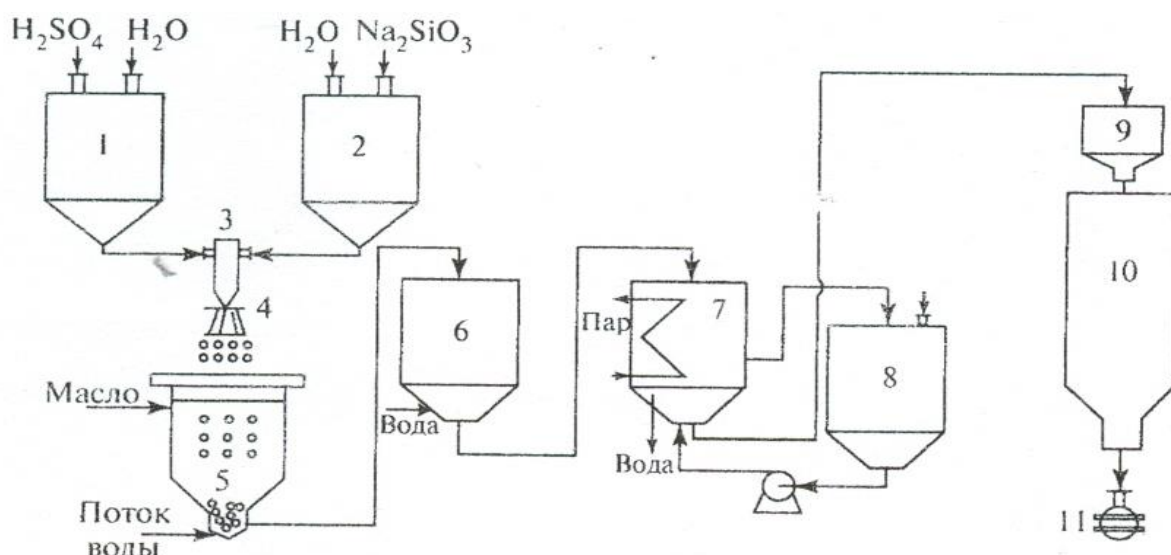


Рисунок 3.1 - Принципова технологічна схема виробництва силікагелю у кульковій формі:

1 – ємність розчину H_2SO_4 ; 2 – ємність розчину рідкого скла; 3 – змішувач розчинів з отриманням гідросиліказолу; 4 - канавковий розподільник золю; 5 - формувальна ємність; 6 – ємність збору та промивання кульок гідрогелю; 7 – ємність для витіснювача; 8 – ємність для фракції нафти; 9 – накопичувач кульок; 10 - прожарна піч; 11 – тара.

У ємності 1 і 2 завантажують водний розчин сірчаної кислоти (1н) та 2н розчин рідкого скла. Під тиском повітря їх подають у змішувач 3 так, щоб співвідношення $Na_2SiO_3 : H_2SO_4$ дорівнювало 2:1 і при $pH = 6$ для золя.

У змішувачі 3 утворюється гідрозоль, який перетікає на розсікач 4, з якого канавками розчин стікає і диспергується на виході з нього у формі рідких кульок. Вони потрапляють у формувальну колонку 5, заповнену трансформаторним маслом, осідають у ній і застигають гідрогелеві кульки. Кульки підхоплюються

потокм води знизу колони 5 і переносяться на накопичувальну ємність 6.

У цій ємності кульки відмиваються від сульфату натрію і після промивання пом'якшеною водою прямують у ємність 7 для витіснення води з порового простору кульок нафтовою фракцією. При синтезі широкопористого силікагелю використовують важку нафтову фракцію, що википає в інтервалі 320 – 520°C, а при синтезі тонкопористого силікагелю для витіснення води із пор силікагелю використовують дизельну фракцію.

У витіснювальній ємності поступово піднімають температуру за допомогою паропідігрівача до 60 - 70°C, потім після відокремлення води - до 90°C і в кінці витіснення - до 105°C. потім нафтову фракцію видаляють з ємності 7 ємність 8, а гідрогель направляють в накопичувач 9, з якого кульки гідрогелю направляю на сушку і прожарювання. Заповнення пір гідрогелю витіснювачем дозволяє регулювати розмір пір у прожареному силікагелі, підвищити його термостійкість та змінювати насипну щільність та питому поверхню.

Процес сушіння вологого гідрогелю і прожарювання висушеного гідрогелю проводять поступово, підвищуючи температуру від 105 до 200°C для видалення з гідрогелевих кульок вуглеводню і надлишку вологи, а потім підвищую температуру від 200 до 500°C для видалення води, що міцно утримується в порах молекулі. Крім того, частина вологи видаляється внаслідок конденсації ОН-груп на стінках пір адсорбенту.

При формуванні тонкопористого силікагелю золь синтезують при температурі 10 – 12°C, рН = 7,0 – 7,5, концентрації рідкого скла 1,7 н та сірчаної кислоти 3Н.

Фізико-хімічні властивості силікагелю залежать від багатьох параметрів, основними з яких є: концентрація розчину рідкого скла, рН золю та гелю, температура осадження, тривалість синерезису гідрогелю, наявність домішок у гідрогелі та в кінцевому продукті, температура сушіння та прожарювання.

3.3 Основні напрямки практичного застосування силікагелю

Однією з найбільш важливих сполук кремнію є двоокис кремнію SiO_2 . Відмінною особливістю двоокису кремнію є схильність давати колоїдні розчини та утворювати з водою гелі, які називаються силікагелями.

Подібні гелі не є небезпечними для здоров'я, оскільки віднесені до третього класу хімічних речовин з безпеки. Незважаючи на це, при роботі з ним необхідно користуватися респіратором або іншими приладами, що захищають органи дихання, так як міститься в них діоксид кремнію дуже погано діє на органи дихання і носоглотку.

Технічні та хімічні властивості продукту зумовили широку сферу його застосування. Можна нарахувати близько двадцяти сфер промислового виробництва, перерахуємо деякі з них. Так, силікагелі широко використовуються в різних технологічних процесах, пов'язаних з осушенням повітря, природних і промислових газів, в азотних установках, а також як водопоглиначі для захисту від іржі верстатів, механізмів, оптичних приладів. Силікагель захищає шкіру та різні товари від вологи. Він також включається до складу склопакетів для боротьби із запотівання.

За допомогою силікагелю відмінно очищаються промислові олії, а також нафтошлами та нафтові погони. Важливою є і така функція цього продукту, як носій каталізаторів багатьох хімічних реакцій. Він застосовується як антидіоксидант при отруєнні речовинами з підвищеним радіоактивним тлом. Звичайно, технічний прогрес не стоїть на місці і вже розроблені нові, досконаліші кристалічні сорбенти цеоліти. Проте, синтетичні сорбуючі речовини, і, зокрема силікагель — отриманий перший світі мінеральний синтетичний сорбент — досі не втратив своєї актуальності для промисловості.

Поряд із водою силікагель добре сорбує пари багатьох органічних речовин. Цією його властивістю використовуються для вбирання парів цінних органічних розчинників – бензину тощо.

Властивість силікагелю поглинати багато речовин з рідкої фази використовують у промисловому очищенні різних масел, а також при видаленні з нафти високополімерних смолистих речовин.

Силікагель каталізує багато хімічних реакцій. Він виявляє значну каталітичну активність у тих випадках, коли реакція супроводжується утворенням або споживанням води, наприклад, в реакціях етерифікації, перетворення ароматичних галоїдпохідних на відповідні феноли і т.д. Саме тоді він є багатовідомим каталізатором багатьох других хімічних процесів, таких як полімеризація, конденсація та ін.

Силікагель є одним із найпоширеніших носіїв каталізаторів і служить компонентом багатьох складних контактів. Він використовується як носій різних каталітично активних речовин - металів Pt, Pd, Ni та ін, оксидів, кислот, основ - для процесів окислення, гідратації, гідрування, полімеризації, конденсації та багатьох інших реакцій.

Останнім часом силікагелі широко використовуються як іоніти для поділу радіоактивних ізотопів, очищення стічних вод промислових від іонів різних металів і засобів медичної допомоги при інтоксикації радіоактивними речовинами.

Інтерес до силікагелю пов'язаний із поєднанням у ньому низки цінних якостей: високої адсорбційної здатності, вибіркової адсорбційної дії, здатності піддаватися багаторазової регенерації без втрати адсорбційної активності, щодо великої міцності зерен, термостійкості, можливості отримання його в гранульованому та порошкоподібному стані та ін.

Найважливішим перевагою силікагелю проти природними пористими матеріалами (пемза, азбест) є можливість зміни його структури у процесі формування. Ця обставина є особливо важливою тому, що ступінь та характер пористості силікагелю зумовлюють ефективність його застосування у різних процесах. При даній пористій структурі адсорбційна активність визначається концентрацією речовини, що адсорбується, і розміром її молекул.

Ефективність процесів адсорбції залежить від раціонального вибору пористої структури силікагелю, яка визначається умовами його приготування.

3.4 Водостійкі силікагелі і області їх застосування

Аналіз сфер застосування мінеральних сорбентів показує, що силікагель є найбільш широко використовуваним сорбентом.

Основне застосування силікагелів - осушення повітря. При цьому в динамічних умовах використовують дрібнопористий силікагель, що забезпечує осушення повітря до температури точки роси – 70... – 65°C. Переваги використання силікагелю полягають у тому, що температура його регенерації відбувається при 150...200°C, тоді як температура регенерації цеоліту 400...500°C, активного окису алюмінію – 300...350°C. Для зниження енерговитрат на регенерацію осушувачів у системах глибокого осушення повітря (температура точки роси ≤ -75 °C) використовують схему осушки, в якій основна кількість вологи поглинається в адсорбері із силікагелем, а глибока осушка здійснюється в адсорбері з цеолітом.

Дрібнопористі силікагелі використовують для попередньої осушки повітря і в тих випадках, коли за допомогою цеоліту потрібно витягти з газової суміші якісь домішки, наприклад, діоксид вуглецю, так як відомо, що сорбційна ємність цеоліту по газових домішках істотно знижується в присутності парів води. Аналогічну роль відіграють силікагелі і в установках короткоциклової безнагрівної адсорбції (КБА). У цьому випадку дрібнопористі силікагелі можуть застосовуватися як самостійні осушувачі в системах осушення повітря, заснованих на принципі КБА, або як поглиначі вологи в установках для виділення кисню з повітря за допомогою цеолітів.

Силікагель використовується як носій різних добавок, що надають йому каталітичні або специфічні сорбційні властивості .

Основним недоліком силікагелів є низька водостійкість, що веде до руйнування при контакті з водою. Ця особливість найбільш характерна для дрібнопористих силікагелів. Руйнування гранул або зерен у процесі експлуатації призводить до скорочення терміну служби силікагелів.

Низька водостійкість силікагелів не дозволяє використовувати їх при отриманні осушувачів імпрегнованих. При внесенні активної добавки з водних розчинів силікагель піддається змочування рідкою фазою з подальшим її видаленням. При цьому на різних стадіях процесу діють різні сили, що призводять до руйнування силікагелю. У процесі змочування відбувається просування розчину електроліту по капілярах гранулу, в процесі висушування розчин електроліту буде просуватися в зворотному напрямку. І в тому, і в іншому випадку наявність увігнутих менісків в капілярах призводить до утворення напруг, що розтягують, в рідині (капілярні сили), які передаються твердому тілу і викликають його руйнування по місцях найбільших напруг.

При дослідженні можливості отримання імпрегнованих осушувачів з використанням розчинів хлоридів літію та кальцію, а як основа промислових марок силікагелів КСМГ та КСКГ, в ході експериментів було відзначено утворення значного обсягу дрібної фракції (табл. 3.1). Причому найбільший об'єм дрібної фракції з'являвся при використанні як основи дрібнопористого силікагелю та хлориду літію як імпрегнату. Цей факт підтвердив, що величина капілярних сил залежить від радіусу капіляра та поверхневого натягу розчину, що визначається не лише поверхневим натягом розчинника, а й мольною часткою розчиненої речовини.

Причина низької водостійкості силікагелів визначається особливостями їхньої будови та умовами формування пористої структури.

Промисловий спосіб отримання силікагелів полягає у взаємодії силікату натрію (рідкого скла) із сірчаною кислотою. В результаті реакції виходить золь крем'яної кислоти, що переходить у гідрогель, а потім, у процесі сушіння, в ксерогель (силікагель). В результаті великої усадки гідрогелю на стадії сушіння,

в ксерогелі виникають значні внутрішні напруги, що під дією води руйнують силікагель.

Таблиця 3.1

Зміна фракційного складу неводостійких силікагелів у процесі отримання імпрегнованих осушувачів

Фракція, мм	КСМГ, розчин CaCl ₂ 30 % мас.	КСМГ, розчин LiCl 30 % мас.	КСМГ вих.	КСКГ, розчин CaCl ₂ 30 % мас.	КСКГ, розчин LiCl 30 % мас.	КСКГ вих.
Менше 1,0	0,20	10,10	0,00	0,03	0,17	0,00
1,0...1,5	1,20	11,10	0,00	0,10	0,18	0,00
1,5...2,0	4,20	16,30	0,60	0,21	0,25	0,80
2,0...3,0	23,40	30,80	2,40	22,30	24,00	3,30
3,0...5,0	71,00	31,30	97,00	77,30	74,70	94,90

При отриманні дрібнопористого силікагелю об'єм гідрогелю зменшується у 15 – 20 разів; усадка гідрогелю при отриманні великопористого силікагелю дещо нижче. Тому дрібнопористі силікагелі більш схильні до руйнування, ніж крупнопористі. Однак, маса зруйнованих гранул крупнопористих силікагелів у водному середовищі досягає 20% навіть при одноразовому контакті.

Таким чином, проблема низької водостійкості силікагелів є актуальною і вимагає свого вирішення. Способи одержання водостійких силікагелів широко освітлені у пресі. Незважаючи на великі публікації, зазначені методи промислового освоєння досі не знайшли, хоча потреба в сорбентах такого типу є надзвичайно великою.

Принцип отримання водостійких силікагелів полягає в диспергуванні силікагелів з подальшим формуванням тонкодисперсних порошків у механічно міцні гранули за допомогою різних сполучних. Залежно від типу сполучного у складі водостійкого силікагелю утворюється аморфний діоксид кремнію, при використанні золю крем'яної кислоти, або аморфний оксид алюмінію, при використанні переосадженого гідроксиду алюмінію або основні солі алюмінію.

Перераховані вище сполучні забезпечують отримання силікагелів з високою водостійкістю та хорошими сорбційними властивостями. Дегідратування цих сполучних призводить до утворення твердих залишків, які також є сорбційно активними.

Аналіз літературних даних показує відсутність публікацій з отримання водостійких силікагелів з використанням як сполучних глин різних порід, які широко застосовуються при отриманні, наприклад, цеолітових сорбентів. Застосування глинистих сполучних технології водостійких силікагелів приваблює доступністю сполучного, його низькою собівартістю, відсутністю необхідності виготовлення самого сполучного. Тому представлялося цікавим розглянути можливість отримання дрібнопористого водостійкого силікагелю з глиною як сполучного, оцінити його властивості та уявити можливі галузі застосування.

3.4.1 Експериментальна частина

Процес отримання водостійких силікагелів складається з кількох стадій:
 подрібнення вихідного промислового силікагелю (ШСМГ);
 підготовка сполучного; приготування форми, що формується;
 формування одержаної маси на грануляторі;
 термообробка одержаних гранул.

Кожна з цих стадій впливає на сорбційні властивості одержаного сорбенту, а саме:

подрібнення вихідного силікагелю призводить до зменшення обсягу мікропор за рахунок їх руйнування та спікання;

формування гранул зі сполучною проводить до утворення біпористої структури, що поєднує в собі пористість вихідного силікагелю (первинна пористість) і пористість, утворену проміжками між ущільненими в гранули частинками тонкопористого силікагелю і сполучного (вторинна пористість).

У сорбційному процесі визначальна роль належить мікопорам, вторинна пористість грає роль транспортних пір, розмір яких можна порівняти з розміром частинок, що формуються. Її наявність погіршує сорбційні властивості, але може впливати на кінетику сорбційно-десорбційних процесів.

До погіршення сорбційних властивостей водостійкого силікагелю призводить і наявність інертного в сорбційному відношенні сполучного глини. Це видно з порівняння ізотерм сорбції парів води (рис. 3.2).

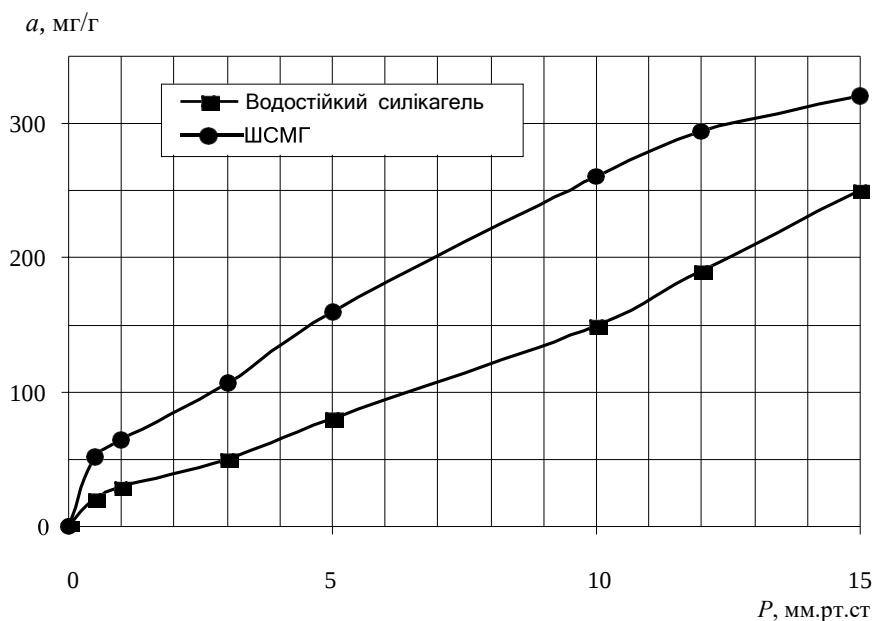


Рисунок 3.2 – Ізотерми сорбції парів води

З рис. 3.2 видно, що статична сорбційна ємність отриманого водостійкого дрібнопористого силікагелю майже вдвічі нижче, ніж вихідного дрібнопористого силікагелю практично у всьому діапазоні парціальних тисків. Аналогічна закономірність проявляється при порівнянні властивостей силікагелів в динамічних умовах. Водостійкі дрібнопористі силікагелі забезпечують глибоке осушення, але динамічна активність їх при проскоковій концентрації, що відповідає температурі точки роси – 69...– 65 °С майже вдвічі нижче динамічної активності вихідного дрібнопористого силікагелю. Однак, існують умови експлуатації осушувачів, коли переважною вимогою до них не є

статична чи динамічна активність. Так, в умовах КБА реалізація повної сорбційної ємності не відбувається через короткі цикли сорбції-десорбції. У цих умовах, як показали досліді, водостійкі силікагелі забезпечують більш глибоке осушення повітря порівняно з вихідними. Для з'ясування цього явища було визначено кінетичні характеристики цих сорбентів при сорбції та десорбції водних пар у статичних умовах. Зразки насичували парами води в ексикаторі при $\varphi = 100\%$ або при $\varphi = 75\%$, а потім після досягнення величини сорбції, досліджували кінетику десорбції, поміщаючи зразки в ексикатор з меншою вологістю $= 9\%$. Ступінь десорбції α визначали за формулою 3.1:

$$\alpha = \left(\frac{a_0 - a_i}{a_0} \right) * 100\% \quad (3.1)$$

де, a_0 - первісне значення величини адсорбції при $\varphi = 100\%$ або при $\varphi = 75\%$;

a_i - залишкове значення величини адсорбції після витримання в ексикаторі з меншою вологістю певний час.

Результати дослідів подано на рис. 3.3 – 3.6, з яких видно, що як при $\varphi = 100\%$, так і при $\varphi = 75\%$ кінетика сорбції водяної пари води водостійким силікагелем і вихідним у перші 30...40 хв від початку досвіду практично однакова. При продовженні процесу сорбції швидкість сорбції парів води водостійким силікагелем знижується. Протилежна картина спостерігається при десорбції водяної пари.

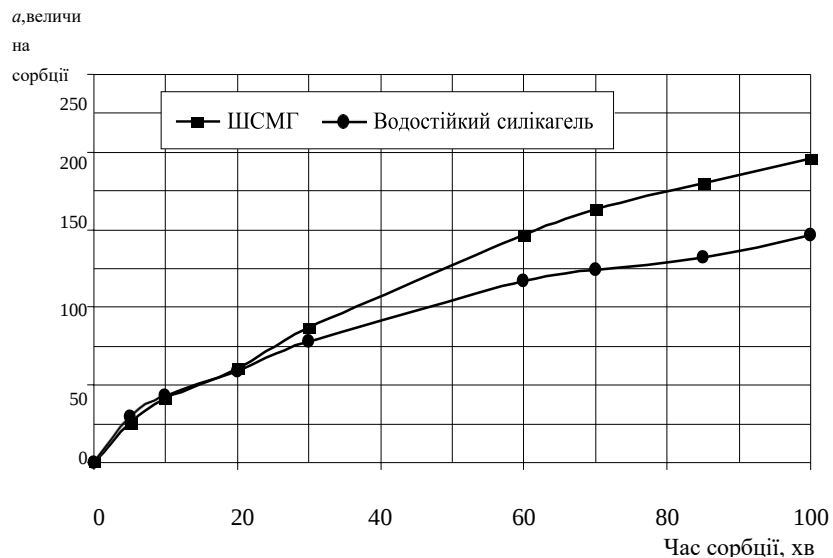


Рисунок 3.3 – Кінетика сорбції парів води при $\varphi = 100\%$

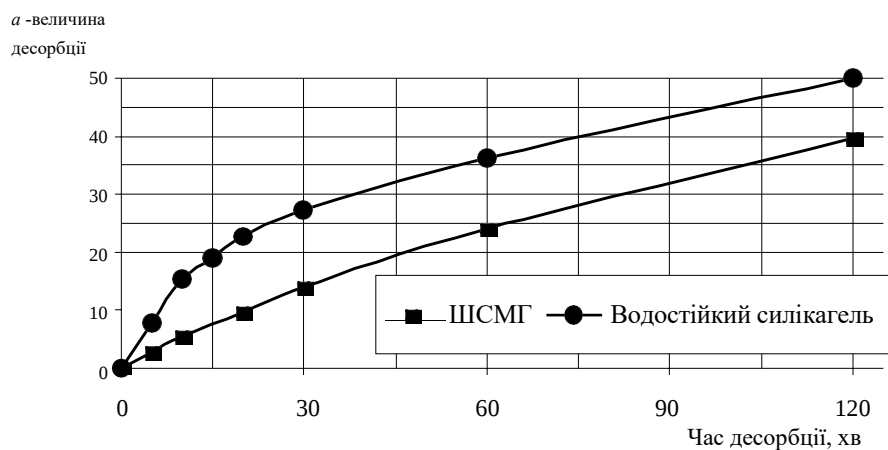


Рисунок 3.4 – Кінетика десорбції парів води при $\varphi = 9\%$ зразків, витриманих при $\varphi = 100\%$

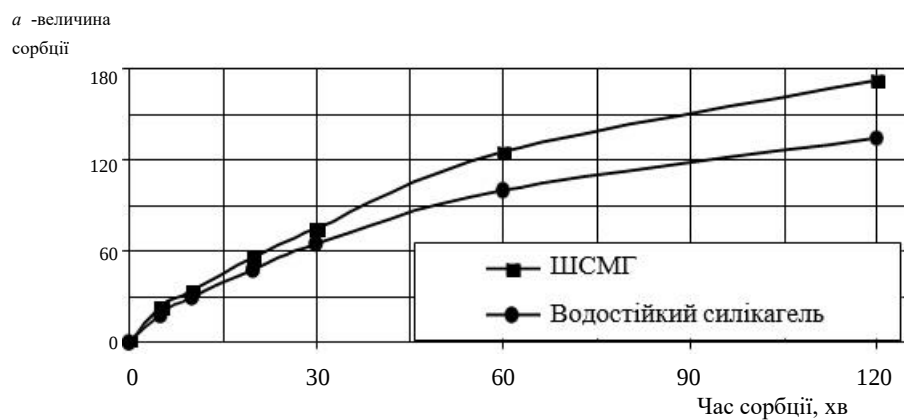


Рисунок 3.5 – Кінетика сорбції парів води при $\varphi = 75\%$

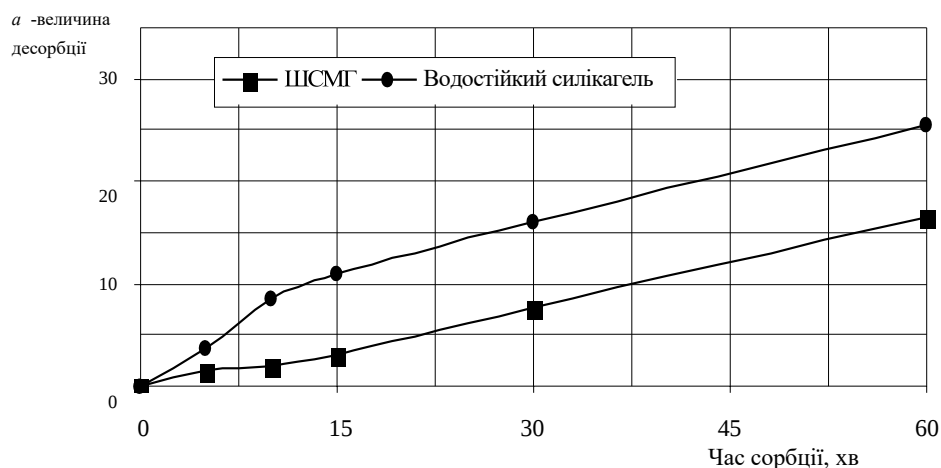


Рисунок 3.6 – Кінетика десорбції парів води при $\varphi = 9\%$ зразків, витриманих при $\varphi = 75\%$

Процес десорбції водяної пари з водостійкого силікагелю протікає з більшою швидкістю, ніж з ШСМГ. Це спостерігалось як при насиченні їх при $\varphi = 100\%$, так і при насиченні їх при $\varphi = 75\%$ з подальшою десорбцією при $\varphi = 9\%$. Підвищену швидкість десорбції можна пояснити наявністю значного обсягу вторинних пір, радіус яких суттєво перевершує радіус пір дрібнопористого силікагелю, що сприяє зниженню дифузійних гальмувань.

Для підтвердження цього було проведено дослідження структури пористої водостійкого силікагелю з використанням апаратурного комплексу «Carlo Erba», результати якого наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Розподіл об'єму пір водостійкого силікагелю по радіусах. (Сумарний обсяг пор $0,35 \text{ см}^3/\text{г}$)

Радіус, нм	>400	400...200	200...100	100...50	50...10	10...4	<4
Об'єм пір, $\text{см}^3/\text{г}$	0,02	0,03	0,05	0,03	0,01	0,17	

Аналіз характеру розподілу пір водостійкого силікагелю показує, що половина об'єму пір має радіус більше 4 нм, тоді як пористість дрібнопористого силікагелю забезпечується порами, радіус яких менше 4 нм.

В умовах КБА цикли сорбції-десорбції мають незначну тривалість напівциклу (від кількох секунд до 3060 хв.), тому ефективність процесу осушення повітря визначатиметься кінетикою сорбції-десорбції, а не ізотермою адсорбції, як це видно з табл. 3.3

Таблиця 3.3

Осушуючі властивості силікагелю ШСМГ та водостійкого силікагелю в циклі сорбції (стаціонарний режим)

№	Зразок	Проскокова концентрація в циклі сорбції мг/л, за час від початку дослідів, хв				Середня проскокова концентрація мг/л
		7	14	21	28	
1	ШСМГ	0,60	0,73	1,96	3,81	1,77
2	СВ	0,80	0,90	1,15	1,96	1,20
3	ОСВ	0,34	0,55	0,80	1,05	0,68

У тій же таблиці представлені осушуючі властивості водостійкого дрібнопористого силікагелю імпрегнованого хлоридом кальцію.

Оцінку властивостей проводили за таких умов:

довжина шару осушувача 10 см;

питома витрата повітря при сорбції 0.6 л/хв см²;

концентрація парів води при сорбції 911 мг/л;

тривалість циклів сорбції-десорбції 30 хв;

температура десорбції (80±5 °С);

точка роси повітря, що продуває шар при десорбції, знаходилася в інтервалі – 38...– 32 °С; досліди проводили до отримання даних, що повторюються, в циклах сорбції.

Аналіз даних показав, що водостійкі силікагелі мають суттєві переваги при використанні їх у циклах сорбції-десорбції.

При цьому особливо слід зазначити, що водостійкість отриманого силікагелю дорівнювала 99...100%.

Висновки

1 Показано, що використання тонкодисперсних силікагелів промислового виробництва та сполучних дозволяє отримувати водостійкі силікагелі.

2 Показано можливість використання глини як сполучного для отримання водостійких силікагелів.

3 Показано перевагу використання дрібнопористих водостійких силікагелів для осушення газів в умовах циклової адсорбції.

4 Використання стадії подрібнення в процесі одержання водостійких силікагелів дозволяє реалізувати у технології відходи силікагелевого виробництва.

3.5 Хімічно модифіковані силікагелі

Також представлені дослідження властивостей модифікованих силікагелів.

Адсорбційні властивості силікагелів, а також геометрією структури і пористість багато в чому залежить від хімічної природи його поверхні.

Площина силікагелів вкрита гідроксильними групами. Адсорбційні ознаки силікагелів залежать від кількості гідроксильних груп на поверхні. Зміна хімічної матерії поверхні силікагелів при термічній дегідратації, регідратації або подальшому заміщенні гідроксидів іншими частинками призводить до різкої зміни адсорбційних властивостей.

Модифікація площини силікагелів органічними радикалами з яскраво вираженими основними або кислотними ознаками приводить до одержання

специфічних адсорбентів, вибірково вбирають кислотні або основні речовини, для яких зазначені радикали є енергійними адсорбційними центрами. Характер адсорбційних властивостей модифікованих силікагелів характеризується розмірами радикалів та їх хімічними властивостями.

3.6 Дослідження властивостей модифікованих силікагелів

Хімічна модифікація поверхні дозволяє надійно закріпити тонку плівку речовини-модифікатора на поверхні речовини-носія, тим самим змінивши його поверхневі властивості. В даний час як носії найбільш широко використовують силікагелі. Інтерес до них пов'язані з поєднанням низки істотних переваг. Це висока механічна міцність, термостійкість, наявність на поверхні великої кількості функціональних груп. Поверхня силікагелів має слабокислий характер. Тому великий інтерес представляє модифікування поверхні силікагелів сполуками, що містять аміногрупи. Таке модифікування дозволить отримати сорбент із новими кислотно-основними властивостями поверхні.

Метою даної роботи є модифікація поверхні силікагелю азотомісткими органічними речовинами та дослідження властивостей модифікованих сорбентів.

Для модифікування було обрано силікагель марки КСКГ. Даний силікагель випускається промислово і легко доступний, а також має розвинену поверхню ($220 \text{ м}^2/\text{г}$) і є переважно мезопористим (табл.). Модифікування поверхні силікагелю проводили моноетаноламіном і триетаноламіном.

Таблиця 3.4

Характеристики силікагелю марки КСКГ

Показник	Значення
Діаметр частинок, мкм	250 ' 630
Механічна міцність, % не менше	86
Вологоємність %, при відносній вологості 100 %	70
Мас. частка втрат при висушуванні, % трохи більше	5
Питома опверхня, м ² /г	220
Сумарний об'єм пор, см ³ /г	1,2
Діаметр пор, нм	12
Насипна густина, г/см ³	0,42

Нами проведено термічний аналіз силікагелю з мас-спектрометричним контролем газів, що відходять (рис. 3.7). Перший мінімум на лінії диференціального термогравіметричного аналізу стосується видалення фізично адсорбованої води з поверхні силікагелю. При температурі вище 200°C починається розкладання силанольних груп, спочатку менш стійких вицинальних груп (670°C), та був і вільних силанольних груп (790°C) По масі води, що віддаляється в інтервалі 200 – 900°C розраховано зміст силанольних груп на одиницю площі поверхні, яка склала $4,5 \cdot \text{SiOH}/\text{nm}^2$,

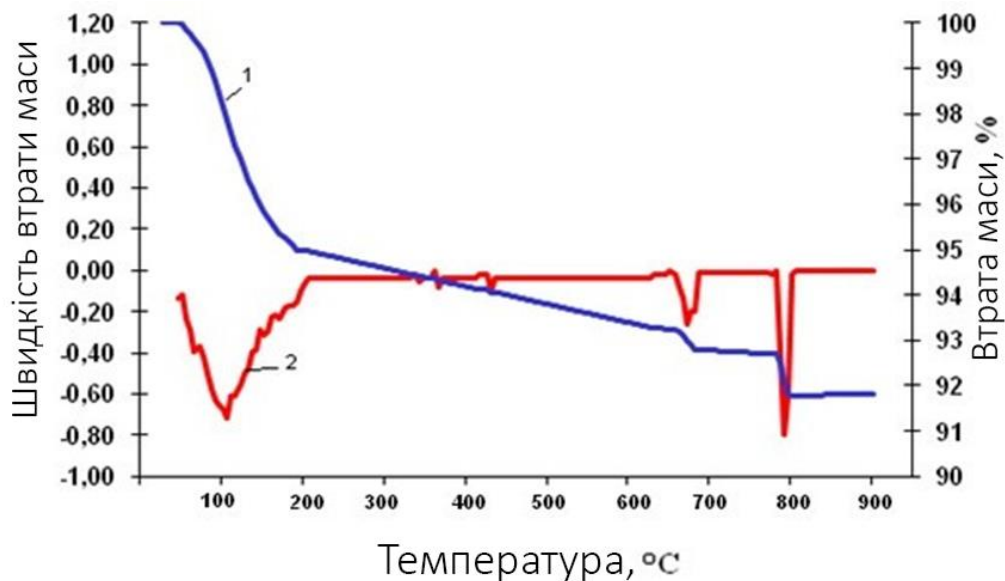
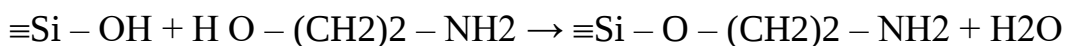


Рисунок 3.7 - Криві термічного аналізу силікагелю марки КСКГ: 1 – ТГ; 2 – ДТА

Силікагель з даними характеристиками модифікували моноетаноламіном. Для цього навішування силікагелю, попередньо прожареного до постійної маси при температурі 200°C, поміщали в круглодонну колбу і додавали свіжоперегнаний зневоднений моноетаноламін. Реакцію модифікування проводили на силіконовій бані при температурі 150 °C та постійному перемішуванні протягом 5 годин. Потім тверду фазу відокремлювали, промивали водою і висушували до сипучого стану при температурі 60 °C. Модифікування триетаноламіном проводили в аналогічних умовах. Модифікація поверхні силікагелю моноетаноламіном протікає за схемою:



Після проведення модифікації моноетаноламін питома поверхня сорбенту зменшується з 220 до 200 м²/г. Термічний аналіз модифікованого силікагелю показав, що в цих умовах ступінь модифікування поверхні дорівнює 2,0% мас. Отже, вміст щеплених аміногруп становить 2,7 SiOH/нм².

На поверхні силікагелю виявляються щепленими аміногрупи, які обумовлюватимуть основні властивості модифікованих силікагелів. Для

модифікованих сорбентів визначено ізо-рН методом гідролітичної адсорбції. На рис. 3.7 представлена експериментальна залежність ΔpH від рН початкового для модифікованого моноетаноламіном силікагелю.

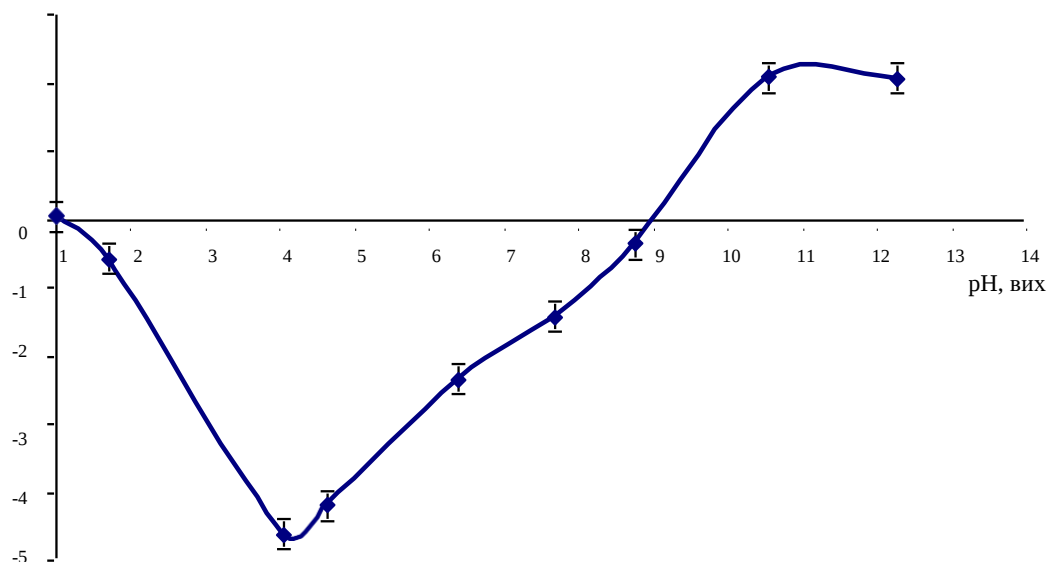


Рис. 3.7 - Залежність ΔpH від рН початкового для модифікованого моноетаноламіном силікагелю

Значення ізо-рН для зразка, модифікованого моноетаноламіном склало 9,0, для зразка, модифікованого триетаноламіном - 9,3. Отримані модифіковані сорбенти поведуться подібно до основи і підвищують рН водного розчину після встановлення рівноваги, зв'язуючи протони. В результаті модифікації отримано сорбент, поверхня якого має основні властивості завдяки щепленим аміногрупам. Далі планується використовувати одержаний сорбент у тест-методах для експресного визначення іонів металів у розчині, зокрема для визначення заліза у воді.

3.7 Існуючі способи регенерації силікагелю

Нині поступово розробляється ефективний спосіб переробки силікагелю, який не тільки призводить до зменшення антропогенного забруднення біосфери, але й приносить економічні вигоди компанії. Іншими словами, використаний силікагель відновлюється або використовується повторно. Міграція домішок із використаного силікагелю забруднює навколишнє середовище. Енергетична компанія зобов'язана збирати використаний силікагель і оплачувати зберігання на території виробництва, і не має можливості правильно його утилізувати. Вибір способу утилізації затруднений через складний склад силікагелю. Тому рекомендується розумно використовувати залишки відпрацьованого силікагелю як вторинний ресурс. У цьому сенсі існує загальна потреба дослідити ефективні методи переробки силікагелю для зменшення негативного впливу на природні екосистеми.

3.8 Способи регенерації силікагелю

Багаторазове використання силікагелю для глибокого сушіння та очищення економічно ефективніше, ніж одноразове використання та утилізація. Для повторного використання силікагелю потрібно відновити його ознаки. Спосіб регенерації силікагелю полягає у вилученні вологи та відновленні його поглигаючої здібності.

Для регенерації силікагелю доступні такі методи:

1. Обладнання БРПС рекомендовано для промислового відновлення силікагелів, які використовуються для очищення трансформаторів та інших ізоляційних масел. Пристрій призначений для полокання адсорбентів підігритою парою і видалення адсорбенту методом термічної десорбції за підтримкою спеціальних електронагрівальних елементів.
2. Регенерація силікагелю за допомогою апарату Сокслета. У цьому методі

силікагель екстрагують бензином в апараті Сокслетта на протязі двох днів, видаляючи адсорбовані парафіни. При нагріванні пляшки, пари розчинника здіймаються вгору і конденсуються в холодильнику. Утворений конденсат, що надходить до екстрактора, в якому відбувається розділення речовини. Як рідина в екстракторі здобуває певного рівня, вона повертається в пляшку, і спосіб продовжується.

3. Адсорбцію регенерують продувкою гарячим повітрям при -200°C (для видалення олії та води).

4. Регенерація адсорбентів шляхом сушіння в електромагнітному полі дуже високої частоти (0,4-10 ГГц) (СВЧ сушка).

5. Силікагель регенерується безпосередньо в адсорбційній колонці. Після видалення з силікагелю залишків смолистих речовин до верхньої частини колони приєднують каучукову трубку, який подає інертний газ з балона через редукційний клапан. Продовжується повільне нагрівання, доки пари розчинника більше не б'ють виходити з колонки. Парі розчинника видаляються уловлювачем, встановленим у нижній частині колони до витяжки.

6. Регенерація силікагелю в адсорберах за декілька робочих циклів. В адсорбері силікагель після 10 – 50 циклів регенерується ацетоном, оскільки саме там накопичується основна маса смолистих асфальтобетонних речовин.

7. Використаний силікагель промивають водою, поки промивна вода не стане безбарвною. Вкінці силікагель кип'ятять з пергідролем на протязі 20–30 хвилин до знебарвлення, потім промивають водою і обробляють розчином.

8. Іншим способом регенерації силікагелю є його прожарювання при 700°C протягом 2 годин.

Отже, на основі існуючих процесів регенерації, як в промисловому масштабі, так і в хімічних лабораторіях, можна відновити використані абсорбенти та відновити їх поглинаючу здатність для наступного використання.

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДНОВЛЕННЯ СОРБЦІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ СОРБЕНТІВ

Питання переробки силікагелю зараз хвилює всі галузі. Після аналізу наявних способів регенерації крупнопористого силікагелю марки КСКГ, було обрано найбільш економічно ефективний метод.

Регенерація — це процес відновлення робочих характеристик силікагеля після його використання. Пропонований спосіб переробки здійснюється в хімічній лабораторії. Відновлення адсорбційних властивостей силікагелю відбувається в спеціальній сушарці з витяжкою після нагрівання матеріалу до температури 150-180 °С і витримки 3-4 години (залежно від марки силікагелю).

Дослідження проведено у хімічній лабораторії ДонНТУ м. Покровськ.

4.1 Методика експерименту

Процес регенерації складається з 4 етапів, які проілюстровані на рисунку 4.1.



Рисунок 4.1 – Процеси регенерації силікагелю

1. Хід очищення містить кислотну обробку силікагелю та подальше промивання дистильованою водою.
2. В процесі сушіння з силікагелю виймається волога шляхом нагрівання

його в сушильній камері при температурі 150-180 °C протягом 4 годин.

Процес сушіння силікагелю розпочинається за кімнатної температури. За цієї температури вода видаляється з пористих частинок шляхом молекулярної дифузії. Цей процес малоефективний для осушення силікагелю та поновлення його адсорбційних властивостей. Потім сушіння здійснюється із найнижчої температури і закінчують при $t = 150$ °C. У міру підвищення температури сушіння силікагелю збільшується питома поверхня, збільшується середній об'єм та радіус пір. За такої температури значення питомої поверхні практично не змінюється, збільшується тільки середній радіус пір.

Процес сушіння гелю умовно поділяється на три етапи:

На першому етапі вода виймається із зовнішньої поверхні часток силікагелю шляхом нагрівання. На цій стадії здійснюється досить значне звуження пір.

На другому етапі робиться висихання рідини з об'єму пір силікагелю в міру їхнього виокремлення і зціпленням один до одного у місцях контакту. Стиснення силікагелю продовжується і структура формується. На цьому етапі засновується розподіл пір по радіусах.

На третьому етапі рідина вивільняється, після чого вона накопичується в порах та утворює структуру. Швидкість сушіння постійна на першій і другій стадіях і різко знижується на третій стадії.

Процес десорбції

Це включає приготування при 180°C протягом 30 хвилин. При горінні силікагелю при температурі вище 180°C стінки пір руйнуються. На цьому етапі основну жорсткість конструкції надають частки силікагелю. В цьому випадку силікагель вже має невелику питому поверхню. Тому пориста структура частинок силікагелю губить вологу на стадіях сушіння та прожарювання. При спокійному нагріванні силікагелю волога неспішно йде з пористого простору, яка не ламає тендітну текстуру, утворена за цих умов. З іншого боку, пори силікагелю не стискаються при видаленні вологи. Стрімке нагрівання

адсорбентів з великими порами ламає тонкі стінки пір, руйнуючи їх характерну поверхню і знижуючи їх абсорбційні властивості.

Охолодження силікагеля після десорбції.

Цей процес завершує регенерацію силікагелю. Після остигання дуже важливо герметично закрити його, щоб уникнути контакту з вологою.

Силікагель вибухобезпечний. Гранично допустима концентрація пилу силікагелю, масова частка якого становить 10-70 % вільного діоксиду кремнію. За рівнем на організм продукт належить до V класу небезпеки.

При роботі із силікагелем проводять індивідуальний захист органів згідно з ГОСТ.

Приміщення повинні мати витяжну вентиляцію згідно з ГОСТ. Забезпечити максимальну герметичність обладнання.

4.2 Обладнання та реактиви, що використовуються в процесі дослідження

При проведенні вимірювань застосовувалось наступне устаткування та реактиви:

- Використовуваний зразок адсорбенту (рис. 4.2)
- металевий бокс певних розмірів
- Скляна паличка з гумовим накінецьником;
- аналітичні ваги (рисунок 4.3)
- Шафа електрична сушильна з терморегулятором,
- Концентрована соляна кислота ($\text{CHCl} = 34\% \text{ об.}$), розбавлена водою (1:1);
- Концентрована азотна кислота, розведена водою (1:1) ($\text{CHNO}_3 = 40\% \text{ об'єму}$).



Рисунок 4.2 – Приклад використаного силікагелевого адсорбенту КСКГ



Рисунок 4.3 – Ваги аналітичні



Рисунок 4.4 – Електрична сушильна шафа СНОЛ ТУ

4.3 Результати експериментального процесу

4.3.1 Хід роботи

1. Щоб очистити дві навіски з КСКГ по 80 г кожна, прокип'ятіть їх у концентрованій соляній кислоті ($\text{HCl} = 34\%$ за об'ємом), розведений водою (1:1), принаймні 2 години при 71°C , де $\rho_{\text{HCl}} = 1,169 \text{ кг/дм}^3$,

$t_k = 71^\circ\text{C}$;

2. Далі проводять кип'ятіння в концентрованій азотній кислоті ($\text{HNO}_3 = 40\%$ об'єму), розведений водою (1:1), не менше 2 годин при $82,6^\circ\text{C}$. Кислоти чистять силікагель від різноманітних домішок і тому не впливають на його внутрішню структуру.

3. Силікагель спочатку змивають теплою водою. Це необхідно, щоб уникнути чергове знищення адсорбційних властивостей силікагелю після кислотного очищення.

4. Після цього силікагель вимивають дистильованою водою кімнатної температури до нейтральної реакції вод ($\text{pH}=6-7$). Цей етап визначається тим, що просочення силікагелю концентрованою соляною та азотною кислотою спричиняє до зростання радіуса пор і питомої поверхні силікагелю, а дистильована вода абсолютно готує його до наступної обробки. Після промивання стадія сушіння і десорбція;

5. Увімкнути шафу СНОЛ, нагріти до $T = 150^\circ\text{C}$. Перевірте температуру за допомогою закріпленого в шафу термометра;

6. Силікагель наливають у металевий бокс шаром 1-1,5 см;

7. Помістіть пакет із силікагелем у сушильну камеру СНОЛ і висушіть його в сушильній камері при температурі 150°C протягом 4 годин 30 хвилин. За цей час з поверхні силікагелю КСКГ видаляється волога. Кожні 1 годину, 3 години, 4 години та 4 години 30 хвилин, зважте пакет із силікагелем.

8. Проводиться додатковий нагрів другого боксу з силікагелем при $t =$

180°C. Через 4 години 30 хвилин відбувається активне вбирання вологи з внутрішньої поверхні пір. Кожні 1 годину, 3 години, 4 години та 4 години 30 хвилин, зважте пакет із силікагелем.

9. Одягніть рукавички та вийміть пакет із силікагелем із сушильної камери. Візуально перевірте якість силікагелю. Силікагель зважують на аналітичних вагах. Зовнішній вигляд силікагелю після його регенерації видно на малюнку 3.5.



Рисунок 4.5 – Зовнішній вигляд силікагелю марки КСКГ після регенерації

4.3.2 Визначення масової частки втрати вологи силікагелем в досліді

Масову частку втрат при висушуванні (ΔW , %) обчислюють за формулою 4.1:

$$\Delta W = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m_0)} \cdot 100, \% \quad (4.1)$$

де m_0 – маса бокса, г.

m_1 – маса бокса, заповненого силікагелем перед сушінням, г;

m_2 – маса бокса, заповненого силікагелем після сушіння, г;

Експериментальний результат розглядається як середнє арифметичне двох паралельних визначень. При достовірній ймовірності $P = 0,95$ прийнятна різниця

між ними не може перевищувати 0,5%.

Розрахунки втрат води при $t=150^{\circ}\text{C}$ у різні часи зведений у таблиці 4.1

Таблиця 4.1

Розрахунки втрат води при $t=150^{\circ}\text{C}$

Час сушіння, год	$m_0, \text{г}$	$m_1, \text{г}$	$m_2, \text{г}$	$m_1 - m_0, \text{г}$	$m_1 - m_2, \text{г}$	$\Delta W, \%$
1	323,8	410,8	399,49	87,0	11,31	13,0
3			389,48		21,32	24,5
4			387,74		23,06	26,5
4,5			387,83		22,97	26,4

Розрахунки втрат води при $t=180^{\circ}\text{C}$ у різні часи зведений у таблиці 4.2

Таблиця 4.2

Розрахунки втрат води при $t=180^{\circ}\text{C}$

Час сушіння, год	$m_0, \text{г}$	$m_1, \text{г}$	$m_2, \text{г}$	$m_1 - m_0, \text{г}$	$m_1 - m_2, \text{г}$	$\Delta W, \%$
1	326,0	415,8	395,15	89,8	20,65	23,0
3			388,14		27,66	30,8
4			385,45		30,35	33,8
4,5			385,81		29,99	33,4

Після досліджень у лабораторних умовах можна сказати, що дія температури та час висихання силікагелю впливає на кількість вологи, втраченої силікагелем. Це видно на рис. 4.6.

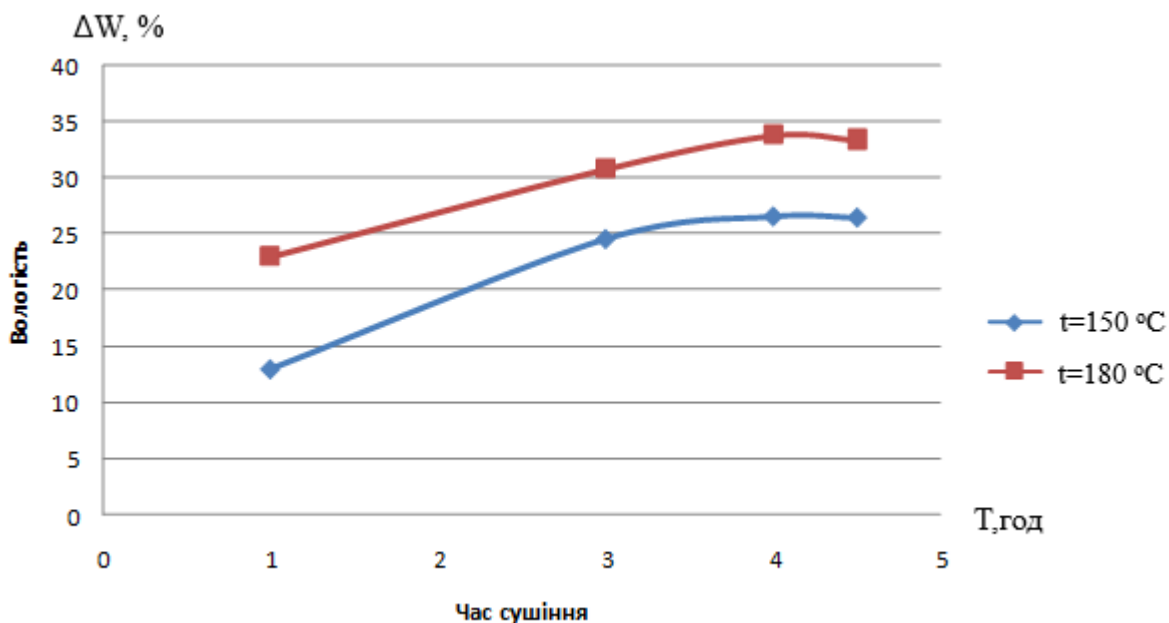


Рисунок 4.6 – Вплив температури і тривалості сушіння на кількість втраченої силікагелем води (у % від початкової ваги)

Підсумок експерименту допускають зробити такі висновки:

- Експериментально визначено оптимальну температуру сушіння адсорбенту, яка дорівнює 180 °C. При цьому процес втрати води відбувається інтенсивніше, ніж при температурі сушіння $t = 150$ °C, внаслідок чого адсорбент втрачає води на 7,3 % більше, ніж за того ж часу при температурі сушіння 150°C;
- Експериментально визначено найліпший час висихання 4 години. У цей період здійснюється інтенсивна вологовтрата, подальше нагрівання невелико змінює вміст води. При цьому абсорбційна активність силікагелю відновлюється;
- Подальше прожарювання силікагелю при більш високих температурах може призвести до окислення та втрати поглинаючої здатності.

5 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ РЕГЕНЕРАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ СОРБЕНТІВ

Спосіб регенерації силікагелю являє собою процес чищення від різних домішок і вологи, що містить обробку силікагелю кислотою з подальшим промиванням дистильованою водою і висушуванням. Установлена закономірність відновлення абсорбційної активності використовуваного адсорбенту дає змогу формувати основні параметри процесу.

Застосування способу дозволяє розробити технологічні схеми регенерації відпрацьованих сорбентів.

5.1 Вибір та обґрунтування технологічної схеми регенерації відпрацьованого сорбенту

Технологічна схема включає наступні етапи (рис.5.1)

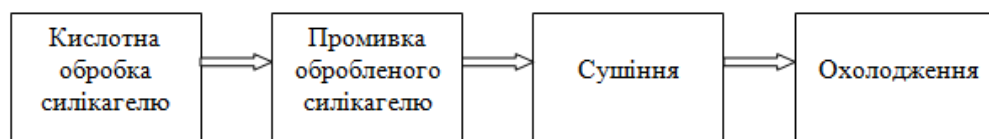


Рисунок 5.1 – Технологічна схема регенерації відпрацьованого сорбенту

Хід дій:

1. Повинну кількість відпрацьованого силікагелю поміщають в екстракційну посудину з концентрованою соляною кислотою $\text{CCl} = 34\%$ об. розбавляють водою (1:1) і кип'ятять при $71\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 2 годин. ,

2. Далі стільки ж силікагелю кип'ятять протягом 2 годин, але вже в концентрованій азотній кислоті $\text{CHNO}_3 = 40\%$, розведеної водою (1: 1), при

температурі 82,6 ° С, яку попередньо приготували.

3. Силікагель змивається теплою проточною водою.
4. Потім промити дистильованою водою.
5. На цьому етапі силікагель сушать у тепловій сушарці при температурі $T=180^{\circ}\text{C}$ протягом 4 годин.
6. Після висихання регенерований абсорбент необхідно охолодити.
7. Після завершення всіх етапів процесу регенерації силікагель слід герметично закрити в одному або кількох контейнерах.

5.1.1 Процес кип'ятіння

Процес кип'ятіння складається із двох етапів:

I - 30 кг використаного абсорбенту помістити у витяжну ванну, потім заповнити ванну соляною кислотою $\text{HCl} = 34\%$ об. 15 л та 15 л води (1:1) і кип'ятити при 71°C протягом 2 годин. Тим часом пори силікагелю розщепленні, щоб видалити більше домішок.

II - Той самий сорбент кип'ятять у витяжній шафі, але вже в азотній кислоті $\text{HNO}_3 = 40\%$ об. з розрахунку 15 літрів та в 15 літрах води (1:1) при температурі 82°C протягом 2 годин. За цей час видаляються всі домішки, що є у відпрацьованому силікагелі, і адсорбент набуває темно-жовтого або бежевого відтінку.

5.1.2 Промивка обробленого силікагелю

У тій же витяжній ванні регенерований абсорбент можна промити гарячою водою, попередньо промивши кислотну ванну. Цей процес повністю видаляє кислотні залишки з сорбенту. Потрібно близько 30-35 літрів води [10]. Промивання дистильованою водою проводять при кімнатній температурі в такому ж об'ємі води. Цей процес цілком приготує адсорбент до подальших

процесів регенерації. Промивання здійснюється у витяжній ванні.

5.1.3 Сушіння та охолодження

Після промивання абсорбент переміщують у термосушарку, де абсорбент сушать при $t=180^{\circ}\text{C}$ 4 години. З абсорбенту видаляється волога і відновлюються його абсорбуючі властивості. Після висихання силікагелю дають охолонути до кімнатної температури в термосі.

Використаний силікагель герметично закупорюють в ємності об'ємом $V = 0,54 \text{ м}^3$

5.2 Вибір необхідного обладнання для проведення регенерації

На підприємстві регенерація здійснюється поетапно з накопиченням відпрацьованого адсорбенту. За місяць накопичується 59 кг використаних абсорбентів. Тому вихідно розраховуємо з 30 кг регенованої маси.

5.2.1 Вибір обладнання для десорбції домішок

Сорбент промивають у витяжній ванні VSA-3DA (рис. 5.2), яка має нагрівальну ємність, у якій розміщений сорбент з кислотою. Об'єм такої ванни $V = 0,14 \text{ м}^3$

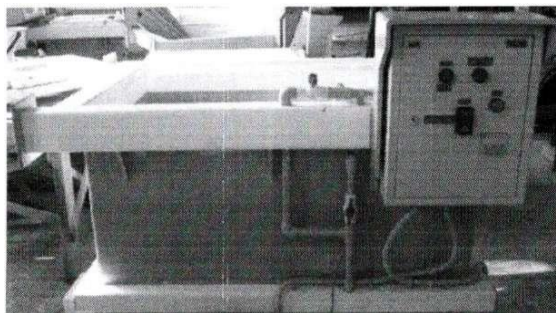


Рисунок 5.2 – Витяжна ванна VSA-3DA

Витяжна ванна працює завдяки електричному вентилятору.

Контроль температури здійснюється всередині і зовні бака. Потік повітря, що надходить в нагрівальний бак, переносить пари відпрацьованих газів і пари кислот і насичує їх свіжим киснем.

Для промивання 30 кг адсорбенту, об'ємом 0,12 м³, густиною $\rho=250$ кг/м³ необхідно 15 л концентрованої соляної кислоти і 15 л води для розведення. Загальний об'єм витяжної ванни 0,14 м³.

Ці параметри дотримуються в ємності VSA-3D загальним об'ємом 0,14 м³. У тій же ванні відбувається регенерація абсорбенту азотною кислотою з наступним промиванням.

4.2.2 Вибір обладнання для сушіння регенеруемого сорбенту

Для сушіння сорбенту обираємо термодінамічну сушилку марки РТ1 (рис.5.3).

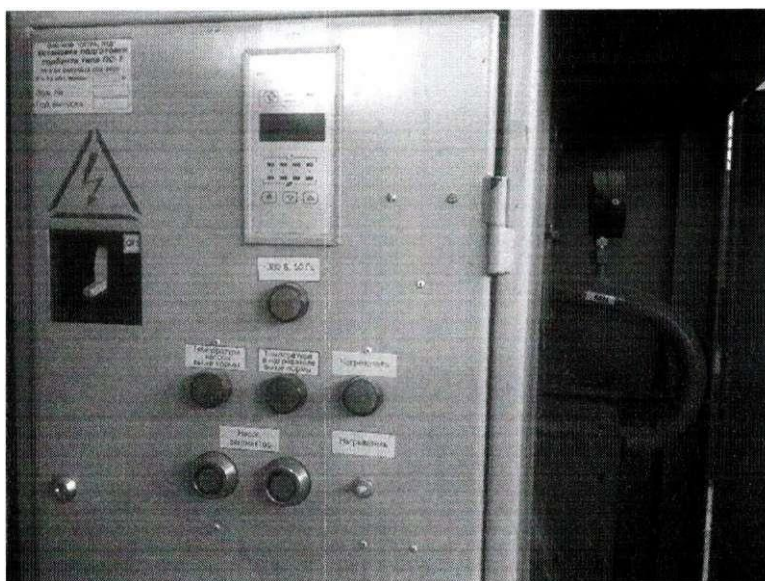


Рисунок 5.3 – Термічна сушилка РТ1

Матеріал транспортується з резервуара в сушильну камеру потоком гарячого повітря, попередньо нагрітого в теплообміннику і поміщеного в «гарячий шар». Висушування продукту до заданої вологості здійснюється до необхідної висоти утворення «гарячого шару». У камері матеріал диспергують протягом 4 годин при температурі 180°C, після чого матеріал охолоджують.

Щоб висушити 30 кг абсорбуючого матеріалу, було обрано термосушарку РТ1 розміром 600 мм/600 мм/500 мм.

5.2.3 Вибір обладнання для герметичного зберігання

Зберігайте його в герметичному контейнері, який можна використовувати знову і знову. Контейнер герметичний (рисунок 5.4) ГСК-РП,С (89184837440)

призначений для зберігання сипучих матеріалів у герметично закритій камері.



Рисунок 5.4 – Герметична тара ГСК-РП,С

Розміри тари 800мм/500мм/500мм.

На основі запропонованого способу регенерації силікагелю, який включає киснення силікагелю з подальшим його промиванням дистильованою водою та висушуванням, розроблено технологічну схему регенерації використаних адсорбентів; З урахуванням встановлених параметрів процесу було підібрано необхідне обладнання для процесу регенерації силікагелю: витяжна ванна ВСА-ЗДА, термосушарка РТ1, герметичний бак ГСК-РП,С.

5.2.4 Еколого-економічне обґрунтування прийнятих рішень

При оцінці зменшення екологічного навантаження на оточення компанією «Донбасенергоспецремонт» встановлено, що використання на підприємстві розробленої технологічної системи регенерації силікагелю дозволить:

1. Обмежити закупівлю чистого силікагелю до 235 кг на рік;
2. Значно зменшити екологічні податки (наприклад, за захоронення

використаного силікагелю на звалищі);

Тільки за рахунок видалення вологи з силікагелю KSKG можна збільшити його поглинальну здатність щонайменше на третину (від початкової ваги) і повторно використовувати його в технологічному процесі. При цьому компанія значно здешевить закупівлю регулярних абсорбентів, зменшить шкідливий вплив накопичених відходів силікагелю в навколишньому середовищі.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Соціальний аспект є одним із значущим аспектом «стійкості» діяльності компанії, включаючи забезпечення безпеки виробничих процесів, умов праці, збереження життя та здоров'я робітників організацій галузі, розвиток людського потенціалу. У соціальній сфері «Донбасенерго» реалізує проекти, створені задля підтримку працівників організацій галузі, орієнтовані формування системних позитивних змін для якості життя працівників галузі та його сімей.

У компанії діють Єдина галузева соціальна політика, Єдина галузева політика в сфері охорони праці, Єдина галузева політика з прав людини. Донбасенерго сприяє професійному, кар'єрному та особистому зростанню працівників, забезпечує принципи рівності можливостей. Постійно ведеться моніторинг якості процесів у сфері сталого розвитку.

Стійкий розвиток «Донбасенерго» нерозривно об'єднаний із здійсненням заходів корпоративної соціальної відповідальності, спрямованих на підвищення якості життя працівників та членів їх сімей, сприяння стабільному розвитку регіонів та зростанню добробуту населення на територіях діяльності компанії. Зокрема, проекти забезпечують якісну освіту для дітей співробітників, підвищує ефективність роботи лікувально-профілактичних установ та загальну доступність медичної допомоги.

ВИСНОВКИ

Дослідження спрямоване на вирішення актуальної проблеми, а саме в розробці ефективних методів регенерації сорбентів для багаторазового використання, що дозволить зменшити шкідливий вплив підприємства на довкілля. У цьому контексті є своєчасним і доцільним виявлення систем відновлення сорбційної активності адсорбентів і розробку процесів їх регенерації з ціллю зниження шкідливої дії на природні екосистеми.

Основні висновки роботи такі:

1. Було враховано вплив діяльності підприємства "Донбасенергоспецремонт" на оточення та встановлено, що тара з ЛКМ є найчисельнішими відходами. Проаналізувавши поводження з цими відходами, можливо реалізуватиспосіб утилізації такого абсорбенту, як силікагель.

2. Розглянуто рекомендації щодо поновлення використання відпрацьованих сорбентів. Виявлено, що найбільш доцільним напрямком використання відпрацьованих сорбентів є їх повторне використання в тому ж технологічному процесі після відновлення його активності.

Досліджено наявні способи регенерації силікагелю і встановлено, що найпростіший метод регенерації є видалення домішок шляхом промивання сорбенту кислотами та подальше його висушування.

3. Завдяки експериментальним дослідженням абсорбційної активності використовуваних абсорбентів дозволили сформулювати оптимальну температуру сушіння, яка склала 180°C , при цьому процес втрати вологи проходить інтенсивніше, в порівнянні з температурою сушіння 150°C , де процес йде повільно, завдяки чого сорбент губить на 7,3% вологи більше, ніж при тій же температурі 150°C .

4. Експериментально встановлено, що найкращий час висихання - 4 години. У цей час відбувається інтенсивний процес втрати вологи. Це відновлює абсорбційної активності сорбенту. Подальше прожарювання силикагелю може

призвести до окислення та втрати поглинання.

5. Дослідження підтверджує, що обраний метод регенерації використаного сорбенту шляхом нагрівання до температури 180°C є найбільш дієвий, а використовувані концентровані кислоти результативно очищають використаний силікагель від різних домішок і не вступають у хімічну взаємодію з сорбентами.

6. На основі запропонованого процесу регенерації силікагелю, що містить кислотну обробку з наступним промиванням дистильованою водою та сушінням, розроблено технічний план регенерації використаних сорбентів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ПАО «Донбасенерго» [Інтернет ресурс] URL: <https://de.com.ua>
2. Інструкція щодо поводження з відходами
3. Інвентаризація відходів виробництва. Слов'янський цех
4. Звіт з інвентаризації джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу для структурної одиниці ПАТ «Донбасенерго» «Донбасенергоспецремонт»
5. Стаття про силикагель [Інтернет ресурс]
URL: <https://sorbisgroup.com/articles/statia-silikagel.html>
6. Утилізація лакофарбових відходів [Інтернет ресурс]
URL: <https://rcycle.net/vidy-othodov/lakokrasochnye-othody-utilizatsiya-voprosy-litsenzirovaniya-adresa-kompanij>
7. Утилізація ЛФМ і розчинників [Інтернет ресурс]
URL: <https://bezotxodov.ru/jekologija/utilizacija-lakokrasochnyh-materialov>
8. Екологія. Майбутнє / В. П. Семиноженко, П. М. Каніло, В. Н. Остапчук, А. І. Рівненський - Харків: 2003.
9. Основні забруднювачі навколишнього середовища [Інтернет ресурс]
URL: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-3/section-2/2-1>
10. Хімічний склад силікагелю [Інтернет ресурс]
URL: <http://chkz-kazan.ru/stati/chto-takoe-silikagel-i-zachem-on-nuzhen/>
11. ГОСТ 3956–76 Силікагель технічний.
12. Силікагель, його отримання, властивості та використання /І. Є. Неймарк, Р. Ю. Шейнфайн. — К.: Наукова думка, 1973. — 200 с.
13. Основи адсорбційної техніки/Н.В. Кельців. - М.: Хімія, 1976. - 592 с.
14. Вивчення індикаторних властивостей кобальтових силікагелів/Г.М. Кесарева та інших. // 1987.
15. Отримання водостійкого гранульованого силікагелю та вивчення його властивостей / Г.М. Білоцерківський, Е.М. Сасін, Т.Г. Плачєнов // 1969.

16. Сорбційне концентрування мікрокомпонентів із розчинів: застосування в неорганічному аналізі / Золотов Ю.А., Цизін Г.І., Дмитрієнко С.Г. та ін. , 2007. 320 с.
17. Фізико-хімічні основи сорбційної техніки / Дубінін М. М., 1935.
18. Загальний курс хімії ч. 1. / Олексіївський Є., 1935.
19. Силікагель та його застосування в чорній металургії / Нікітін С. Н. , 1941.
20. Сорбенти для високоефективної рідинної хроматографії - Київ, 2001.
21. Високоефективна рідинна хроматографія в біохімії: Пер. з англ .. / Под ред. А. Хеншо та ін. - М .: Світ, 1988 - 688 с.
22. Виробництво силікагелю [Інтернет ресурс]
URL: <https://works.doklad.ru/view/2Sx9nWzND5I.html>
23. Утилізація ЛФМ [Інтернет ресурс]
URL: <https://gupecosistem.ru/kak-utilizirovat-krasku/>
24. Терміни та визначення ЛФМ [Інтернет ресурс]
URL: <https://sorbi.com.ua/uk/info-2/lakofarbovi-materialy.html>
25. Утилізація відходів лакофарбових матеріалів [Інтернет ресурс]
URL: <https://www.tehnology-pro.ru/utilizaciya-otkhodov-lakokrasochnykh-materialov.html>

Додаток А

Перелік зауважень нормоконтролера до кваліфікаційної роботи бакалавра студентки групи ЕКОМ-21 Бородачова Анастасія Ігорівна.

Позначення документа	Документ	Умовна відмітка	Зміст зауваження

Нормоконтролер

(підпис, дата)

О.І.Кутняшенко

(ПІБ)

