

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені Володимира Даля

Факультет

інженерії

(повне найменування факультету)

Кафедра

хімічної інженерії та екології

(повна назва кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до дипломної роботи

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки 6.051301 – Хімічна технологія

на тему: Дослідження складу шламів у шлаконакопичувачі №3 заводу  
«Лиссода»

Виконав: студент групи ТНР-19дм

Титаренко А. О.  
(прізвище, та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник Суворін О.В.  
(прізвище, та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Завідувач кафедрою Суворін О.В.  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Сєверодонецьк – 2021 р.

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені Володимира Даля**

Факультет \_\_\_\_\_ Інженерії \_\_\_\_\_  
Кафедра \_\_\_\_\_ Хімічної інженерії та екології \_\_\_\_\_  
Освітньо-кваліфікаційний рівень \_\_\_\_\_ магістр \_\_\_\_\_  
За спеціальністю \_\_\_\_\_ 161 Хімічні технології- та інженерія \_\_\_\_\_

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Зав. кафедрою ХІЕ

О.В. Суворін

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Гитаренко Аліні Олександрівні

**1. Тема проекту (роботи):**

*Дослідження складу шлаків у шлакозбирачів №3 заводу «Лиссода»*

Керівник проекту (роботи) *Суворін Олександр Вікторович*  
затвержені наказом по інституту від \_\_\_\_\_ 2020р. № \_\_\_\_\_.

**2. Строк подання студентом роботи – 10 червня 2019 р.**

**3. Вихідні дані до роботи:** літературні, патентні та регламентні дані.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):**

Вступ. 1. Аналітичний огляд. 2. Обґрунтування вибраного напрямку роботи  
3. Теоретична частина. 4. Експериментальна частина. 5. Прикладна частина. 6. Екологія та охорона навколишнього середовища. 7. Охорона праці. 8. Економічна частина. Висновки. Анотація. Список використаної літератури

**5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):**

1. Технологічна схема ( \_\_ лист).
2. Креслення основного апарату( \_\_ лист).
3. Вузли та деталі ( \_\_ лист).

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-6,8	керівник дипломного проекту		
7	доц. кафедри ХОП Тарасов В.Ю.		
Знормо контролью	керівник дипломної роботи		

7. Дата видачі завдання – \_\_\_\_\_ 2021 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор №	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ		
2	Вихідні дані на проектування		
3	Техніко–економічне обґрунтування		
4	Технологічна частина		
5	Контроль роботи, норми і правила обслуговування основного апарату.		
6	Охорона праці		
7	Ресурсозбереження і охорона навколишнього середовища.		
8	Висновки		
9	Графічна частина		

Студент \_\_\_\_\_

*Титаренко А.О*

Керівник роботи \_\_\_\_\_

*Суворін О.В*

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка		
Справ. №					<u>Текстові документи</u>				
	A4		1	MP.03.01.ПЗ	Пояснювальна записка дипломного проекту	99			
					<u>Графічні документи</u>				
	A3		2	MP.05.02.CX	Схема накопичувачів Лисичанського содового заводу	1			
Подп. и дата	A3		3	MP.05.03.CX	Склад шламу з накопичувача Лисичанського содового заводу в 2019 р. в поверхневому шарі.	1			
	A3		4	MP.05.04.CX	Перерахований склад шламу з накопичувача Лисичанського содового заводу в 2019 р. в поверхневому шарі.	1			
	A3			MP.05.05.CX	Блок схема отримання вапно місткого матеріалу	1			
№ дубл.	A3			MP.05.06.CX	Блок-схема отримання карбонату кальцію.	1			
	A3			MP.05.07.CX	Блок схема отримання протижеледного матеріалу	1			
				MP.03.01.ПЗ					
		Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			
		Розробив	Титаренко				Літ.	Арк	Аркушів
		Перевірив	Суворін						
		Консультант							
		Н. Контр.	Суворін						
		Затвердив	Суворін О.В.						
					Відомість Дипломної роботи		СНУ ім.В.Даля, гр.ТНР-19дм		

## Реферат

Пояснювальна записка містить 60 сторінок друкованого тексту, 1 малюнок, 8 таблиць, 42 використаних літературних джерел.

ШЛАКИ, ВИРОБНИЦТВО СОДИ, ЛИССОДА, МЕТОД СОЛЬВЕ, ШЛАМОНАКОПИЧУВАЧ.

Метою курсової роботи є дослідження складу шлаків у шлаконакопичувачі №3 заводу «Лиссода».

В курсовій роботі наведено шкідливий вплив шлаків на навколишнє середовище. Розглянуті методи переробки шлаків та їх використання в будівельній галузі, в якості сировини для отримання високоякісного хімічно осадженого карбонату кальцію, як компонент протиожеледних матеріалів .

Обґрунтовано вибраний напрямок роботи .

Наведенні фізико-хімічні властивості шлаків та їх складові.

Наведена методика аналізу та експерименту на вміст кальцію і магнію, хлоридів, сульфатів, заліза, диоксиду вуглецю. Проаналізовані отриманні результати складу шлаків з результатами отриманими в 1998 р. Вияснено, що склад шламу протягом 20 років майже не змінився за основними компонентами.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Реферат</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Титаренко</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Суворін</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Суворін</i>				<i>СНУ ім. В Даля каф. ХІЕ, гр. ТНР-19ДМ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Суворін</i>						

## ЗМІСТ

Вступ	8
1. Аналітичний огляд	9
2. Обґрунтування вибраного напрямку роботи	15
3. Теоретична частина	21
3.1 Методика визначення вмісту кальцію і магнію	21
3.2 Методика визначення масової долі окисню заліза	24
3.3 Методика визначення вмісту хлоридів	25
3.4 Методика визначення вмісту сульфатів	27
3.5 Методика визначення масової частки не розчинного у воді залишку	29
4. Експериментальна частина	31
4.1 Методика експерименту	31
4.2 Результати експерименту та їх обговорення	35
5. Прикладна частина	38
5.1 Отримання вапномісткого в'язучого	39
5.2 Виробництво мінеральних наповнювачів.	43
5.3 Матеріал для ізоляції відходів на полігонах твердих побутових відходів.	47
5.4 Отримання хімічно осадженого карбонату кальцію	49
5.5 Дослідження з використання дистилюваної рідини в якості рідкого протижелезного матеріалу.	57
6. Екологія та охорона навколишнього середовища	61
6.1. Токсикологічна характеристика шкідливих речовин у складі шламу	61
6.2 Визначення класу небезпеки відходів розрахунковим методом	67
7. Охорона праці	73
8. Економічна частина	89
Висновки	91

АНОТАЦІЯ	93
Список використаної літератури	94

## ВСТУП

Кальцинована сода - традиційний продукт, що має багаторічну історію виробництва та використання. У теперішній час її світове виробництво складає приблизно 200 млн. м<sup>3</sup>/рік [1].

Приблизно 80 % усієї кальцинованої соди, що виробляється у Світі, одержують аміачним способом (метод Сольве). Незважаючи на значні переваги методу Сольве, його найголовнішим недоліком є утворення великої кількості рідинних і твердих відходів. Згідно загальноприйнятим нормам на одну тону виробленої кальцинованої соди за методом Сольве утворюється близько 9-10 м<sup>3</sup> дистильованої рідини, які скидаються в шламонакопичувачі, так звані «Білі моря» [1,2].

Ці «Білі моря» негативно впливають на ґрунт, поверхневі водойми, що прилягають до них та підземні води. Збереження й утилізація величезних кількостей твердих та рідких відходів содового виробництва, що накопичуються, є важливою екологічною проблемою. Саме через відходи підприємства по виробництву кальцинованої соди аміачним способом, до яких також відноситься «Лиссода», вважаються одними з найбільш екологічно небезпечних об'єктів хімічної промисловості. [1].

На сьогодні Лисичанський содовий завод не працює, але його накопичувачі існують й являють собою комплекс гідротехнічних споруд загальною площею загальною площею 177,6 га, розділені дамбами на 4 відсіку [2]. Шламонакопичувачі №1 та №2 виведені з експлуатації і рекультивовані, У накопичувачі № 3 випарувалася вся рідина, а накопичувач № 4 ще містить рідину.

Після закриття заводу і до теперішнього часу визначення складу не проводилося. Дана робота посвячена визначенню складу шламів Лисичанського заводу «Лиссода».

					MP.03.01.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 1. Аналітичний огляд

Ринок кальцинованої соди вважається одним з найбільш стабільних. Обсяги виробництва кальцинованої соди в 2004 році склали 38,3 млн. тон. Найбільший світовий виробник кальцинованої соди, компанія Solvay, має завод в США, працює на троні, і 8 заводів в Європі, які виробляють соду по аміачним способом.

Згідно з прогнозами аналітиків, протягом наступних п'яти років темпи зростання попиту на кальциновану соду складуть 3-4% в рік. На частку США, як і раніше буде припадати близько 47-48% світового експорту кальцинованої соди. Світовий попит буде збільшуватися відповідно до загальної економічної ситуацією [3].

Виробництво кальцинованої соди на території країн колишнього СНД здійснюється двома способами: аміачним і нефеліновим. Найбільші за кількістю виробленої кальцинованої соди за методом Сольве є: ПАТ «Кримський содовий завод»; ВАТ «Сода» (м Стерлітамак, Республіка Башкортостан); ВАТ «Березняківській содовий завод» (м Березники, Пермська область).

Усього на території України було до недавніх пір три содових заводи: у Лисичанську, Красноперекопську (Крим) і в Слов'янську.

**ВАТ «Лисичанська сода» (Україна, м Лисичанськ).** На сьогодні Лисичанський содовий завод не працює, але його накопичувачі існують й являють собою комплекс гідротехнічних споруд загальною площею 177,6 га що складаються з чотирьох відсіків два з яких експлуатувалися без захисту ґрунтів і, відповідно, ґрунтових вод від забруднення промисловими стоками більше 80 років. [1]

					MP.03.01.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Титаренко			Аналітичний огляд	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Суворін					9	6
Реценз.						СНУ ім. В Даля каф. ХІЕ, гр. ТНР-19ДМ		
Н. Контр.		Суворін						
Затверд.		Суворін						

Накопичувач підприємства «Лиссода» є спорудою загальною площею 2 млн. м<sup>2</sup>, розділений дамбами на чотири відсіки, два з яких експлуатувалися без захисту ґрунтів і, відповідно, ґрунтових вод від забруднення промисловими стоками більше 80 років.

Усереднені об'єми та склад стічних вод, що надходили в накопичувач та відводились з нього, представлені в табл. 1.1 (у розрахунку на виробництво кальцинованої соди в кількості 46,2 тис. т/рік і бікарбонату натрію – 8,5 тис. т/рік).

Табл 1.1 Кількість та склад стічних вод, що надходили до накопичувача «біле море» станом на 1990 рік [4].

№ стоку	Об'єм стоків, тис. м <sup>3</sup> /рік	Склад, г/дм <sup>3</sup>						
		СГ	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Сухий залишок
Надходження в накопичувач								
1	510,0	99,0	28,0	-	0,7	0,3	29,2	157,2
2	14,3	164,0	0,02	4,0	3,4	-	107,0	278,4
3	Працювали за сухим способом без надлишку маточнику							
4	120,0	10,2	4,5	-	0,5	1,2	5,5	21,9
5	5,6	16,5	-	-	4,0	-	120,0	289,0
6	100	-	-	-	-	-	-	-
Всього	744,3	96,1	25,2	-	0,65	0,38	27,0	149,3

Слід зазначити, що в накопичувачі ВАТ «Лисичанська сода» відбувається утворення додаткової кількості шламу за рахунок скидання надлишкових маткових розчинів виробництва очищеного бікарбонату натрію, які не знаходять застосування в циклі виробництва харчової соди. Вони являють собою концентрований содовий розчин, що містить суміш карбонатних і гідрокарбонатних солей натрію. При взаємодії цього розчину з хлоридом кальцію, що містяться в дистіллерной рідині, утворюється нерозчинний карбонат кальцію. Цей осад осідає в шламонакопичувачі, тим

					MP.03.01.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

самим, збільшуючи обсяги твердих відходів, а, отже, зменшуючи вільний обсяг накопичувача та термін його служби.

**ПАТ «Кримський содовий завод»** є одним з найбільших виробників харчової та кальцинованої соди на території СНД, що розташовано на півночі Автономної республіки Крим, у місті Красноперекопськ. Це крупне хімічне підприємство, яке виробляє приблизно 2 % світового об'єму соди і забезпечує 80 % потреби внутрішнього ринку. Відходи цього виробництва у вигляді суспензії перекачуються багерною насосною станцією до накопичувача-випарника на озеро Красноє. [3,5]

Озеро «Красноє» розподілене платиною на дві частини: північну – площею 2261 га використовують під шламонакопичувач промстоків підприємства, а південну – площею 573 га – під водосховище. В останні роки виникла небезпека переповнення накопичувача, яка може привести до потрапляння високомінералізованих розчинів до навколишнього середовища [5].

Дистилерна рідина, яка утворюється у виробництві кальцинованої соди як відхід, за регламентом має наступний якісний та кількісний склад, представлений в табл. 1.2 [5].

Табл 1.2 Склад відходів в шламонакопичувачах ПАТ «Кримський содовий завод»

Хімічний склад	н.п.	г/дм <sup>3</sup>	мас. %
CaCl <sub>2</sub>	53,98	149,77	12,90
NaCl	23,88	69,78	6,01
CaSO <sub>4</sub>	1,71	5,81	0,50
MgCl <sub>2</sub>	1,03	2,44	0,21
NH <sub>3</sub>	0,047	0,040	0,0034

**ВАТ «Сода» (м Стерлітамак, Республіка Башкортостан)** - найбільший виробник кальцинованої соди в Росії і СНД, випускає соду марок А (важка) і Б (легка). Компанія є на сьогоднішній день єдиним в Росії виробником кальцинованої соди марки А. Виробничі потужності складають 2,1 млн тонн на рік. [3]. У шламонакопичувачах Стерлітамакського ВАТ «Сода» в даний час накопичено десятки мільйонів тонн, в перерахунку на суху речовину, відходів содового виробництва, для зберігання яких відведені сотні гектарів земельних угідь. Площа головного шламонакопичувача становить 136 га при глибині 22 м. На 1 т продукції припадає 8-10 м<sup>3</sup> шламів, що містять в своєму складі 200-250 кг твердої фази. Ці відходи зливаються в спеціальні шламонакопичувачі, де відбувається седиментація твердих частинок. Освітлена дістїллерна рідина, що містить хлористий кальцій (до 100 г/л), хлористий натрій (до 40 г/л), аміак (до 80 г/л), гіпс і гідроксиди кальцію (в межах їх розчинності), зливається в водойми або закачується в нафтові пласти. Річний скидання відходів складає близько 400 тис. м<sup>3</sup>. [3,6].

Табл.1.3 Характеристика дистиллерної рідини виробництва кальцинованої соди ВАТ «Сода» [7]

Рідка фаза	
CaCl <sub>2</sub>	до 120 г/л
NaCl	до 65 г/л
CaSO <sub>4</sub>	до 1,3 г/л
Ca(OH) <sub>2</sub> + NH <sub>4</sub> OH	до 1,7 г/л
pH	11,0-11,6 при 20°C
Щільність, ρ	≈ 1,12 г/см <sup>3</sup> при 20°C
t	75-95°C
t <sub>замерзання</sub>	≈ -10°C
Тверда фаза	
CaCO <sub>3</sub>	43-52 %
Ca(OH) <sub>2</sub>	5-16 %
CaSO <sub>4</sub>	8-18 %

Щільність, $\rho$	$\approx 1,12 \text{ г/см}^3$ при $20^\circ\text{C}$
швидкість відстоювання	0,5-0,6 м/г при $75-90^\circ\text{C}$

Кінцевий обсяг, займаний твердим осадом після відстою, становить до 18% від обсягу вихідної рідини.

**ВАТ «Березняківській содовий завод» (м Березники, Пермська область)** випускає кальциновану соду марки Б (легка). Потужності з виробництва соди становлять 650 тис. тон в рік [3].

У шламонакопичувачі відхід надходить у вигляді пульпи, в якій переважає рідка фаза (98%). В даний час вони переповнені. Шламонакопичувач розташований на північно-західній околиці м Березники на лівому березі р. Кама. Відходи БСЗ складуються в діючій та старій картах шламонакопичувача, які обмежені дамбами з щебеню і дресви вапняку. Площа діючої карти становить близько 155 га, старої - близько 89 га. За даними буріння і за наявними фондовим матеріалами, потужність накопиченого шламу збільшується в північно-східному напрямку, від р. Кама в сторону р. Толич, від 2.5 до 15 м. За орієнтовними розрахунками обсяг шламу в шламонакопичувачі в даний час перевищує 10 млн.  $\text{м}^3$  [8].

За даними за 2009 р обсяг промислових стічних вод, що надходять у відстійник - шламонакопичувач № 2 становить  $5\,792\,326 \text{ м}^3$  / рік, з них  $13\,805 \text{ м}^3$  / рік твердих речовин та  $5\,778\,000 \text{ м}^3$  / рік рідини, ступінь заповнення відстійника - шламонакопичувача досягає 95% [9].

Усереднений склад промислових стічних вод за результатами технологічного контролю за 2009 рік, що надходять у відстійник - шламонакопичувач, представлений в табл. 1.4.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Табл. 1.4. Склад шламу в шламонакопичувачі №2 «Березняківського содового заводу» [9].

Показник	Значення показника, мг/дм <sup>3</sup>		
	середнє	мінімум	максимум
рН	10,9 ед. рН	7,3 ед. рН	11,9 ед. рН
Хлориди	34 028	23 539	47 114
Амоній – іон	35,2	11,5	58,64
Залізо	0,5	менш 0,1	1,5
Сульфаты	189	287	665
Кальцій	12 170	8900	14 600
Натрій	8345	5000	13 590
Калій	349	64	750
Нітрати	264	204	334
Магній	66	12,2	243
Сухий залишок	57 425	40 010	78 255
Взважені речовини	7797	4303	16 760
Нафтопродукти	0,07	0,02	0,23
ХПК	181,7	66,7	400

## 2. Обґрунтування вибраного напрямку роботи

Лисичанський содовий завод — одне з найстаріших хімічних підприємств на сході України - перший завод Донбасу, основним продуктом якого була сода ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – каустична сода, пізніше  $\text{NaHCO}_3$  – «харчова сода»). За аміачним методом Сольве завод виробляв соду з 1892 по 2011 роки. При виробництві кальцинованої соди аміачним методом на 1т продукції як основний відхід утворюється 8 – 12 м<sup>3</sup> дистилерної рідини, що містить 200 - 250 кг/м<sup>3</sup> сухого залишку [1]. Накопичувач промислових стоків колишнього Лисичанського содового заводу розташований на лівобережжі ріки Сіверський Донець в межах заплавної тераси. Наприклад, у 2006 році було скинуто 10,2 млн. м<sup>3</sup> стічних вод, які містили 48 тис. т мінеральних солей. В 2010 році завод зупинили і поступово зруйнували. В пойме ріки залишилися накопичувачі, які є джерелом забруднення підземних вод в районі їх розташування. Забруднення алювіальних підземних вод хлоридами має площу близько 9,3 км<sup>2</sup>, а забруднення підземних вод амонієм має площу близько 8,6 км<sup>2</sup> з вмістом амонію 2,5-352,3 мг/дм<sup>3</sup>. [10]. Загальна площа шламонакопичувача - 2 млн. м<sup>2</sup>, й розділена греблями на 4 відсіки: накопичувач № 1 виведений з експлуатації і рекультивований у 1966 р.; накопичувач № 2 виведений з експлуатації у 1975 році. У накопичувачі № 3 у 2006 – 2007 р.р. випарувалася вся рідина, а накопичувач № 4 ще містить рідину.

У шламонакопичувачі відбувається розділення суспензії на тверду і рідку фазу. Тверда фаза, масова концентрація якої досягає 25 г/дм<sup>3</sup>, складається з гідроксиду, карбонату і сульфату кальцію (масова доля їх в шламі складає 80 %), а також оксидів магнію, кремнію, алюмінію і заліза [1,2].

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Титаренко</i>			Обґрунтування вибраного напрямку роботи	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Суворін</i>					15	6
<i>Реценз.</i>						СНУ ім. В Даля каф. ХІЕ, гр. ТНР-19ДМ		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Суворін</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Суворін</i>						

Цей осад осідає в шламонакопичувачі, тим самим збільшує об'єми твердих відходів, а, отже, зменшує вільний об'єм накопичувача і термін його служби. Рідка фаза є дістіллерною рідиною, що належить до хлоридно-натрієво-кальцієвого типу вод з масовою концентрацією всіх розчинених солей 220–230 г/дм<sup>3</sup>. У міру заповнення шламонакопичувачів рідка фаза скидається в паводковий період в річку Сіверський Донець. Проте річне накопичення рідини створює додатковий натиск на профільтраційний екран, що приводить до інфільтрації рідкої фази з шламонакопичувачів у підземні водоносні горизонти. В районі накопичувачів існує забруднення питних вод водоносних горизонтів, а також ріки Сіверський Донець, яка має гідрогеологічний зв'язок з підземними водами.

Таким чином, шламонакопичувачі содових заводів є найбільшими в Україні сховищами рідких промислових відходів і включені в список екологічно небезпечних об'єктів України.

Накопичувачі промислових стоків розташовані на лівобережжі ріки Сіверський Донець в межах заплавної тераси (рис. 2.1). Тут розташовані 4 накопичувача: накопичувач № 1 виведений з експлуатації і рекультивований у 1966 р. – зараз на ньому розміщуються садово-городні ділянки; накопичувач № 2 виведений з експлуатації у 1975 році. У накопичувачі № 3 нещодавно випарувалася вся рідина, а накопичувач № 4 ще містить рідину. Дослідження проводили на накопичувачах № 2 та № 3.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Рис. 2.1 – Схема накопичувачів Лисичанського содового заводу

Опис накопичувача № 2. Накопичувач № 2 через 40 років після припинення експлуатації вже має рослинний покрив майже по всій території (за винятком невеликої ділянки). Процес заростання на даний час проходить інтенсивно, про що свідчать 2 фотографії, зроблені з інтервалом у 5 років. Видно, що за 5 років відбулось заростання усієї території, а також розширився видовий склад рослинності (рис. 2.2).



а

б

Рис. 2.2 – Вигляд рослинності на накопичувачі № 2:

а) у 2008 році

б) у 2013 році

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

У жовтні 2013 року були відібрані проби шламу з накопичувача № 2. Шлам відбирали на різній глибині: верхній шар з гумусом (проба 1), другий шар без гумусу (проба 2), третій шар - глибина 25 см (проба 3), четвертий шар-глибина 30 см (проба 4).



Рисунок 2.3 – Відбір проб шламу із накопичувача № 2 по глибині



Рис. 2.4 - Проба шламу із накопичувача №3 (проба 6)

Результати аналізів приведені в таблиці 3.1.

Опис накопичувача № 3. Накопичувач введено в експлуатацію у 1976 р., загальна площа - 60 га, об'єм 6,0 млн. м<sup>3</sup>, об'єм накопичених відходів - 4,5 млн. м<sup>3</sup>.

В накопичувач з 2009 року не подають стічні води, за 4 роки вода випарилась (рисунок 3.5 б). На даний час верхній шар шламу накопичувача, внаслідок водної та вітрової ерозії покривається ґрунтом із дамби, а на деяких ділянках поблизу дамби вже з'являється рослинність. У жовтні 2013 року були відібрані проби шламу з накопичувача № 3. Було відібрано 2 проби шламу: верхній шар – пісок (проба 5), другий шар – осад (проба 6). Було виконано аналіз відібраних проб, результати аналізів приведені в таблиці 1. Також відібрали пробу ґрунту із дамби накопичувача (проба 7).

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а



б

Рис. 2.5 – Вигляд накопичувача № 3: а) у 2008 році; б) у 2013 році

Табл. 3.1 – Результати аналізів шламів із накопичувачів. Водна витяжка із шламів 2013 р.

№ проби	Вологість, %	pH, один	сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	кальцій, мг-екв/дм <sup>3</sup>	хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	амоній, мг/дм <sup>3</sup>
1	32,6	7,65	400	2,4	35,5	6,6
2	35,1	7,15	2280	12	497	5,75
3	50,1	6,6	4710	24,8	1242,5	4,85
4	66,6	9,24	5040	19,2	1775	8,4
5	53,4	6,93	4560	32,4	958,5	8,05
6	71,4	9,12	10980	82,4	5041	40
7	16	7,93	410	2,2	35,5	6

Результати аналізів показують, що у верхній частині накопичувача № 2 (проба 1) знаходиться шар ґрунту, який утворився в результаті вітрової та водної ерозії ґрунту дамби накопичувача. Значення показників аналізованих речовин у водній витяжці з цього шару збігаються з аналогічними показниками з ґрунту, взятого з дамби накопичувача (проба 7). У цьому шарі знаходяться корені трав, що ростуть на поверхні накопичувача. За цим шаром (глибина 7-10 см) знаходиться шар, що має нейтральну реакцію середовища, вміст хлоридів та інших солей підвищено. Із збільшенням глибини відбору

проб (25-30 см) у водних витяжках концентрація солей (по сухому залишку) збільшується і складає до 5 г/дм<sup>3</sup>, в тому числі хлоридів - до 1,77 г/дм<sup>3</sup>. У два рази також зростає вологість шламу (від 32,6 % до 66,6 %). Тобто, водорозчинні солі (хлориди кальцію, натрію і амонію) з верхніх шарів шламу атмосферними опадами вимиваються в більш глибокі шари - відбувається промивка шламу.

Верхній шар шламу у накопичувачі № 3 має високу вологість - 53,4 %. Водна витяжка з нього містить 4,56 г/дм<sup>3</sup> водорозчинних солей, в т ч хлоридів до 1 г/дм<sup>3</sup>. На глибині 10 см реакція середовища водної витяжки лужна (рН - 9,12 од.), вміст водорозчинних солей - до 11 г/дм<sup>3</sup>, у тому числі хлоридів - до 5 г/дм<sup>3</sup>. У цьому накопичувачі водорозчинні солі ще слабо вимиті в шари, які знаходяться глибше.

Після закриття заводу і до теперішнього часу визначення складу не проводилося.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						20
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

### 3. Теоретична частина

#### 3.1 Методика визначення вмісту кальцію і магнію

1. Апаратура, реактиви та розчини

Ваги лабораторні по ГОСТ24104 2-го і 3-го класів точності.

Гирі Г-210 і Р-3-210 по ГОСТ7328.

Колба мірна 1-250-2 по ГОСТ1770.

Колба Кн-1-250-14 / 23 ТЗ по ГОСТ 25336.

Піпетка 2-2-20 по НТД.

Циліндр 1-10 і 1-100 по ГОСТ1770.

Стаканчик для взваження СН-34/12 за ГОСТ 25336.

Бюретка 3-2-50-0,1 по НТД.

Етилендіамін- N, N, Nϕ, Nϕ-тетрауксусной кислоти динатрієва сіль, 2-водна (трилон Б) по ГОСТ 10652, розчин концентрації  $c = 0,05 \text{ моль / дм}^3$ , готують по ГОСТ 10398;

Поправочний коефіцієнт (титр) розчину трилону Б встановлюють відповідно до ГОСТ 10398.

Натрію гідроксид по ГОСТ4328, розчин концентрації  $c (\text{NaOH}) = 1 \text{ моль / дм}^3$ .

Кальціон, розчин з масовою часткою 0,1%; придатний протягом місяця.

Бромфеноловий синій водорозчинний індикатор.

Кислота соляна . ГОСТ 3118-77 (СТ СЭВ 4276-83);

Кислота азотна по ГОСТ 4461.

Аміак водний технічний. ГОСТ 9-92;

Вода дистильована. ГОСТ 6709-72

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Теоретична частина</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Титаренко</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Суворін</i>					<i>21</i>	<i>10</i>
<i>Реценз.</i>						<i>СНУ ім. В Даля</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Суворін</i>				<i>каф. ХІЕ, гр. ТНР-19ДМ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Суворін</i>						

Кислота сульфосаліцилова 2-водна. Технічні умови (зі Зміною N 1)  
ГОСТ 4478-78

*Методика визначення*

Визначення кальцію і магнію в розчині кам'яної солі проводиться комплексометричним способом за допомогою трилону Б - динатрієвої солі ЕДТА.  $(\text{HOOCCH}_2)_2\text{Na}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Na}(\text{CH}_2\text{COOH})_2$

Формула динатрієвої солі ЕДТА:  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

*Хід аналізу визначення  $\text{Ca}^{2+}$*

У конічну колбу ємкістю 500 мл а допомогою піпетки переносять 10 мл сирого розсолу, додають 100 мл дистильованої води, нейтралізують 2N розчином NaOH до пожовтіння метил-оранжевого папірця, додають 5 мл 2N розчину NaOH (рН – 12) та 5-6 крапель 0,3 % спиртового розчину хром-темного-синього, потім титрують 0,1N розчином трилоном Б до переходу забарвлення від рожевого до синього [11,12].

Вміст іонів кальцію  $\text{Ca}^{2+}$  ( у н.д. ) в сирому розсолі обчислюють за формулою:

$$x_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{V_1 \cdot 20}{10 \cdot 10} \quad (3.1.1)$$

Де  $V_1$  – об'єм точного 0,1N розчину трилону , витраченого на титрування, мл.

*Хід аналізу визначення  $\text{Mg}^{2+}$*

У конічну колбу ємкістю 500 мл а допомогою піпетки переносять 10 мл сирого розсолу, додають 100 мл дистильованої води, нейтралізують 2N розчином NaOH до пожовтіння метил-оранжевого папірця, додають аміачного буферного розчину (рН – 10) до слабкого запаху аміаку, та 10 крапель 0,3 % спиртового розчину хром-темного-синього, потім титрують

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

0,1N розчином трилоном Б до переходу забарвлення від темно-бузкового до блідно-бузкового. При цьому іони кальцію і магнію титрують сумарно[11,12].

Вміст іонів кальцію  $Mg^{2+}$  ( у н.д. ) в сирому розсолі обчислюють за формулою:

$$x_{Mg^{2+}} = \frac{(V_2 \cdot V_1 \cdot 20)}{10 \cdot 10} \quad (3.1.2)$$

Де  $V_2$  – об'єм точного 0,1N розчину трилону , витраченого на сумарне титрування іонів кальцію і магнію, мл.

Вміст колби нагрівають до кипіння, приливають 100 см<sup>3</sup> води (t =50-60 °С) Вводять 2-3 краплі розчину сульфосалицилової кислоти і по каплям рочин аміаку з масовою часткою 25%, до переходу забарвлення з фіолетовою в жовту. Додають 2-3 краплі соляної кислоти (  $\rho = 1,19$  г/см<sup>3</sup> ) до змінення забарвлення в фіолетовий колір (рН  $\approx$  2). Розчин переливають та титрують розчином трилону Б до обезбарвлення сульфосалицилового комплексу заліза. [11,12].

Масову частку заліза в перерахунку на  $Fe_2O_3$  в відсотках рахують за формулою:

$$x = \frac{V \cdot K \cdot 0,0176923 \cdot 250 \cdot 100}{m \cdot 25} \quad (3.1.3)$$

де:

$V$  – об'єм точного 0,1N розчину трилону Б, витраченого на титрування, мл.

$K$  - поправочний коефіцієнт (титр) розчину трилону Б.

$m$ - маса навіски, г.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.2 Методика визначення масової долі окисню заліза

#### 1. Апаратура, реактиви та розчини

Ваги лабораторні по ГОСТ24104 2-го і 3-го класів точності.

Гирі Г-210 і Р-3-210 по ГОСТ7328.

Колба мірна 1-250-2 по ГОСТ1770.

Колба КН-1-250-14 / 23 ТЗ по ГОСТ 25336.

Піпетка 2-2-20 по НТД.

Циліндр 1-10 і 1-100 по ГОСТ1770.

Стаканчик для взваження СН-34/12 за ГОСТ 25336.

Бюретка 3-2-50-0,1 по НТД.

Етилендіамін- N, N, Nϕ, Nϕ-тетрауксусной кислоти динатрієва сіль, 2-водна (трилон Б) по ГОСТ 10652, розчин концентрації  $c = 0,05$  моль / дм<sup>3</sup>, готують по ГОСТ 10398;

Кислота соляна . ГОСТ 3118-77 (СТ СЭВ 4276-83);

Вода дистильована. ГОСТ 6709-72

Поправочний коефіцієнт (титр) розчину трилону Б встановлюють відповідно до ГОСТ 10398.

#### Хід експерименту

Вміст колби нагрівають до кипіння, доливають 100 см<sup>3</sup> води ( $t = 50-60$  °С) Вводять 2-3 краплі розчину аміаку з масовою часткою 25%, до переходу забарвлення з фіолетовою в жовту. Додають 2-3 краплі соляної кислоти з  $\rho = 1,12$  г/см<sup>3</sup> до змінення забарвлення в фіолетовий колір (рН  $\approx 2$ ). Розчин переливають та титрують розчином трилону Б. [11,12].

Масову частку заліза в перерахунку на Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в відсотках рахують за формулою:

$$x = \frac{V \cdot K \cdot 0,0176923 \cdot 250 \cdot 100}{m \cdot 25} \quad (3.2.1)$$

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



де:

$V$  – об'єм точного 0,1N розчину трилону Б, витраченого на титрування, мл.

$K$  - поправочний коефіцієнт (титр) розчину трилону Б.

$m$  - маса навіски, г.

### 3.3 Методика визначення вмісту хлоридів

#### 1. Апаратура, реактиви та розчини

Ваги лабораторні по ГОСТ24104 2-го і 3-го класів точності.

Гирі Г-210 і Р-3-210 по ГОСТ7328.

Бюретка 3-3-50-0,1 по НТД.

Колба Кн-1-250-14 / 23 за ГОСТ25336.

Піпетка 2-2-20 по НТД.

Кислота азотна по ГОСТ4461, розчин щільністю 1,3 г / см<sup>3</sup> і розчин концентрації  $c(\text{HNO}_3) = 0,1$  моль / дм<sup>3</sup>.

Бромфеноловий синій водорозчинний індикатор.

Діфенілкарбазон (індикатор), змішаний індикатор готують наступним чином: 0,5 г діфенілкарбазона розчиняють в 70-80 см<sup>3</sup> теплого етилового спирту, додають 0,05 бромфенолового синього і доводять об'єм розчину спиртом до 100 см<sup>3</sup>.

Спирт етиловий ректифікований технічний за ГОСТ 18300 вищого сорту.

Срібло азотнокисле. ГОСТ 1277-75.

Амоній роданистий технічний. ГОСТ 19522-74

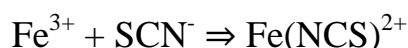
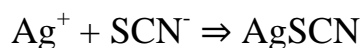
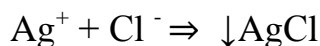
Вода дистильована за ГОСТ 6709.

#### *Методика визначення*

Визначення хлорид-іонів за методом Фольгарда проводять методом зворотного титрування. Хлорид-іони спочатку осаджують відповідним об'ємом стандартного розчину  $\text{AgNO}_3$ , взятого в надлишку, а тоді

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відтитрують залишок  $\text{AgNO}_3$  стандартним розчином  $\text{NH}_4\text{CNS}$  в присутності залізоамонійних квасців. За різницею результатів титрувань визначають об'єм розчину  $\text{AgNO}_3$ , який пішов на осадження хлорид-іонів. Таким чином, в системі поступово протікають три реакції:



#### *Хід аналізу*

Для аналізу відбирають 100 мл аналізованого розчину, або меншу кількість, до 100 мл. Кислі або лужні проби нейтралізують їдким натром з концентрацією = 1 моль/л або сірчаною кислотою з концентрацією приблизно 0,5 моль/л по фенолфталеїну так, щоб після нейтралізації розчин був безбарвним. Проби з рН 7-10 не потребують попередньої підготовки. Додають 1 мл 1 моль/л розчину хромату калію ф титрують розчином нітрату срібла з відповідною концентрацією (0,1; 0,05 або 0,02 моль/л ) до зміни кольору від лимонно-жовтого оранжевого. Паралельно проводять холостий дослід з таким же об'єктом дистилляту концентрацією хлорид-іонів мл/г (  $C_x$  ) або ммоль екв/л (  $C_y$  ) за формулами:

$$C_x = \frac{(V^1 - V^0) \cdot C \cdot M \cdot 1000}{V} \quad (3.3.1)$$

$$C_y = \frac{(V^1 - V^0) \cdot C \cdot 1000}{V} \quad (3.3.2)$$

де:

$V_1$  і  $V_0$  – об'єми робочого розчину нітрату срібла витраченого на титрування, мл.

$C$  – концентрація робочого розчину  $\text{AgNO}_3$  моль/л;

$V$  – об'єм проби, мл;

$M$  – молярна маса еквіваленту  $\text{Cl}^- = 35,45$ . [11,12].

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. 4 Методика визначення вмісту сульфатів

Піч муфельна (800 ° С).

Кювету ГОСТ 4389-72 Вода питьевая. Методи визначення вмісту сульфатів = 20 мм.

Ексикатор.

Посуд мірний лабораторний скляний за ГОСТ 1770 і ГОСТ 29227, місткістю: піпетки 50 і 100 смГОСТ 4389-72 Вода питна. Методи визначення вмісту сульфатів без поділів, піпетки 5 і 10 смГОСТ 4389-72 Вода питна. Методи визначення вмісту сульфатів з розподілами на 0,1 смГОСТ 4389-72 Вода питна. Методи визначення вмісту сульфатів, циліндри мірні 10 смГОСТ 4389-72 Вода питна. Методи визначення вмісту сульфатів.

Колби мірні місткістю 250, 500 і 1000 смГОСТ 4389-72 Вода питна. Методи визначення вмісту сульфатів.

Склянки хімічні місткістю 250, 400 і 600 смГОСТ 4389-72 Вода питна. Методи визначення вмісту сульфатів по ГОСТ 25336.

Крапельниці скляні лабораторні по ГОСТ 25336.

Пробірки колориметрические з притертою пробкою і відміткою на 10 смГОСТ 4389-72 Вода питна. Методи визначення вмісту сульфатів по ГОСТ 25336.

Палички скляні.

Скло вартові.

Фільтри беззольний "синя стрічка".

Воронки скляні по ГОСТ 25336.

Тиглі лабораторні.

Калій сірчаноокислий по ГОСТ 4145.

Кислота азотна по ГОСТ 4461.

Барій хлористий по ГОСТ 4108.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кислота соляна за ГОСТ 3118.

Метилловий оранжевий.

Етиленгліколь по ГОСТ 10164.

Срібло азотнокисле по ГОСТ 1 277.

Спирт етиловий ректифікований по ГОСТ 5962.

Вода дистильована за ГОСТ 6709.

#### *Методика визначення*

Суть методу полягає в осадженні сульфат-іонів розчином  $BaCl_2$  у вигляді  $BaSO_4$ . Щоб уникнути осадження інших солей барію і отримання крупнокристалічного осаду осадження сульфат-іонів необхідно проводити з гарячого підкисленого розчину. Зміст сульфат-іона визначають за масою прожареного осаду.

Перед кількісним визначенням сульфат-іона проводять якісну пробу на його наявність у аналізуючому розчині. Подкисляють 10 мл розчину 1-2 краплями 10% -го розчину  $HCl$ , додають близько 1 мл 10% -го розчину  $BaCl_2$  і нагрівають до кипіння. Якщо розчин не мутніє,  $SO_4^{2-}$  ~ відсутня; якщо помутніння слабке, містяться «сліди»  $SO_4^{2-}$ ; якщо випадає осад, необхідно кількісне визначення. [11,12].

#### *Хід аналізу.*

Беруть піпеткою 10-50 мл (в залежності від величини осаду) аналізованого розчину в хімічний стакан на 100 мл, подкисляють 1-2 мл 10% -го розчину  $HCl$  і нагрівають до кипіння. Осаджують сульфат-іони гарячим 10% -м розчином  $BaCl_2$ , додаючи його по краплях з піпетки в кількості 1-5 мл і ретельно розмішуючи кожен краплю осадителя. Стакан закривають годинниковим склом, кип'ятять 2-3 хв і залишають на 2-3 год в теплом місці.

Осад відфільтровують через щільний фільтр, промивають його гарячою водою, підкисленою 10%  $HCl$ , до зникнення реакції на  $Ba$  (проба з 10%

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Осад з фільтром підсушують, поміщають в попередньо зважений прожарений тигель і ставлять в гарячу муфельну піч для прожарювання при температурі не вище 600-700 ° С протягом 25-30 хв, до тих пір поки осад не стане білим. Потім тигель охолоджують в ексикаторі і зважують. [11,12].

Після доведення тигля до постійної маси розраховують вміст сульфат-іона за формулою:

$$C_x = \frac{m \cdot 0,4116 \cdot 1000}{V} \quad (3.4.1)$$

$$C_y = \frac{m \cdot 0,4116 \cdot 1000}{V \cdot M} \quad (3.4.2)$$

де:

m – маса вагової форми BaSO<sub>4</sub>, мг.

V - Об'єм проби води, мл;

0,4116 - коефіцієнт перерахунку маси BaSO<sub>4</sub> на масу SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ;

M – молярна маса еквівалента SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> = 48.

### 3.5 Методика визначення масової частки не розчинної у воді залишку

#### 1. Апаратура, реактиви та розчини

Ваги лабораторні по ГОСТ24104 2-го і 3-го класів точності.

Гирі Г-2-210 і Г-3-210 по ГОСТ 7328.

Шафа сушильна, що дозволяє регулювати температуру в діапазоні 80-200 ° С.

Стакан Н-1-250 ТС по ГОСТ25336.

Тигель ТФ-20-ПОР 16 ХС іліТФ-32-ПОР 16 ХС.

Циліндр 1-100 за ГОСТ 1770.

Стаканчик для взвешівання СН-34/12 за ГОСТ 25336.

Ексикатор по ГОСТ 25336.

Силікагель по ГОСТ 3956, висушений при 150-180 ° С.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Срібло азотнокисле по ГОСТ1277, розчин з масовою часткою 1%.

Вода дистильована за ГОСТ 6709.

Скляний фільтруючий тигель типів ТФ ПОР 10 або ТФ ПОР 16.

## 2. Проведення аналізу

У сухий зважений стакан місткістю 250 см<sup>3</sup> після ретельного перемішування циліндром відміряють 100 см<sup>3</sup> проби рідкого хлористого кальцію і зважують (результат в грамах записують з точністю до першого десяткового знака). Зважують в стаканчику від 20 до 21 г гідратованого або кальцинованого хлористого кальцію (результат в грамах записують з точністю до першого десяткового знака), переносять в стакан місткістю 250 см<sup>3</sup>, доливають 100 см<sup>3</sup> води. Стакан з пробой нагрівають до кипіння, витримують на водяній бані протягом 1 год, фільтрують через скляний фільтруючий тигель або через паперовий фільтр, попередньо висушені при 105-110 ° С до досягнення постійної маси. Залишок на фільтрі промивають водою, нагрітою до кипіння, до зникнення реакції на хлор-іон (проба з азотнокислим сріблом), висушують при 105-110 ° С до досягнення постійної маси і після охолодження в ексікаторі зважують (результат в грамах записують з точністю до четвертого десяткового знака).

## 3. Обробка результатів

Масову частку нерозчинного у воді залишку (X<sub>4</sub>) у відсотках обчислюють за формулою

$$x = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m} \quad (3.5.1)$$

де m<sub>1</sub> - маса фільтра з залишком після висушування, г;

m<sub>2</sub> - маса порожнього фільтру, г;

m - маса навішення хлористого кальцію, м

За результат аналізу приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень, відносно розходження між якими не перевищує розбіжність, що допускається, рівне 20%, при довірчій ймовірності P = 0,95.  
[11,12]

					MP.03.01.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4. Експериментальна частина

### 4.1 Методика експерименту

Для визначення складу шламу була взята проба в поверхневому шарі шламонакопичувача №. 3. Лисичанського содового заводу 2019р.

#### *Визначення вмісту кальцію і магнію*

##### *Хід аналізу визначення $Ca^{2+}$*

У конічну колбу ємкістю 500 мл а допомогою піпетки перенесли 10 грам шламів, додали 100 мл дистильованої води, нейтралізували 2N розчином NaOH до пожовтіння метил-оранжевого папірця, додали 5 мл 2N розчину NaOH (рН – 12) та 5-6 крапель 0,3 % спиртового розчину хром-темного-синього, потім титрували 0,1N розчином трилоном Б до переходу забарвлення від рожевого до синього.

##### *Хід аналізу визначення $Mg^{2+}$*

У конічну колбу ємкістю 500 мл а допомогою піпетки перенесли 10 грам шламів, додали 100 мл дистильованої води, нейтралізували 2N розчином NaOH до пожовтіння метил-оранжевого папірця, додали аміачного буферного розчину (рН – 10) до слабкого запаху аміаку, та 10 крапель 0,3 % спиртового розчину хром-темного-синього, потім титрували 0,1N розчином трилоном Б до переходу забарвлення від темно-бузкового до блідно-бузкового. При цьому іони кальцію і магнію титрували сумарно.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Титаренко</i>			Експериментальна частина	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Суворін</i>					31	7
<i>Реценз.</i>						<i>СНУ ім. В Даля</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Суворін</i>				<i>каф. ХІЕ, гр. ТНР-19ДМ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Суворін</i>						

### Розрахункова частина

Вміст іонів кальцію  $\text{Ca}^{2+}$  ( у н.д. ) в сирому розсолі обчислювали за (3.1.1):

$$x_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{31,5 \cdot 20}{10 \cdot 10} = 6,3$$

$$x_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{31,5 \cdot 0,004 \cdot 1000}{10} = 12 \text{ (г/л)}$$

Розчинили залишок (відходів виробництва) в соляній кислоті:

$$m_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{11,5 \cdot 0,004 \cdot 100 \cdot 100}{1 \cdot 9,3 \cdot 2} = 24,8 \text{ (\%)}$$

$$m_{\text{Mg}^{2+}} = \frac{12,5 \cdot 0,0024 \cdot 100 \cdot 100}{1 \cdot 9,3 \cdot 2} = 16,1 \text{ (\%)}$$

$$m_{\text{нераст}} = \frac{0,18}{9,3} \cdot 100 = 1,9 \text{ (\%)}$$

Розчинили залишок (відходів виробництва) в азотній кислоті:

$$m_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{17 \cdot 0,004 \cdot 100 \cdot 100}{1 \cdot 11,7 \cdot 2} = 29,05 \text{ (\%)}$$

$$m_{\text{Mg}^{2+}} = \frac{17 \cdot 100 \cdot 0,0024 \cdot 100 \cdot 100}{1 \cdot 11,7 \cdot 2} = 17,4 \text{ (\%)}$$

$$m_{\text{нераст}} = \frac{0,27}{11,7} \cdot 100 = 2,3 \text{ (\%)}$$

### Визначення масової долі окису заліза

Вміст колби ( до 50 грам шламів додали 100 мл дистильованої води ) нагріли до кипіння. Ввели 2-3 краплі розчину сульфосалицилової кислоти і по каплям розчин аміаку з масовою часткою 25%, до переходу забарвлення з фіолетовою в жовту. Додали 2-3 краплі соляної кислоти (  $\rho = 1,19 \text{ г/см}^3$  ) до змінення забарвлення в фіолетовий колір ( $\text{pH} \approx 2$ ). Розчин перелили та

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



титрували розчином трилону Б до обезбарвлення сульфосаліцилового комплексу заліза.

Масову частку заліза в перерахунку на  $Fe_2O_3$  в відсотках рахували за (3.2.1)

$$x = \frac{0,65 \cdot 1 \cdot 0,0176923 \cdot 250 \cdot 100}{50 \cdot 25} = 0,23 (\%)$$

### ***Визначення вмісту хлоридів***

Для аналізу відбирали 10 г шламів, довели 100 мл. Нейтралізували сірчаною кислотою з концентрацією приблизно 0,5 моль/л по фенолфталеїну так, щоб після нейтралізації розчин став безбарвним. Додали 1 мл 1 моль/л розчину хромату калію титрували розчином нітрату срібла з відповідною концентрацією до зміни кольору від лимонно-жовтого оранжевого. Паралельно провели холостий дослід з таким же об'єктом дистилляту концентрацією хлорид-іонів мл/г з перерахуванням у відсотки за формулами (3.3.1) та (3.3.2):

$$m_{Ca^{2+}} = \frac{6,6 \cdot 100 \cdot \left(\frac{0,004}{2}\right) \cdot 100}{4,81 \cdot 1} = 26,24 (\%)$$

$$m_{Mg^{2+}} = \frac{(7 - 6,6) \left(\frac{0,0024}{2}\right) \cdot 100 \cdot 100}{4,81 \cdot 1} = 0,997 (\%)$$

### ***Визначення вмісту сульфатів***

*Хід аналізу.*

Взяли навіску 10 г шламів в хімічний стакан на 100 мл, подкислили 1-2 мл 10% -го розчину  $HCl$  і нагрівляють до кипіння. Осаджували сульфат-іони гарячим 10% -м розчином  $BaCl_2$ , додаючи його по краплях з піпетки в кількості 1-5 мл і ретельно розмішуючи кожну краплю осаджувача. Стакан

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

закрили годинниковим склом, кип'ятили 2-3 хв і залишили на 2-3 год в теплому місці.

Осад відфільтрували через щільний фільтр, промили його гарячою водою, підкисленою 10% HCl, до зникнення реакції на Ва (проба з 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Осад з фільтром підсушили, помістили в попередньо зважений прожарений тигель і поставили в гарячу муфельну піч для прожарювання при температурі не вище 600-700 ° С протягом 25-30 хв, до тих пір поки осад не став білим. Потім тигель охолодити в ексикаторі і зважили.

Після доведення тигля до постійної маси розраховують вміст сульфат-іона за формулою (3.4.1):

$$C_{Ca^{2+}} = \frac{2,6 \cdot 0,004 \cdot 1000}{1} = 10,4 \text{ (г/л)}$$

$$C_{Mg^{2+}} = \frac{(3,3 - 2,6) \cdot 0,0024 \cdot 1000}{1} = 1,68 \text{ (г/л)}$$

#### ***Визначення масової частки не розчинної у воді залишки***

Зважили в стаканчику від 20 г шламу, перенесли в стакан місткістю 250 см<sup>3</sup>, долили 100 см<sup>3</sup> води. Стакан з пробєю нагріли до кипіння, витримали на водяній бані протягом 1 год, фільтрували через паперовий фільтр, попередньо висушені при 105-110 ° С до досягнення постійної маси. Залишок на фільтрі промили водою, нагрітою до кипіння, до зникнення реакції на хлор-іон (проба з азотнокислим сріблом), висушили при 105-110 ° С до досягнення постійної маси і після охолодження в ексикаторі зважили.

Масову частку нерозчинного у воді залишку (X<sub>4</sub>) у відсотках обчислили за формулою (3.5.1):

$$X_4 = \frac{(45,1 - 32,9) \cdot 100}{45,1} = 27 \text{ (\%)}$$

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

## 4.2 Результати експерименту та їх обговорення

Для подальшого пошук способів утилізації відходів виробництва кальцинованої соди було проведено аналіз шламу з накопичувача, що був відібраний у 2019 році (табл. 4.2.1), порівняння його складу з шламом, відібраним у 1998 році (табл. 4.2.2) та аналіз водної витяжки шламу (табл. 4.2.3). [4,10].

Табл. 4.2.1 Склад шламу з накопичувача Лисичанського содового заводу в 2019 р. в поверхневому шарі.

Компонент	Вихідний осад, %	Промитий осад, %	Осаджений осад, %	Промивна вода, г/л
Ca <sup>2+</sup>	32	37,5	37,4	0,03
Mg <sup>2+</sup>	1,2	1,5	0,9	0,2
Fe <sup>3+</sup>	0,23	0,25	0,01	Є сліди
Cl <sup>-</sup>	0,48	0,11	0,13	0,55
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1,34	1,3	-	0,17
ВПП	27	-	-	-
Волога	11	-	0,3	-
Нерозчинні	2,2	0,3	0,3	-
CO <sub>2</sub>	-	45	47	-

Табл. 4.2.2 Склад шламу з накопичувача Лисичанського содового заводу в 1998 р.

№ проби	Глибина відбору проби, м	Склад, % мас							
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Не розчинні домішки	Волога
1	поверхня	31,7	1,3	0,28	0,47	1,33	<0,1	9,2	12
2	1	31,7	1,2	0,21	0,48	1,36	<0,1	6,3	14
3	1,5	28,3	0,9	не визн.	0,5	1,81	<0,1	4,5	18
4	3	24,2	0,7	не визн.	0,51	не визн.	0,8	2,1	29
5	3,5	22,1	0,6	0,16	0,58	4,21	1,3	1,6	47

Табл. 4.2.3 Склад водної витяжки із шламів шламонакопичувача 1998 р.

№ проби	Глибина відбору проби, м	Вологість, %	Водна витяжка				
			pH,	сухий залишок, мг/л	Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>
1	поверхня	32,6	7,65	400	4,8	35,5	6,6
2	1	50,1	9,86	4710	49,6	124,3	4,85
3	1,5	56,6	10,24	5040	89,2	1775	8,4
4	3	51,4	10,82	10980	182,4	504,1	40
5	3,5	46	10,93	410	223,2	35,5	50,5

Аналіз даних, наведених в табл. 4.2.1 та 4.2.2, показав, що склад шламу протягом 20 років майже не змінився за основними компонентами.

Основними сполуками, що входять до складу шламу є: карбонати кальцію та магнію до 85 % мас., хлориди ~ 1,3% мас., сульфати ~ 1 % мас., оксид заліза (III) до 0,5 % мас. , волога ~ 11 % мас. Збільшився вміст кальцію та магнію на 0,2 % мас., хлориди на 0,1 % мас., сульфати на 0,001% мас., волога на 1 % мас., не розчинних домішок на 20 % мас. Проте зменшився вміст оксиду заліза на 0,5 %.

Отриманий склад шламу з накопичувача Лисичанського содового заводу в 2019 р. в поверхневому шарі перераховуємо та вносимо у табл. 4.2.4

Табл. 4.2.4. Перерахований склад шламу з накопичувача Лисичанського содового заводу в 2019 р. в поверхневому шарі.

Елемент	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	NaCl	CaSO <sub>4</sub>	Не розчинні домішки (SiO <sub>2</sub> )	Волога	Усього
кг	796,8	42	2,3	7,9	19	22	110	1000
% мас	79,68	4,2	0,23	0,79	1,9	2,2	11	100

Отримані дані порівнюємо з складом шламу ВАТ «Сода» та Кримського содового заводу (табл. 4.2.5)

Табл. 4.2.5 Порівняння складу шламу з різних содових заводів.

Елемент % мас.	Склад, % мас		
	ВАТ «Лиссода»	Кримський содовий завод	ВАТ «Сода»
$\text{CaCO}_3$	79,68	-	43-52
$\text{MgCO}_3$	4,2	-	-
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,23	-	-
$\text{NaCl}$	0,79	6,01	0,66
$\text{CaSO}_4$	1,9	0,50	8-12
$\text{CaCl}_2$	-	12,90	
$\text{MgCl}_2$	-	0,21	
$\text{NH}_3$	-	0,0034	
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	-	-	5-16
Не розчинні домішки	2,2	-	-
Волога	11	-	-

Порівняно з Кримським содовим заводом, шлам содового заводу «Лиссода» має менший вміст хлоридів але більший вміст сульфатів. Порівняно з ВАТ «Сода», шлам содового заводу «Лиссода» має більший вміст карбонату кальцію та магнію, а також хлоридів, проте має менший вміст сульфатів.

Таким чином, твердий залишок дистиллерної рідини включає значну частину сполук, що є частками силікатних систем, які володіють в'язкими властивостями, що указує на принципову можливість отримання в'язких матеріалів на основі цих відходів содового виробництва. В даний час розроблені безліч різних варіантів технології одержання в'язких матеріалів на основі дистилерних шламів содових виробництв.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5. Прикладна частина

Зараз проблема зниження негативної дії на довкілля відходів виробництва кальцинованої соди за аміачним способом актуальна в усіх країнах, що виробляють соду за цим методом. Існуючі технології утилізації і використання шлаків вирішують проблему тільки частково, враховуючі велику кількість відходів, що утворюються. Внаслідок цього, в основному, відбувається накопичення відходів у шламонакопичувачах (ставках-відстійниках) або здійснюється їх скидання до водойм, які розташовані поблизу діючих виробництв. Накопичення дистилерної рідини у відстійниках породжує проблему поглинання нових земельних ділянок підсекції шламонакопичувачах не лише при збільшенні потужності виробництва, але, навіть, для підтримки діючих потужностей. Скидання дистилерної рідини, незважаючи на високу концентрацію розчинених солей, призводить до значної мінералізації природних водойм, підвищуючи жорсткість води і вміст в ній хлоридів. Внаслідок цього відбувається істотна зміна і погіршення екологічної картини водойми [13].

Відходи содового виробництва (шлам карбонату кальцію) можуть бути використані в будівельній галузі для виробництва і отримання:

- в'язучого (в силікатній цеглині, розчину кладки, худих цементних бетонах, ніздрювато-бетонних виробках, дерев'яно-цементних матеріалах); мінеральних наповнювачів (в стінових матеріалах, асфальто-бетонних сумішах);
- в комплексних добавок матеріалу;
- для ізоляції відходів на полігонах твердих побутових відходів [14].

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Прикладна частина</b>					
Розроб.	Титаренко							Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Суворін							38	20	
Реценз.								СНУ ім. В Даля каф. ХІЕ, гр. ТНР-19ДМ		
Н. Контр.	Суворін									
Затверд.	Суворін									

Одним з перспективних способів утилізації шлаків може бути їх використання в якості сировини для отримання високоякісного хімічно осадженого карбонату кальцію, який знайшов широке застосування в багатьох галузях промисловості: харчової, медичної, косметичної, кабельної, паперової, лакофарбової, хімічної, у виробництві пластмас і полімерів, в сільському господарстві.

На підставі даних про склад дистилерної рідини визначено, що основним компонентом є хлорид кальцію. Визначення областей застосування хлориду кальцію дозволило встановити, що в промислових цілях його застосовують як компонент протижеледних матеріалів.

### 5.1 Отримання вапномісткого в'язучого

Шлам карбонату кальцію включає ряд оксидів, що представляють собою частини з'єднань силікатних систем, що володіє в'язучими властивостями, що вказує на принципову можливість отримання в'язучих матеріалів на основі цих відходів содового виробництва. При цьому недолік в дістілльному шламі кремнеземистого компонента вимагає його компенсації, наприклад кварцовим піском. [15].

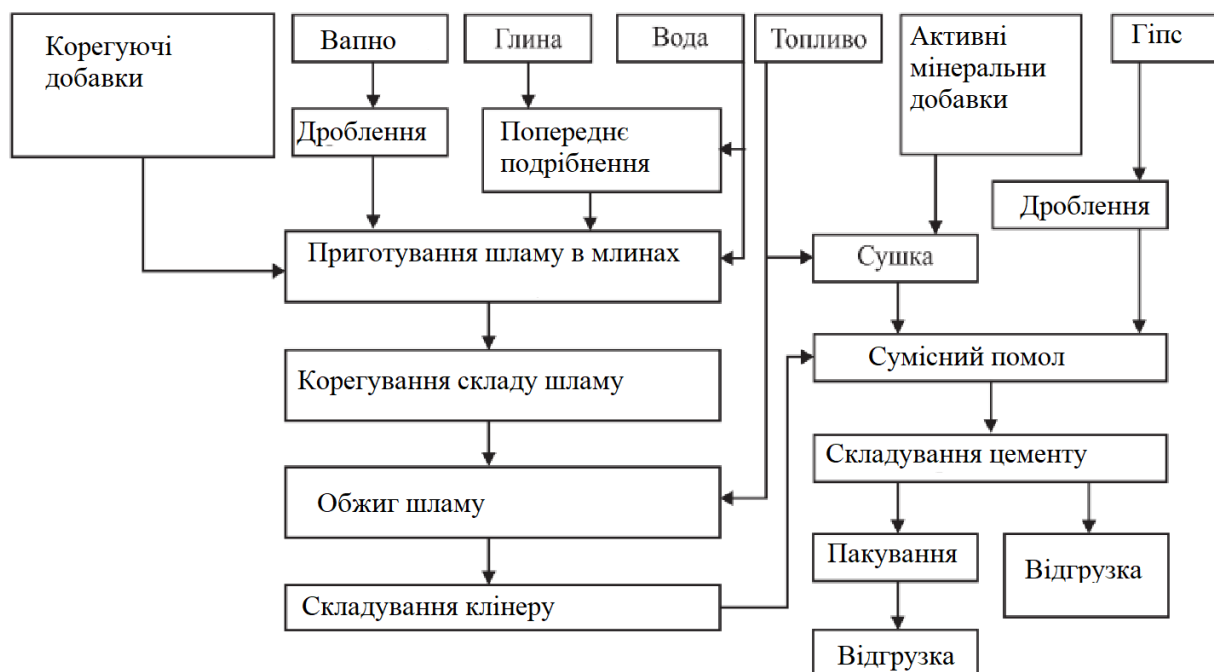


Рис.5.1.1 Блок схема отримання вапно місткого матеріалу

**В'яжуче для виробництва силікатної цегли.** Були розроблені різні варіанти технології в'яжучих матеріалів на основі дістїллерного шламу содових виробництв. Відповідно до найбільш простим з них дістїллерний шлам вологість якого 25-30%, екскаватором відбирають з шламонакопичувача, підсушують і потім подрїбнюють з кварцовим піском (82,2-86,3% SiO<sub>2</sub>) в кульовій млині. Одержуваний при цьому продукт являє собою безклїнкерний в'яжучий матеріал автоклавного твердїння з досить складним хїмічним складом. Однак через низьку активність вихїдного дістїллерного шламу, вміст активних CaO та MgO в якому становить 12-14%, одержувані на основі такого в'яжучого виробу мають невисоку мїцність, приблизно відповідає маркам 200-230. Забезпечення стабїльностї мїцностї, крім того, ускладнено непостїйностю складу дістїллерного шламу, що ускладнює оптимїзацію складу одержуваного в'яжучого матеріалу. Наявність в складї вїдходїв хлориду і сульфату кальцію значно пїдвищує реакційну здатність сировинної сумїші, дозволяючи вести випал в'яжучого при 950-1000 °C, включення в технологїю стадїї випалу сировинних матеріалів дозволяє усунути перерахованї недолїки: при оптимальному режимї випалу одержуваний продукт характеризується вмістом активних CaO та MgO ≥ 40%, що забезпечує можливїсть досягнення мїцностї затвердїлого каменю на його основї вїдповїдної марки в'яжучого 500. Вапняно-белїтове в'яжуче на основї вїдходїв виробництва соди вїдповїдної марки дозволяє використовувати його для виробництва силїкатної цегли.

Технологїя виробництва силїкатної цегли з використанням в'яжучого вапняного-белїтового типу не вїдрїзняється вїд загальноприйнятої схеми отримання на основї вапна. Цегла має рївнї гранї і гладку поверхню (розмїри 120×250×65), маса цегли в природному станї становить вїд 3,7 до 4,1 кг, щїльность - в середньому 2000 кг/м<sup>3</sup>. Кладку дослїдних зразкїв проводили на складному розчинї складу: цемент; вапно; пісок, цемент; вапняно-белїтове в'яжучий; пісок і вапняно-белїтове в'яжучий; пісок.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



За результатами досліджень наведених в табл.5.1.1 [15] видно що розчин кладки виготовлений із застосуванням в'язучого вапняно-білітового типу набирає міцність до 14-денного віку з закономірністю, як і цементно-вапняний, а з додаванням цементу розчин до 14-денного віку досягає майже 100% міцності. 14].

Табл. 5.1.1 Міцність розчинів на різних в'язучих в різні терміни твердіння.

Розчин	Відносна міцність розчину, відсоток у віці, діб		
	7	14	28
Звичайний цементно-вапняний	65	80	100
Вапняно-білітовий	62	85	100
Цементно-вапняно-білітовий	78	95	100

В'язкі на основі вапняно-білітового можна застосовувати в будівельних кладочних розчинах з портландцементом і як самостійне в'язуче.

Міцність силікатної цегли на основі вапняно-білітового при випробуваннях коливалася від 22,8 до 34,9 МПа, а в середньому дорівнює 27,8 МПа. Міцність цегли при вигині  $R_{\text{виг}} = 6,92$  МПа. Встановлено що він задовольняє вимогам, що пред'являються до силікатної цегли вище марки 300. По морозостійкості цегла, виготовлена на вапняно-білітовому в'язучому, відповідає марці 100.

При використанні в'язучого вапняно-білітового типу в якості пластифікуючої добавки в кладці в розчинах марок 25, 50, 100 досягається економія цементу до 34%, вапна 100%, в'язучого в розчинах марок 10 і 25 - економія цементу 100% і економія вапна 100%.

Найбільш ефективним є застосування цегли підвищеної міцності марок 200 і вище для внутрішніх несучих стін, що дозволяє зводити їх шириною в одну цеглину (25 см) і збільшити при цьому матеріаломісткість до 50% в порівнянні з товщиною 51 см з цегли марок 100. Доцільно застосування даної

цегли в стінах полегшеної кладки, чим буде досягтися економія цегли в 1,5-2 рази в залежності від товщини стіни суцільної кладки [12,13].

**В'язучий для виробництва худих безцементних бетонів.** Шлам дистиллерної рідини виробництва соди в кількості 15-60% використовується в якості в'язучого при виробництві безцементних бетонів складаються з природних і техногенних ґрунтів і з промислових відходів [16]. Компонентний склад будівельних матеріалів дозволяє збільшити міцність отриманих матеріалів.

Результати визначення механічних властивостей зразків показують що до 90 діб міцність майже всіх матеріалів при одноосьовому стиску значно перевищує 4 МПа, тобто відповідає першому класу (4-6 МПа) укріплених ґрунтів. Пропозиція реакції гідратації викликає подальше зростання міцності, характерний для шлако-ґрунтових матеріалів. Тому до річного терміну міцність майже всіх матеріалів перевищує максимальний рівень (6,0 МПа) вимог світових стандартів до зміцненим ґрунтам. Тому вони не можуть бути використані в якості підстав автомобільних і залізних доріг, аеродромів, полігонів твердих побутових відходів і промислових відходів, ядер гребель, матеріалів тампонажу карстових і інших пустот, буронабивних паль різних фундаментів, і т.п. споруд замість піску, щебеню, піщано-гравійних сумішей і ін. [12].

**В'язучий для виробництва пористо-бетонних виробів.** На основі одержуваного в'язучого в нашій країні в промислових масштабах було організовано виробництво блоків пористого бетону по литевий технології [17].

Технологічний процес передбачає випуск пористо-бетонних блоків розміром 150×300×600 мм, масою не більше 19 кг, щільністю 700 кг. Морозостійкість не нижче 35 Мрз, межа міцності при стисненні не нижче 3,5 МПа. Блоки призначені для кладки зовнішніх, внутрішніх стін і перегородок

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

в житлових, громадських, сільськогосподарських і допоміжних виробничих будівель і споруд.

Тверді відходи содового виробництва використовували в якості в'язучого при виготовленні пористо-бетонних виробів (стінові панелі, блоки цивільних і промислових будівель) з метою підвищення міцності і морозостійкості, зниження собівартості [18]. Дослідження міцності і морозостійкості легкого пористого бетону на основі шламів содового виробництва дозволило встановити поліпшення зазначених характеристик в порівнянні з відомими складами для виготовлення пористо-бетонних виробів.

**В'язучий для дерев'яно-цементних матеріалів.** Дистилерної рідина запропоновано використовувати в якості в'язучого для дерев'яно-цементної композиції складу, мас. %: 26,2 - 87,3; дистилерна рідина 0,4 - 7,3; водна суспензія твердих відходів содового виробництва 5,4 - 73,4; вода. Дерев'яний заповнювач може бути введений в той же змішувач [19]. Міцність цементно-стружкових плит отриманих з використанням зазначеного в'язучого, при вигині - до 18,2 МПа. Запропоноване в'язуче використовували у сировинній суміші, з якої виготовляли зразки арболіту, фіброліту та цементно-стружкових плит. За результатами випробувань визначено, що запропонований в'язучий володіє міцністю на 30,2-36,4% вище, ніж у використовуваних раніше складів. Це пояснюється комплексним впливом на екстрактивні речовини заповнювача сукупності інгредієнтів, присутніх у відходах содового виробництва.

## 5.2 Виробництво мінеральних наповнювачів.

Виробництво мінеральних наповнювачів стінових матеріалів. Відходи содового виробництва використовуються при виробництві стінових матеріалів в якості мінерального наповнювача з метою підвищення міцності виробів [20]. Поставлена мета досягається тим, що сировинну суміш готують спільним помелом силікат-глиби (10-20 мас.%) та шламів содового виробництва (80-90%) при швидкості зіткнення частинок 100-500 м / с. Потім

					MP.03.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

суміш зволожують, формують вироби і витримують спочатку при температурі 10-20 °С протягом 5-6 годин потім при температурі 150-180 °С протягом 1-1,5 годин, що забезпечує підвищення міцності готових виробів і утилізацію відходів виробництва.

Фізико-хімічною основою процесу є ідентифікація хімічної взаємодії оксидів кальцію і магнію, які перебувають у відходах содового виробництва, з гідросилікатами натрію силікат-глиби з подальшим утворенням гідросилікатів кальцію і магнію, що призводить до утворення міцного і водостійкого каменю. Механоактивування високошвидкісним помелом приводить до виникнення новоутворень, що утворюють щільний і міцний камінь при низькій температурі термообробки.

Отримання заповнювача для асфальтобетонних сумішей. Для шламу карбонату кальцію одного з підприємств з виробництва соди досліджували фізико-механічні властивості (табл. 5.2.1) і визначили що вони відповідають вимогам що ставляться ГОСТ Р 52129-2003 для неактивованому порошку і шлам може бути використаний в якості заміни мінерального порошку в складі асфальтобетонних сумішей [21]. Експериментальні дослідження показали можливість використання шламів содового виробництва в якості заміни мінерального порошку в складі асфальтобетонної суміші. За результатами проведених експериментальних досліджень визначено, що міцнісні характеристики сумішей з різним вмістом компонентів техногенного походження (шлам карбонату кальцію, щебінь з металургійних шлаків і пісок з відсіву дроблення Чусовського металургійного заводу) відповідають нормі, що дозволяє використовувати їх в якості компонента асфальтобетонної суміші.

Одним з раціональних шляхів вирішення проблеми використання твердих відходів содової галузі при приготуванні асфальтобетонних сумішей - це додавання до них мінеральних компонентів у кількості, що дозволило б знизити вміст водорозчинних сполук в заповнювачі до допустимих меж.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Такими компонентами можуть бути кварцовий пісок, вапняк, золи ТЕЦ та інші, що не містять водорозчинних з'єднань і лугів.

У лабораторних і виробничих умовах розроблений ряд марок порошкоподібного заповнювача: Пс-ОП; Пс-ОК; Пс-ОЗ, що розрізняються вмістом компонентів. Причому кількість твердого залишку становить не менше 50%, а мінерального компонента від 25 до 50%. Порошок кожної марки повинен відповідати наступним вимогам: вміст водорозчинних солей до 6%; оксидів лужних металів до 2%; хлоридів до 5%. Показник бітумомісткості  $65 \text{ г / м}^3$ , вологість не більше 1%. За гранулометричним складом зерна порошку не повинні бути більше за 1,25 мм [22]. Порошкоподібний заповнювач для асфальтобетонних і бітумно-мінеральних сумішей, отриманий з твердого залишку шламу, що утворюється у великій кількості при виробництві кальцинованої соди, в суміші з мінеральними компонентами - кварцовий пісок, карбонатними породами, золами ТЕЦ забезпечує отримання асфальтобетонів, за основними властивостями відповідають стандартам з кращими показниками тріщиностійкості, ніж у асфальтобетонів на звичайних заповнювачах.

**Комплексні добавки** використовують у виробництві бетонів, розчинів, керамічний та інших будівельних матеріалів. Дистилерну рідину виробництва кальцинованої соди застосовують як добавку, що містить  $\text{CaCl}_2$  та  $\text{NaCl}$ , до бетонів при зимовому бетонуванні, виготовленні місцевих в'язучих спільним мокрим помелом з гранульованим доменним шлаком і т.д. Високі концентрації іонів  $\text{Ca}^{2+}$   $\text{Na}^+$  в дистилерній рідині забезпечують активізацію шлаків [23].

Домішки дозволяють інтенсифікувати виробничі процеси і цілеспрямовано змінювати властивості будівельних матеріалів. Вони водяться в невеликій кількості (доза деяких ПАР становить усього лише кілька сотих чи тисячних часток відсотка маси основного матеріалу). Всі технологічні прояви добавок ПАР обумовлені адсорбційним механізмом їх дії і в

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

маленькій мірі характерні для колоїдно-дисперсних систем. Домішки електролітів змінюють розчинність матеріалів, хімічно з ними взаємодіють, служать центрами кристалізації і т.п.

**Нітрит-нітрат хлорид кальцію (ННХК)** застосовують як комплексну добавку у виробництві бетонних і залізобетонних виробів, дозволяючи істотно прискорити твердіння бетону, разом з тим захищає сталеву арматуру від корозії. ННХК утворюється після змішування упареною дистилерною рідиною яка містить більше 30%  $\text{CaCl}_2$  з нітратними лугами виробництва нітратної кислоти. Добавка ННХК є в тому числі ефективною протиморозною добавкою. Випробування показали, що добавка ННХК може істотно прискорювати твердіння азбестоцементних виробів при нанесенні розчину з концентрацією 27-40% на азбестоцементний шар в кількості 2% маси цементу. В цьому випадку "розбиральна" міцність азбестоцементних листів зростає в 1,8 - 3,5 рази, а стандартні показники продукції досягаються вже через 3-5 діб твердіння. При цьому можна скоротити час перебування листів в конвеєрі попереднього твердіння [24].

**Отримання тампонажного розчину.** Тампонажний розчин з вмістом в ньому відходу виробництва кальцинованої соди характеризується зниженням порожнини, підвищенням міцності цементного каменю, зниженням водовідділенням [25]. Для приготування тампонажного розчину використовували композицію наступного складу, мас. % :  $\text{CaCl}_2$  – 61,6;  $\text{CaSO}_4$  – 0,1;  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  – 0,18;  $\text{NaCl}$  – 3,4. Заявляємий тампонажний розчин з використанням в якості сольового компонента відходів виробництва соди в стадії дистиляції, додатково містить мікросфери нерозкласифіковані, має істотно низьку щільність і перевершує відомий тампонажний розчин по міцності каменю. При цьому розчин має низьке водовідділення. Терміни схоплювання розчину знаходяться в межах вимог ГОСТ 1581-96. Тампонажний розчин на основі цементу може бути використаний при цементуванні свердловин.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

### 5.3 Матеріал для ізоляції відходів на полігонах твердих побутових відходів.

Основною умовою можливості прийому промислових відходів на полігони твердих побутових відходів - дотримання санітарно-гігієнічних вимог щодо охорони атмосферного повітря, ґрунту, ґрунтових і поверхневих вод. Основною умовою є вимога неперевищення токсичності суміші промислових відходів з побутовими в порівнянні з токсичністю побутових відходів за даними аналізу водної витяжки. Ізоляційні матеріали за своїми властивостями повинні відповідати вимогам, що пред'являються ґрунтам: мати вологість не більше 85%, не бути вибухонебезпечними, самозаймистими.

Проведені дослідження класу небезпеки відходу содового виробництва показали можливість його застосування в якості ізолюючого матеріалу на полігонах ТПВ. З метою зниження його класу небезпеки з 4-го до 5-го і для більш технологічно прийнятної укладки ізолюючого матеріалу може бути рекомендовано його попереднє механічне зневоднення [26].

Відходи содового виробництва переважно використовується в якості в'язучого, мінерального заповнювача і комплексних добавок, при цьому в одному виробі можуть бути використані різні властивості відходів.

Аналіз вимог технічної документації до характеристик будівельних матеріалів і результатів експериментальних досліджень матеріалів, отриманих з використанням відходів виробництва кальцинованої соди, показав, що обумовлені характеристики відповідають встановленим вимогам (табл. 5.2.1) [14]. Це означає що застосування в складі будівельних матеріалів і відходів виробництва соди не погіршує, а в деяких випадках навіть покращує технічні характеристики будівельних матеріалів.

					MP.03.01.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Табл. 5.2.1 Фізико механічні властивості будівельних матеріалів із застосуванням відходів виробництва кальцинованої соди.

Будівельний матеріал (нормативний документ)	Показник	Вимоги	Результати досліджень
Силікатна цегла на основі вапняно-білітового в'язучого (ГОСТ 379-95)	Маса (кг)	Не більше 4,3	3,7-4,1
	Щільність (кг/м <sup>3</sup> )	Не менше 1500	2000
	Міцність (МПа)	25-30	27,8
	Морозостійкість (Мрз)	Не менше 25	100
Пористий бетон на основі в'язучого (ГОСТ 21520-89)	Щільність (кг/м <sup>3</sup> )	700	700
	Міцність (МПа)	Не менше 2,5	Не нижче 3,5
	Морозостійкість (Мрз)	Не менше 25 (для блоків зовнішніх стін)	Не нижче 35
Асфальтобетон мінеральний порошок. (ГОСТ 9128-84)	Міцність (МПа) (при 50 °С)	Не менше 1,1	1,4
	Водонасичення	Від 1,5 до 4	4,32
	Набрякання зразків із суміші порошку з бітумом (%)	2,5	1,05
	Пористість (%)	Не більше 45	40
	Водостійкість	Не менше 0,85	0,92
Тампонажний розчин (ГОСТ 1581-96)	Щільність (кг/м <sup>3</sup> )	1350 до 1650	1400
	Водовідділення (%)	Не більше 8,7	2,2
	Терміни схоплення розчину: Початок (год) Кінець(год)	Не раніше 2 Не пізніше 10	5 8
	Межа міцності при вигині, МПа (через 2 діб)	Не менше 2,7	8,9
	Тонкі безцементні бетони на основі в'язучого (ГОСТ 30491-97)	Міцність при одноосьовому стисканні., МПа (до 1 року)	4-6
Комплексна добавка	«Розбірна» міцність,	19	57



(ННХК) у виробництві бетонних і залізобетонних виробів (ГОСТ 30340-95)	МПа		
Деревно-цементні матеріали на основі в'язучого: Цементно-стружкові плити (ГОСТ 26816- 86), Фіброліт (ГОСТ 8928-81)	Міцність при вигині, МПа	Не менше 9 Не менше 0,6	До 18,2 До 1

Використання шламу карбонату кальцію в якості техногенної сировини у виробництві будівельних матеріалів відповідає сучасним принципам ресурсозбереження та сталого розвитку. При цьому одночасно вирішується кілька завдань: економія природних ресурсів, зниження вартості будівельних виробів за рахунок зниження собівартості компонентів, утилізація техногенних відходів і поліпшення якості навколишнього середовища на урбанізованих територіях.

З огляду на інноваційний шлях розвитку країни підвищення обсягів використання відходів у виробництві будівельних матеріалів необхідно засновувати на наукових дослідженнях. Заміна вихідного природного сировини техногенними відходами не повинно призводити до погіршення експлуатаційних характеристик будівельних виробів.

#### 5.4 Отримання хімічно осадженого карбонату кальцію

Карбонат кальцію ( $\text{CaCO}_3$ ) – найпоширеніший карбонатний наповнювач, що використовується в світовому промисловому виробництві. Основною сферою його споживання є виробництво пластмас, лакофарбових матеріалів, паперу, скла, сухих будівельних сумішей, кераміки, гумотехнічних виробів, металургійної продукції, харчів, фармацевтичних засобів, сільське господарство тощо. Широке застосування карбонату кальцію

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

як наповнювача різноманітних композиційних матеріалів пояснюється його цінними властивостями, а саме: нетоксичністю, нешкідливістю, відсутністю запаху, білим кольором і низьким показником заломлення, низькою твердістю, широким інтервалом розмірів частинок, легкістю розподілення частинок наповнювача в більшості полімерів, здатністю нейтралізувати кислоти й надавати вторинний стабілізуючий ефект, зменшувати усадку при формуванні й затвердінні, стабільністю властивостей у широкому інтервалі температур. [27].

Відповідно до DIN № 55918 у виробництві застосовуються дві основні форми карбонату кальцію, які ідентичні за своїм хімічним складом, але відрізняються способом отримання – природний і хімічно осаджений. Природний карбонат кальцію видобувають з надр землі та обробляють певним способом. Він поділяється на крейду (мінерал осадової породи, слабо ущільнений, біогенного походження) та кальцит (мармур) (щільно зцементована крейда, що зазнала перекристалізацію під впливом високих тиску і температур). Хімічно осаджений карбонат кальцію – це синтетичний продукт, який виробляється в промисловості, переважно, за допомогою процесу карбонізації. [28]

Застосування хімічно осадженого карбонату кальцію менш широке, ніж використання природної крейди, однак за рахунок зростання якісних показників (вмісту  $\text{CaCO}_3$ , білизни, дисперсності) його частка в споживанні постійно збільшується. Найбільший приріст спостерігається у виробництві паперу, пластмас і гумотехнічних виробів, що відповідає приблизно 60 % споживання. Інші 40 % пов'язані з сектором виробництва побутової хімії та косметики. В Україні лідирує продукт, який виробляється ТОВ «Реактив» (м. Слов'янськ), що утримує 64 % ринку. Інші потреби покриваються за рахунок імпорту продукції компанії Solvay та інших постачальників.

Хімічно осаджена крейда застосовується в якості наповнювача у виробництві паперу, гумотехнічної і кабельної продукції, пластмас,

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лакофарбових матеріалів, сухих будівельних сумішей, штукатурок, затерли. Також синтетичний карбонат кальцію є основним компонентом зубних паст і порошків, медичних препаратів і косметичних засобів. Крім того, його використовують у виробництві харчових кислот і виноробстві .

Є 3 важливі відмінності між природним і синтетичною крейдою. Вони забезпечили цьому матеріалу найширшу сферу застосування:

1. Високий ступінь білизни хімічно осадженої крейди в порівнянні з природним. За ГОСТом білизна хімічно осадженої крейди становить не менше 93%. Високий ступінь білизни характерна і для матеріалів, що мають в своєму складі очищений крейду.

2. Крейда хімічно обкладена чистіше природного аналога. У ньому практично відсутні також важкі метали. Обложена крейда нетоксична, застосовується у фармацевтичній, харчовій і парфумерній промисловості.

3. Синтетична крейда має частки більш однорідної форми і розміру. При великому збільшенні видно, що частинки природного крейди неоднорідні за формою і розміром. Частинки очищеного крейди набагато дрібніше, ніж у природного карбонату кальцію, відрізняються стабільністю гранулометричного складу, мають низьку абразивність.

Авторами зазначених робіт [29-32] пропонується отримання хімічно осадженого карбонату кальцію (крейди) із шламів содового виробництва методом Сольве. За результатами цих досліджень зроблено висновок про можливість отримання хімічно осадженої крейди, що відповідає вимогам ГОСТ 8253-79. Отримані результати можуть стати основою для промислового освоєння даного способу на діючих, реконструйованих або новостворюваних виробництвах кальцинованої соди за методом Сольве.

Технічні вимоги до крейди хімічно осадженої, згідно ГОСТ 8253-79, встановлюють норму масової частки вуглекислого кальцію і вуглекислого

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

магнію в перерахунку на вуглекислий кальцій, в залежності від сорту, від 97,0% до 98,5%.

Слід враховувати, що окремі споживачі крейди хімічно осадженої вважають за необхідне унормувати масову частку сполук магнію. Позбавлення (часткове або практично повне) від гідроксиду магнію в твердій фазі шламу, на думку багатьох авторів, не представляє складної проблеми. Одним з технічних прийомів може стати карбонізація суспензії з переведенням нерозчинного гідроксиду магнію в бікарбонат магнію з наступним поділом суспензії. Питання карбонізації шламів розсолоочистки та інших матеріалів, що містять гідроксид магнію, досить добре вивчені співробітниками НІОХІМ Беляєвим Е.К., Томенко В.М., Серім Б.Г., Телитченко В.А., Самойленко В.І. [34-37].

Що ж стосується можливостей отримання хімічно осадженої крейди підвищеної чистоти (в тому числі реактивної кваліфікації хч і чда) є вказівки про можливість отримання такого продукту на базі використання дистиллерної рідини за умови додаткової очистки вихідних реагентів - рідин і газів [30,38]. Необхідно отримання такого продукту повинна, природно, визначатися техніко-економічною доцільністю.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

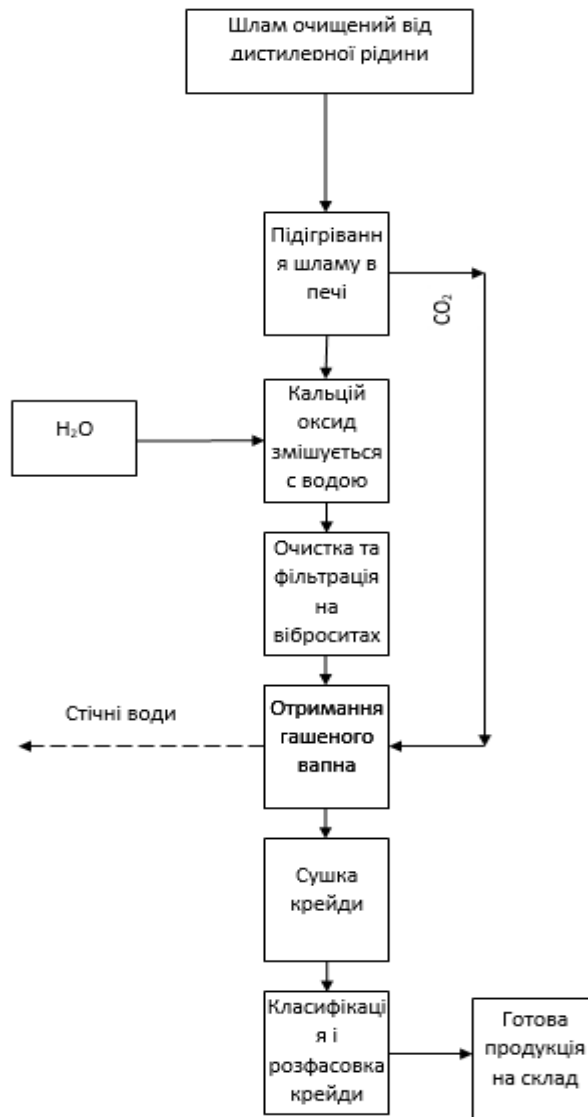


Рис. 5.4.1. Блок-схема отримання карбонату кальцію.

**Використання хімічно осадженого карбонату кальцію в якості наповнювача пластмас.** Створення та інтенсивний розвиток у всьому світі і в Україні виробництва пластичних мас, наповнених карбонатом кальцію і іншими мінеральними наповнювачами, відкрило широку перспективу для створення різних матеріалів із заданими властивостями, які дали б можливість замінити більш дорогі матеріали (як метали, так і пластмаси).

Тривалий час наповнювачі в пластмасах застосовувалися, в основному, для зниження собівартості матеріалу. В даний час вони використовуються і в інших цілях: для поліпшення фізико-механічних властивостей, тепло- і світлостабільності, тепло- і електропровідності, зниження горючості матеріалів [39].

У таблиці 5.4.1 наведені основні дані, що характеризують мінеральні наповнювачі.

Табл. 5.4.1 Класифікація наповнювачів, що застосовуються у виробництві пластмас

Група	Наповнювач	Хімічна природа	Щільність, кг/м <sup>3</sup>	Примітки
Карбонати лужноземельних металів	Крейда мелена натуральна	Кальцію карбонат	2,7	Поверхнево оброблений або без обробки
	Крейда хімічно осаджена	Кальцію карбонат	2,7	-//-
	Доломіт	Кальцію -магнія карбонат	2,9	-//-
Сульфати	Барит	Барію сульфат	4,5	Збільшує щільність
Силікати і кварцити	Кварцовий порошок	Кремнію діоксид	2,7	Підвищує твердість
	Каолін	Кремнію алюмосилікат	2,6	Забезпечує високу адсорбцію пластмас
	Тальк	Магнію силікат	2,7	Збільшує жорсткість
	Асбест	Кальцію -магнія силікат	2,5	Збільшує адсорбцію
Інші наповнювачі		Сурми триоксид	5,7	Для підвищення вогнестійкості
	-	Цинку борат	3,6	
		Магнію борат	3,3	
		Алюмінію гідроксид	2,4	

Одним з найбільш широко використовуваних наповнювачів є кальцію карбонат (крейда). Природна крейда, що добувається в різних родовищах, а також хімічно обкладена крейда відрізняються за складом і чистоті. Тому

вони підбираються відповідно до кожного конкретного застосування: кабельні пластикати, труби, фарби, плівки.

Оскільки крейда добре сприймає поверхневу обробку різними агентами, є можливість виробляти широкий спектр його марок, багато з яких діють не тільки як наповнювачі, але і як функціональні добавки.

Існують марки пластмас, призначені для підвищення проникності до газам, зниження усадки, матування поверхні, поліпшення зносостійкості або запобігання злипанню плівки і т.д.

Синтетична крейда в складі пластмас:

- коригує білизну;
- підвищує ударну міцність;
- виконує армувальні функції.

**Хімічно осаджений карбонат кальцію як високоякісна функціональна добавка для органорозбавляючих і водно-дисперсійних фарб.** С посиленням конкуренції на ринку лакофарбових матеріалів, з настанням глобальних гравців на ринку фарби виробникам доводиться шукати нові можливості поліпшення якості та зниження собівартості фарби. Це можливо зробити за допомогою заміника діоксиду титану, а саме хімічно осадженої крейди.

Осаджена крейда більш стабільна, у неї однорідний гранулометричний склад, і вона більш ефективна.

У виробництві фарби наповнювачі використовуються у великій масі, тому нестабільність їх показників від партії до партії дуже впливає на якість. Введення в рецептуру осадженої крейди дає можливість урівноважити стабільність інших компонентів і як результат отримати більш якісний кінцевий продукт.

Основні переваги, які дає хімічно осаджена крейда при введенні в рецептуру фарбовий продукт:

					MP.03.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

*Економія.* Хімічно осаджена крейда розширює частки діоксиду титану. Без хімічно осадженої крейди діоксид титану утворює агломерати і не може відбивати світло досить ефективно. Обложена крейда «розбиває» і розширює агломерати титану, допомагаючи кожній частинці віддавати світло всією своєю поверхнею. І вже 2-3 частинами діоксиду титану ви покриваєте набагато більшу площу з хімічно обложеним крейдою, ніж без нього, при цьому покращуючи блиск, білизну і яскравість фарби. Частинки  $TiO_2$  разом з крейдою працюють на всі 100%, завдяки цьому можна замінити до 30% діоксиду титану в рецептурах водної фарби і органіки, збільшивши при цьому білизну, яскравість, покриваність і підвищити механічні властивості фарби.

*Укривістість в фарбі.* Укривістість фарби досягається за рахунок форми частинки у вигляді кристала і вузького гранулометричного складу

Додаткові переваги при застосуванні хімічно осадженої крейди у виробництві фарби:

- Поліпшуються механічні властивості фарби;
- З'являється стійкість до мокрого стирання;
- Відсутня Мелень у фарби. На відміну від застосування іншого замітника  $TiO_2$ , наприклад, силікат алюмінію;
- Збільшення терміну зберігання фарби. Це відбувається за рахунок того, що в хімічно обложеному крейді немає розчинних солей і інших домішок, які викликають псування фарби. Відповідно, менше втрат на утилізацію і переробку;
- Хімічно обкладена крейда можна використовувати як реологічну добавку (проти осаду), замість бентонитов або аеросилу.
- Простота використання. Зручна упаковка: паперові мішки по 25 кг, що дозволяє легко адаптуватися до різних виробничих процесів.

Резюмуючи все описане вище, можна сказати наступне. Хімічна чистота продукту, відсутність домішок, морфологія частки у вигляді кристала

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56



дають блиск і яскравість фарби, вузький розподіл часток - покриваність і стабільність [40-43].

### 5.5. Дослідження з використання дистилерної рідини в якості рідкого протижеледного матеріалу.

Рідка фаза дистилерної рідини характеризується високими значеннями реакції середовища і високим вмістом хлорид-іонів, що визначає її небезпечні властивості для навколишнього середовища. На підставі даних про склад дистилерної рідини визначено, що основним компонентом є хлорид кальцію. Визначення областей застосування хлориду кальцію дозволило встановити, що в промислових цілях його застосовують як прискорювач схоплювання цементу, для знепилювання гравійних доріг і як компонент протижеледних матеріалів. [44].

Протижеледних матеріали (ПОМ) представляють собою тверді (сипучі) або рідкі шляхоексплуатаційні матеріали (фрикційні, хімічні) або їх суміші, що застосовуються для боротьби з зимовою слизькістю на автомобільних дорогах (ОДМ 218.5.006-2008. «Методичні рекомендації щодо застосування екологічно чистих протижеледних матеріалів і технологій при утриманні мостових споруд»)[45].

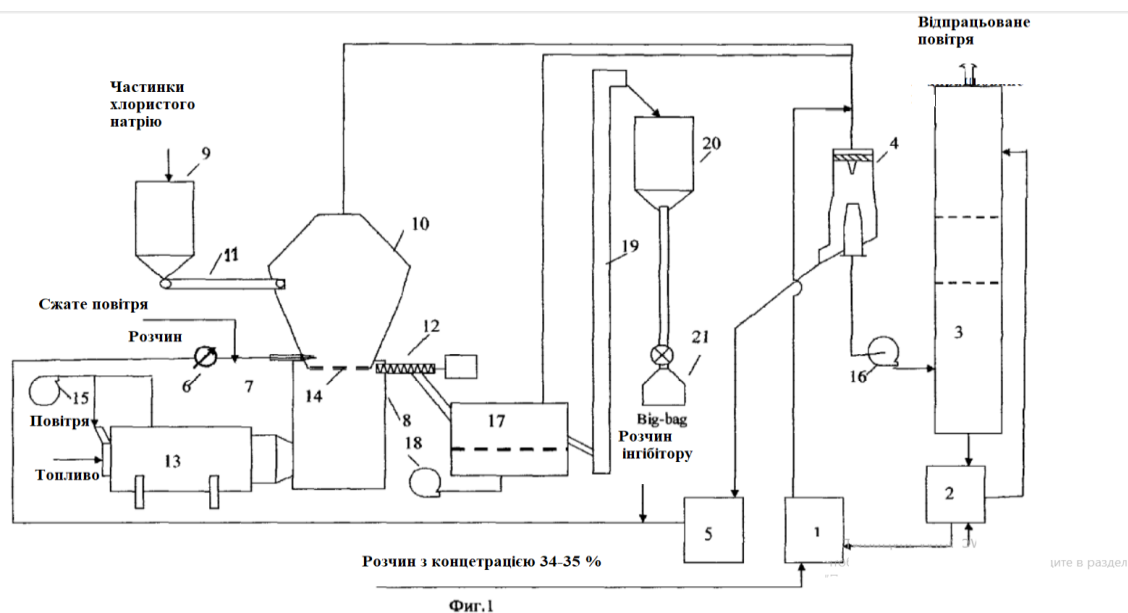


Рис. 5.5.1. Блок схема отримання протижеледного матеріалу

Для визначення можливості використання дистилерної рідини в якості рідкого протижеледного матеріалу були проведені експериментальні дослідження.

До рідких протижеледних матеріалів висувають вимоги, відображені в ОДН 218.2.027-2003 «Вимоги до протижеледних матеріалів »:

Органолептичні властивості: зовнішній вигляд - водний розчин без механічних включень, осадка і суспензії; колір - світлий, прозорий (допускається із слабким забарвленням жовтого або блакитного кольору); запах - відсутня.

Фізико-хімічні властивості:

масова частка розчинних солей,%

(Концентрація) ..... не менше 20

температура кристалізації, ° С ..... не вище -10

водневий показник рН ..... 5-9

Технологічні властивості:

плавкими здатність, г / г ..... не менше 2,5

корозійна активність на метал, мг / см<sup>2</sup> · добу. .... не більше 0,8

В освітленої дистилерної рідини підприємства з виробництва кальцинованої соди аміачним методом визначали встановлені показники відповідно до вимог ОДМ «Методика випробування протижеледних матеріалів»: зовнішній вигляд, колір, запах, масова частка розчинних солей, температура кристалізації, водневий показник, що плавиться здатність, корозійна активність на метал. Узагальнені результати досліджень по визначенню можливості використання освітленої дістілленної рідини в якості протижеледного матеріалу і вимоги до рідких протижеледних матеріалів представлені в табл. 5.5.1 [44].

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Табл. 5.5.1 Результати досліджень по визначенню можливості використання освітленої дістіллярной рідини в якості протиожеледного матеріалу і вимоги до рідких протиожеледних матеріалів.

Показник	Встановлена вимога	Результати досліджень		
		Зразок №1	Зразок №21	Зразок №3
Зовнішній вигляд	Водний розчин без механічних включень, осаду і суспензії.	Водний розчин без механічних включень, осаду і суспензії.		
Колір	Світлий, прозорий	Світлий, прозорий		
Запах	Відсутній	Відсутній		
Масова частка розчинних солей, % (концентрація)	Не менше 20	8,6	21,9	27,4
Температура кристалізації, °С	Не вище - 10	- 15	- 17	- 18
Водневий показник, рН	5-9	8,72	8,75	8,74
Здатність плавитись, г/г	Не менше 2,5	0,6	2,5-3,1	3,2-3,8
Корозійна активність на метал, мг/(см <sup>3</sup> ·діб)	Не більше 0,8	Не досліджували	0,06-0,11	0,11-0,15

На підставі проведених експериментальних досліджень [44] визначено наступне:

1. Досліджувані зразки освітленої дістіллярной рідини відповідають встановленим вимогам, що пред'являються

до рідких протиожеледних матеріалів за органолептичними властивостями.

2. За фізико-хімічними та технологічними властивостями

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(Масова частка розчинних солей, температура кристалізації, водневий показник, що плавиться здатність, корозійна активність на метал) зразок вихідної освітленої дистилюваної рідини не відповідає встановленим вимогам.

3. За фізико-хімічними та технологічними властивостями (Масова частка розчинних солей, температура кристалізації, водневий показник, здатність плавиться, корозійна активність на метал) зразки концентрованої освітленої дистилюваної рідини відповідають встановленим вимогам.

4. Зразок, що містить велику масову частку розчинних солей, характеризується кращими фізико-хімічними і технологічними властивостями.

5. Концентрована освітлена дистилювана рідина відповідає встановленим вимогам до рідких протиожеледних матеріалів згідно ОДН 218.2.027-2003 «Вимоги до протиожеледних матеріалів» і може бути рекомендована до використання.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						60
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 6. Екологія та охорона навколишнього середовища

### 6.1. Токсикологічна характеристика шкідливих речовин у складі шламу

*Хлорид кальцію  $\text{CaCl}_2$*  - становить більшу частину хлоридних стоків, утворює білі кристали кубічної форми з щільністю 2,51 г / см<sup>3</sup>. Плавиться при 772 ° С. Сильно гігроскопічний, на повітрі розпливається. Рівноважна відносна вологість повітря над  $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$  при 20 ° С дорівнює 22%, при 50 ° С - 17%, а над  $\text{CaCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$  при 10 ° С - 38%, при 20 ° С - 32,3%, при 24, 5 ° С - 31%. Висушування гранульованим хлоридом кальцію при 25 ° С дозволяє знизити вологість газу до 0,14 - 0,25 г води в 1 л [46].

Поглинаючи вологу з повітря, хлорид кальцію утворює кристалогідрати різного складу, зв'язуючи 1, 2, 4 або 6 молекул води. Гексагідрат є найбільш поширеною формою. При слабкому нагріванні відбувається дегідратація. У воді сполука повністю дисоціює, не гідролізуючись, а з перегрітою водяною парою вступає в реакцію, вступає в реакції обміну як з кислотами, так і з лугами. Хлорид кальцію взаємодіє з воднем із утворенням гідриду (у присутності каталізаторів — платини, нікелю). Відновлюється активними металами до кальцію.

Кальцій хлорид швидко поглинає вологу, при систематичному впливі подразнює і осушує шкіру. При потраплянні всередину концентрованих розчинів або твердих продуктів хлориду кальцію може викликати шлунково-кишкові розлади або виразки. За ступенем дії на організм відноситься до речовин 3-го класу небезпеки.

Хлорид кальцію пожежо- і вибухобезпечний, токсичних сполук в повітрі і стічних водах в присутності інших речовин не утворює, в організмі не кумулюється

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Титаренко</i>			<b>Екологія та охорона навколишнього середовища</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Суворін</i>					61	12
<i>Реценз.</i>						<i>СНУ ім. В Даля</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Суворін</i>				<i>каф. ХІЕ, гр. ТНР-19ДМ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Суворін</i>						

**Карбонат кальцію  $\text{CaCO}_3$**  – це поліморфна речовина, яка практично не розчиняється у воді. Безводний  $\text{CaCO}_3$  існує у вигляді трьох кристалічних модифікацій: кальциту, арагоніту та ватериту. Кальцит – це стійкий за звичайних умов різновид  $\text{CaCO}_3$ . Кристали кальциту мають форму ромбоєдрів із гексагональною решіткою з просторовою групою  $R\bar{3}c$  ( $a = b = 4,990 \text{ \AA}$ ,  $c = 17,061 \text{ \AA}$ ,  $\alpha = \beta = 90^\circ$ ,  $\gamma = 120^\circ$ ). Густина кристалів –  $2,710 \text{ г/см}^3$  (293 К) [6]. Арагоніт ( $\lambda\text{-CaCO}_3$ ) – являє собою термодинамічно нестійку за звичайних умов модифікацію  $\text{CaCO}_3$ . Кристали арагоніту зазвичай мають голчасту форму з ромбічною решіткою з просторовою групою  $Pmnc$  ( $a = 4,960 \text{ \AA}$ ,  $b = 7,964 \text{ \AA}$ ,  $c = 5,738 \text{ \AA}$ ,  $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ ). Густина  $2,947 \text{ г/см}^3$  (298 К) [46]. За умов підвищених температур арагоніт достатньо швидко перетворюється у кальцит. Ватерит ( $\mu\text{-CaCO}_3$ ) – найменш стійка форма  $\text{CaCO}_3$ . Утворює кристали з гексагональною решіткою з просторовою групою  $P63$  ( $a = b = 4,13 \text{ \AA}$ ,  $c = 8,48 \text{ \AA}$ ,  $\alpha = \beta = 90^\circ$ ,  $\gamma = 120^\circ$ ), густиною  $2,540 \text{ г/см}^3$  (293 К) [46]. З розчинів ватерит випадає у вигляді сферолітів, які не мають правильного ограновування. Поступово зі швидкістю, яка підвищується із зростанням температури, ватерит перетворюється в арагоніт, а деколи в кальцит.

**Карбонат магнію  $\text{MgCO}_3$** , магній вуглекислий, магнієва сіль вугільної кислоти. Білі кристали, щільність  $3,037 \text{ г/см}^3$ . При  $500^\circ \text{ C}$  помітно, а при  $650^\circ \text{ C}$  повністю розкладається на  $\text{MgO}$  і  $\text{CO}_2$ . Розчинність карбонату магнію в воді незначна ( $22 \text{ мг/л}$  при  $25^\circ \text{ C}$ ) і зменшується з підвищенням температури. При дії вуглекислого газу може утворювати розчинний гідрокарбонат, який зумовлює наявність тимчасової твердості води та руйнується при кипінні. У холодній воді він не розчиняється ( $D_p = 6,82 \cdot 10^{-6}$ ), а в гарячій переходить у гідроксокарбонат  $\text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ , який із часом, у присутності вуглекислого газу, розкладається до вихідного карбонату. При нагріванні понад  $350^\circ \text{ C}$  карбонат магнію розкладається на  $\text{MgO}$  і  $\text{CO}_2$ . При насиченні  $\text{CO}_2$  водної суспензії  $\text{MgCO}_3$  останній розчиняється внаслідок утворення гідрокарбонату

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Mg (HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. З водних розчинів за відсутності надлишку CO<sub>2</sub> виділяються основні карбонати магнію. З карбонатами ряду металів карбонат магнію утворює подвійні солі, до яких відноситься і природний мінерал доломіт MgCO<sub>3</sub> · CaCO<sub>3</sub>. Як й інші карбонати, MgCO<sub>3</sub> є нестійким до дії кислот.

**Оксид заліза(III) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**,— складна неорганічне речовина, з'єднання заліза і кисню, щільністю 5,242 г / см<sup>3</sup>. Традиційні назви окис заліза, колькотара, крокус, залізний сурик. Оксид заліза (III) - амфотерний оксид з великим переважанням основних властивостей. Червоно-коричневого кольору. Термічно стійкий до температур вище температури випаровування (1987 ° С), та плавиться при температурі 1566 °С. Утворюється при згоранні заліза на повітрі. Не реагує з водою. Повільно реагує з кислотами і лугами. Відновлюється монооксидом вуглецю, розплавленим залізом. Сплавляється з оксидами інших металів і утворює подвійні оксиди - шпінелі.

Оксид заліза(III) здатен перебувати у трьох структурних модифікаціях: α-, γ- та δ-формах. Найбільш поширеною з них є α-модифікація — оксид саме цього типу перебуває у природі у вигляді мінералів. Структуру такої модифікації має, наприклад, мінерал гематит. α-Модифікація утворюється при обпалюванні заліза (за температури вище 200 °С) або мінералу піриту FeS<sub>2</sub>, а також при тривалому нагріванні оксиду у γ-формі. α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> є парамагнітним.

γ-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> має структуру типу корунду — мінералу оксиду алюмінію. Дана форма утворюється при низькотемпературному окисненні заліза (нижче 200 °С), при окисненні Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> або нагріванням α-форми при 300 °С (але за нагрівання вище 400 °С переходить назад у α-форму). γ-Модифікація є феромагнітною.

Модифікація δ-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> є феромагнітною та утворюється в розчинах в результаті окиснення сполук Fe(II) лугами.

**Сульфат кальцію CaSO<sub>4</sub>** — неорганічна сполука, кальцієва сіль ряду сульфатів. Речовина є білими, гігроскопічними кристалами, малорозчинними

					MP.03.01.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

у воді. Знаходиться в природі у вигляді дигідрату  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (гіпс, селеніт) і в безводному стані - ангідрит.

Безводний сульфат кальцію - безбарвні кристали при нормальних умовах - з ромбічною кристалічною решіткою, щільність  $2,96 \text{ г/см}^3$ , температура плавлення  $1450 \text{ }^\circ\text{C}$ . При підвищених температурах (понад  $1200^\circ\text{C}$ ) може існувати у вигляді стабільної кубічної модифікації або двох метастабільних  $\alpha$ - і  $\beta$ -гексагональних модифікацій. Дуже повільно приєднує воду, гідруючись до кристалогідрату з  $1/2$  або  $2$  молекулами води на  $1$  молекулу сульфату, відповідно  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$  і  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . У воді розчиняється незначно (добуток розчинності  $4,93 \cdot 10^{-5}$ ). Розчинність падає з підвищенням температури: якщо при  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  вона становить  $0,2036 \text{ г} / 100 \text{ г}$  води, то поблизу точки кипіння води ( $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ) знижується до  $0,067 \text{ г}$  сульфату на  $100 \text{ г}$  води. Розчинений в природній воді сульфат кальцію є одним з факторів, що визначають жорсткість води.

При підвищенні температури, але не більше ніж до  $180 \text{ }^\circ\text{C}$  двуводний сульфат кальцію втрачає частину води, переходячи в напівводний - так званий «палений гіпс», придатний для подальшого застосування як в'язка речовина. При подальшому нагріванні до  $220 \text{ }^\circ\text{C}$  гіпс повністю втрачає воду, утворюючи безводний  $\text{CaSO}_4$ , який лише при тривалому зберіганні поглинає вологу і переходить в напівгідрат. Якщо випал вести при температурі вище  $220 \text{ }^\circ\text{C}$ , то виходить безводний  $\text{CaSO}_4$ , який вологу вже не поглинає і не «схоплюється» при змішуванні з водою (це речовина нерідко називають «мертвий гіпс»). При подальшому нагріванні до  $900\text{-}1200 \text{ }^\circ\text{C}$  можна отримати «гідралічний гіпс», який після охолодження знову знаходить властивості зв'язуватися з водою. Перший спосіб часткової дегідратації застосовують в промислових умовах для отримання напівгідрату сульфату кальцію (паленого гіпсу, алебастру)  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ , нагріваючи дигідрат приблизно до  $140 \text{ }^\circ\text{C}$ , рівняння реакції:  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} + 1,5\text{H}_2\text{O}$ .

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



**Хлорид натрію (NaCl)** - натрієва сіль соляної кислоти. Відомий в побуті під назвою повареної солі, основним компонентом якої і є. Хлорид натрію в значній кількості міститься в морській воді. Зустрічається в природі у вигляді мінералу Галіт (кам'яної солі). Чистий хлорид натрію являє собою безбарвні кристали, але з різними домішками його колір може приймати блакитний, рожевий, фіолетовий, сірий або жовтий відтінок. При розчиненні у воді повністю дисоціює на катіони натрію та хлорид-аніони.

Температура плавлення  $+800,8^{\circ}\text{C}$ , кипіння  $+1465^{\circ}\text{C}$ . Помірно розчиняється у воді, розчинність мало залежить від температури: розчинність NaCl (в грамах на 100 г води) дорівнює 35,9 при  $+21^{\circ}\text{C}$  і 38,1 при  $+80^{\circ}\text{C}$ . Вона істотно знижується в присутності хлороводню, гідроксиду натрію, хлоридів інших металів. Розчиняється в рідкому аміаку, вступає в реакції обміну. У чистому вигляді хлорид натрію не гігроскопічний. Однак сіль часто буває забруднена домішками (переважно іонами  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  і  $\text{SO}_4^{2-}$ ), і така сіль на повітрі сирееє [46]. Кристалогідрат  $\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  можна виділити при температурі нижче  $+0,15^{\circ}\text{C}$ .

Суміш подрібненого льоду з дрібним порошком хлориду натрію є ефективним охолоджувачем. Так, при змішуванні 30 г NaCl і 100 г льоду суміш охолоджується до температури  $-20^{\circ}\text{C}$ . Це відбувається тому, що водний розчин солі замерзає при температурі нижче  $0^{\circ}\text{C}$ . Лід, що має температуру близько  $0^{\circ}\text{C}$ , плавиться в такому розчині, поглинаючи тепло навколишнього середовища.

**Діоксид кремнію  $\text{SiO}_2$**  (лат. Silica) - оксид кремнію (IV). Безбарвні кристали з температурою плавлення  $+1713 \dots +1728^{\circ}\text{C}$ , що володіють високою твердістю і міцністю.

Діоксид кремнію - головний компонент майже всіх земних гірських порід, зокрема, кизельгура. З кремнезему і силікатів складається 87% маси літосфери. У крові і плазмі людини концентрація кремнезему становить 0,001% по масі [46].

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діоксид кремнію має кілька поліморфних модифікацій.

Найпоширеніша з них на поверхні землі -  $\alpha$ -кварц - кристалізується в тригональній сингонії. При нормальних умовах діоксид кремнію найчастіше знаходиться в поліморфній модифікації  $\alpha$ -кварцу, яка при температурі вище  $+573^\circ \text{C}$  оборотно переходить в  $\beta$ -кварц. При подальшому підвищенні температури кварц переходить в триміт і кристобаліт. Ці поліморфні модифікації стійкі при високих температурах і низьких тисках.

У природі також зустрічаються форми - опал, халцедон, кварцін, Лютеція, аутигенний кварц, які відносяться до групи кремнезему. Опал ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) в шлифе безбарвний, ізотропен, має негативний рельєф, відкладається в морських водоймах, входить до складу багатьох кременистих порід. Халцедон, кварцін, Лютеція -  $\text{SiO}_2$  - представляють собою скритокрісталліческіе різновиди кварцу. Утворюють волокнисті агрегати, розетки, сфероліти, безбарвні, блакитні, жовтуваті. Відрізняються між собою деякими властивостями - у халцедону і кварціна - пряме згасання, у лютеціта - косе, у халцедону - негативне подовження.

При високій температурі і тиску діоксид кремнію спочатку перетворюється в коесит (який в 1953 році був синтезований американським хіміком лорінгіт Коесит), а потім - в стишовит (який в 1961 році був синтезований С. М. Стішова, а в 1962 році був виявлений в кратері Беррінджера (кратері Арізони метеорита) [46]. Також має аморфну модифікацію - кварцове скло.

Діоксид кремнію  $\text{SiO}_2$  - кислотний оксид, що не реагує з водою. Хімічно стійкий до дії кислот, але реагує з газоподібним фтороводень і плавиковою кислотою.

При сплаві  $\text{SiO}_2$  з лугами та основними оксидами, а також з карбонатами активних металів утворюються силікати - солі не мають постійного складу дуже слабких, нерозчинних у воді кремнієвих кислот загальної формули  $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$  (досить часто в літературі згадуються не

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кремнієві кислоти, а кремнієва кислота, хоча фактично мова при цьому йде про одне й те ж речовині).

Головним структурним елементом як твердого діоксиду кремнію, так і всіх силікатів, виступає група  $[\text{SiO}_4]$ , в якій атом кремнію Si оточений тетраедром з чотирьох атомів кисню O. При цьому кожен атом кисню з'єднаний з двома атомами кремнію. Фрагменти  $[\text{SiO}_4]$  можуть бути пов'язані між собою по-різному. Серед силікатів за характером зв'язку в них фрагментів  $[\text{SiO}_4]$  виділяють острівні, ланцюгові, стрічкові, шаруваті, каркасні та інші.

Синтетичний діоксид кремнію отримують нагріванням кремнію до температури  $+ 400 \dots + 500 \text{ }^\circ \text{C}$  в атмосфері кисню, при цьому кремній окислюється до діоксиду  $\text{SiO}_2$ . А також термічним оксидуванням при високих температурах.

## 6.2 Визначення класу небезпеки відходів розрахунковим методом

Якщо для конкретного виду промислових відходів розроблено та впроваджено технологію утилізації, знешкодження або оброблення, які призводять до усунення чи значного зменшення негативного впливу відходів на біоценози об'єктів довкілля, насамперед ґрунту, слід визначати клас небезпеки відходів - за  $LD_{50}$  згідно з формулами (6.2.1) і 6.2.2):

$$K_i = \frac{\lg(LD_{50})}{(S + 0,1F + C_B)} \quad (6.2.1)$$

де  $K_i$  – індекс токсичності кожного хімічного інгредієнта, що входить до складу відходу, величину  $K_i$  округлюють до першого знаку після коми;

$\lg(LD_{50})$  – логарифм середньої смертельної дози хімічного інгредієнта при введенні в шлунок  $\lg(LD_{50})$ ;

$S$  – коефіцієнт, який відображає розчинність хімічного інгредієнта у воді (за допомогою довідника знаходять розчинність хімічного інгредієнта у воді в грамах на 100 г води при температурі не вище  $25^\circ\text{C}$ , цю величину

					MP.03.01.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ділять на 100 і отримують безрозмірний коефіцієнт  $S$ , який в більшості випадків знаходиться в інтервалі від 0 до 1);

$F$  – коефіцієнт леткості хімічного інгредієнта

$C_v$  - кількість даного інгредієнта в загальній масі відходу, в т/т;

$i$  – порядковий номер конкретного інгредієнта.

Після розрахунку  $K_i$  для інгредієнтів відходу, вибирають не більше 3, але не менше 2 ведучих, які мають найменші  $K_i$ , при цьому  $K1 < K2 < K3$  крім того, повинна виконуватись умова  $2K1 > K3$

$F$  – коефіцієнт леткості хімічного інгредієнта

$C_v$  - кількість даного інгредієнта в загальній масі відходу, в т/т;

$i$  – порядковий номер конкретного інгредієнта.

Після розрахунку  $K_i$  для інгредієнтів відходу, вибирають не більше 3, але не менше 2 ведучих, які мають найменші  $K_i$ , при цьому  $K1 < K2 < K3$  крім того, повинна виконуватись умова  $2K1 > K3$

$$K_{\Sigma} = \frac{1}{n^2} \sum_{i=K}^n K_i \quad (6.2.2)$$

де  $K_{\Sigma}$  - сумарний індекс небезпеки. Він обчислюється за допомогою двох або трьох вибраних індексів токсичності, після чого, за допомогою таблиці 6.2.1 визначають клас небезпеки та ступінь токсичності відходу.

Табл.6.2.1. Класифікація небезпеки відходів за  $LD_{50}$

Величина $K_{\Sigma}$ , отримана на основі $LD_{50}$	Клас небезпеки	Ступінь токсичності
Менше 1,3	I	Надзвичайно небезпечні
Від 1,3 до 3,3	II	Високо небезпечні
Від 3,4 до 10	III	Помірно небезпечні
Від 10 і більше	IV	Мало небезпечні

Враховуючи те, що значна частина небезпечних промислових відходів не має впроваджених схем утилізації, знешкодження чи оброблення і видаляється методом поховання або використовується у вигляді домішок чи

прошарків на полігонах твердих промислових відходів, тобто може мати безпосередній контакт з об'єктами довкілля, тому для визначення класу небезпеки таких відходів слід застосовувати ГДК їх хімічних складників у ґрунті згідно з формулою (6.2.3):

$$K_i = \frac{ГДК_i}{(S + 0,1F + C_B)} \quad (6.2.3)$$

де  $ГДК_i$  – гранично допустима концентрація токсичної хімічної речовини у ґрунті [13], що міститься у відході;

$K_i, S, C_B, F, i$  – ті ж самі показники, що в формулі (6.2.1).

Величину  $K_i$  округляють до 1-го знаку після коми.

Після розрахунку  $K_i$  для інгредієнтів відходу, вибирають не більше 3, але не менше 2 ведучих, які мають найменші  $K_i$ , при цьому  $K1 < K2 < K3$  крім того, повинна виконуватись умова  $2K1 > K3$ .

Потім розраховується сумарний індекс токсичності ( $K_{\Sigma}$ ) згідно з формулою (6.2.3), після чого, за допомогою таблиці 16 визначають клас небезпеки та ступінь токсичності відходу.

Табл. 6.2.2 Класифікація небезпеки відходів за ГДК хімічних речовин у ґрунті

Величина $K_{\Sigma}$ , отримана на основі ГДК у ґрунті	Клас небезпеки	Ступінь токсичності
Менше 2	I	Надзвичайно небезпечні
Від 2 до 16	II	Високо небезпечні
Від 16 до 30	III	Помірно небезпечні
Від 20 і більше	IV	Мало небезпечні

Затвердження класу небезпеки промислових відходів проводить Міністерство охорони здоров'я України, за погодженням Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України.

**Хід визначення класу небезпеки відходів розрахунковим методом**

Табл. 6.2.3 Фізико-хімічні та токсикологічні властивості складу шламів

Назва	Формула	Маса інгредієнта, т/т	Тиск насиченої пари, мм рт. ст.	Розчинність, г/100 води (при 25 °С)	LD <sub>50</sub> (мг/кг)	ГДК р.з.	клас небезпеки
Карбонат кальцію	CaCO <sub>3</sub>	0,7968	0 ± 1	0,0014	6400	6	IV
Карбонат магнію	MgCO <sub>3</sub>	0,042	0 ± 1	0,0012	2000	4	IV
Оксид заліза	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0023	0 ± 1	0	0	10	III
Хлорид натрію	NaCl	0,0079	0 ± 1	35,9	3000–8000	5	III
Сульфат кальцію	CaSO <sub>4</sub>	0,019	0 ± 1	0,2036	14300	10	III
Діоксид кремнію	SiO <sub>2</sub>	0,022	0 ± 1	0	3500	3	II

Згідно з формулою (6.2.1) розраховуємо індекс токсичності кожного хімічного інгредієнта, що є у відході :

$$K_{CaCO_3} = \frac{\lg(6400)}{(0,000014 + 0,7968)} = 4,78$$

$$K_{MgCO_3} = \frac{\lg(2000)}{(0,000012 + 0,042)} = 78,57$$

$$K_{Fe_2O_3} = \frac{\lg(5000)}{(0,0023)} = 1608,25$$

$$K_{NaCl} = \frac{\lg(3000)}{(0,359 + 0,0079)} = 9,48$$

$$K_{CaSO_4} = \frac{\lg(14300)}{(0,0020 + 0,019)} = 197,87$$

$$K_{SiO_2} = \frac{\lg(3500)}{0,022} = 161,09$$

Упорядковуємо цей ряд по порядку зростання значень коефіцієнтів  $K_i$  і вводимо нову нумерацію:

$K_1(\text{CaCO}_3) = 4,78$ ;  $K_2(\text{NaCl}) = 9,48$ ;  $K_3(\text{MgCO}_3) = 78,57$ ;  $K_4(\text{SiO}_2) = 161,09$ ;  
 $K_5(\text{CaSO}_4) = 197,87$ .  $K_6(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1608,25$ .

Вибираємо найменші значення індексів токсичності ( $K_i$ ), щоб виконувалась перша умова:  $K_1 < K_2 < K_3$ . Такими величинами будуть:  $K_1 = 4,78$ ;  $K_2 = 9,48$ ;  $K_3 = 78,57$ . Але тоді не виконується друга умова:  $2K_1 > K_3$ . В цьому випадку беремо тільки 2 значення:  $K_1 = 4,78$  і  $K_2 = 9,48$  і визначаємо сумарний індекс токсичності згідно з формулою (6.2.2):

$$K_{\Sigma} = \frac{1}{2^2} (4,78 + 9,48) = 3,57$$

Згідно з таблицею 6.1, сумарний індекс небезпеки відповідає III класу небезпеки.

Згідно з формулою (6.2.3) розраховуємо індекс токсичності кожного хімічного інгредієнта, що є у відходах:

$$K_{\text{CaCO}_3} = \frac{6}{(0,000014 + 0,7968)} = 7,57$$

$$K_{\text{MgCO}_3} = \frac{4}{(0,000012 + 0,042)} = 95,24$$

$$K_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{10}{(0,0023)} = 4347,83$$

$$K_{\text{NaCl}} = \frac{5}{(0,359 + 0,0079)} = 13,62$$

$$K_{\text{CaSO}_4} = \frac{10}{(0,0020 + 0,019)} = 476,19$$

$$K_{\text{SiO}_2} = \frac{3}{0,022} = 136,36$$

Упорядковуємо цей ряд по порядку зростання значень коефіцієнтів  $K_i$  і вводимо нову нумерацію:

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

$K_1(\text{CaCO}_3) = 7,57$ ;  $K_2(\text{NaCl}) = 13,62$ ;  $K_3(\text{MgCO}_3) = 95,24$ ;  $K_4(\text{SiO}_2) = 136,36$ ;  
 $K_5(\text{CaSO}_4) = 476,19$ ;  $K_6(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 4347,83$ .

Вибираємо найменші значення індексів токсичності ( $K_i$ ), щоб виконувалась перша умова:  $K_1 < K_2 < K_3$ . Такими величинами будуть:  $K_1 = 7,57$ ;  $K_2 = 13,62$   $K_3 = 95,24$ . Але тоді не виконується друга умова:  $2K_1 > K_3$ . В цьому випадку беремо тільки 2 значення:  $K_1 = 7,57$  і  $K_2 = 13,62$  і визначаємо сумарний індекс токсичності згідно з формулою (6.2.2):

$$K_{\Sigma} = \frac{1}{2^2} (7,57 + 13,62) = 5,3$$

Згідно з таблицею 6.2.2, сумарний індекс небезпеки відповідає II класу небезпеки.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 7. Охорона праці

Охорона праці - це система законодавчих актів і соціально - економічних, технічних, гігієнічних і організаційних заходів, що відповідають їм, забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

**Основні фізико - хімічні властивості, токсичність, пожеже - і вибухонебезпечність речовин, які застосовують в процесі визначення складу шлаків**

Основні фізико-хімічні властивості речовин наведені в табл. 7.1.

Табл. 7.1 Характеристика пожеже- та вибухонебезпечних і токсичних властивостей сировини напівпродуктів, готової продукції і відходів.

Найменування речовин, розчинів які використовувалися у ході аналізу	Клас небезпеки речовини (ГОСТ 12.1.007-76)	Агрегатний стан при нормальних умовах	Щільність парів (газу) по повітрю	Розчинність в воді, % мас.
1. Аміак, масова частка, 25% мас	IV	Рідина	0,930–0,910 г/см <sup>3</sup> при +15°С.	Добре розчиний
Нітратна кислота 40% мас	III	Рідина	63 мм. рт. ст при 25 °С	Добре розчиний
3. Соляна кислота 30 % мас	III	Рідина	0 ± 1 мм рт.ст. при 25 °С	Добре розчиний
4. Гідроксид натрію 10% мас	III	Рідина	0 ± 1 мм рт.ст. при 25 °С	Добре розчиний
5. Сульфосаліцилова кислота	III	Кристалічний порошок	0 ± 1 мм рт.ст. при 25 °С	Добре розчиний

**Аміак (HN<sub>3</sub>)** - безбарвний газ з різким специфічним запахом. Щільність по повітрю при температурі 0 °С і тиску 0, 1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>) - 0, 697.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Титаренко				<i>Охорона праці</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Суворін						73	16
Реценз.						СНУ ім. В Даля		
Н. Контр.	Суворін					каф. ХІЕ, гр. ТНР-19ДМ		
Затверд.	Суворін							

Температура кипіння мінус 33, 4 С. З повітрям і киснем аміак утворює вибухонебезпечні суміші. Нижня межа вибуху аміачно - повітряної суміші 15% (об'ємна доля), верхня межа 28% (об'ємна доля).

Гранично-допустима концентрація(ГДК) в повітрі робочої зони виробничих приміщень 20 мг/м<sup>3</sup>.

При концентрації вище ГДК аміак викликає роздратування і опік слизових оболонок, сльозотечу, задуху, потрапляючи на шкіру людини, викликає опіки.

При отруєнні аміаком потерпілого необхідно винести із загазованої зони і викликати швидку допомогу. При попаданні аміаку на шкіру необхідно змити уражене місце щедрим струменем води і звернутися в медпункт. [46]

**Соляна кислота (HCl)** (хлористоводнева кислота) - розчин хлороводню у воді, сильна одноосновна кислота. Безбарвна, прозора, їдка рідина, «паруюча» на повітрі (технічна соляна кислота - жовтуватого кольору через домішок заліза, хлору та ін.). У концентрації близько 0,5% присутній в шлунку людини. Солі соляної кислоти називаються хлоридами. Рекомендована ГДК в робочій зоні - 5 мг / м<sup>3</sup> [46]. Висококонцентрована соляна кислота є уїдливе речовина. При попаданні на шкіру викликає сильні хімічні опіки. Особливо небезпечним вважається потрапляння в очі (в значній кількості). Для нейтралізації опіків застосовують розчин слабкої основи, або солі слабкої кислоти, зазвичай харчової соди.

При відкриванні судин з концентрованою соляною кислотою пари хлороводню, притягаючи вологу повітря, утворюють туман, дратівливий очі і дихальні шляхи людини.

Реагуючи з сильними окиснювачами (хлорним вапном, діоксидом марганцю, перманганатом калію) утворює токсичний газоподібний хлор.

**Нітратна кислота (HNO<sub>3</sub>)** - сильна одноосновна кислота. Тверда азотна кислота утворює дві кристалічні модифікації з моноклінної і ромбічної ґратами.

					MP.03.01.ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нітратна кислота змішується з водою в будь-яких співвідношеннях. У водних розчинах вона практично повністю дисоціює на іони. Утворює з водою азеотропну суміш з концентрацією 68,4% і температуру кипіння 120 °С при нормальному атмосферному тиску.

Кислота отруйна. За ступенем впливу на організм відноситься до речовин 3-го класу небезпеки. Її пари дуже шкідливі: пари викликають подразнення дихальних шляхів, а сама кислота залишає на шкірі довгозаживляючі виразки. При дії на шкіру виникає характерне жовте забарвлення шкіри, обумовлене ксантопротеїновою реакцією. При нагріванні або під дією світла кислота розкладається з утворенням високотоксичного діоксину нітрогену NO<sub>2</sub> (газу бурого кольору). ГДК для азотної кислоти в повітрі робочої зони по NO<sub>2</sub> 2 мг/м<sup>3</sup> [46]. Рейтинг NFPA 704 для концентрованої азотної кислоти: небезпека для здоров'я: 4, вогнебезпека: 0, нестабільність: 0, спеціальне: COR [46].

**Гідроксид натрію (NaOH)** - неорганічне хімічна речовина, найпоширеніша луг.

Водні розчини NaOH мають сильну лужну реакцію (рН 1% -го розчину = 13,4). Основними методами визначення лугів у розчинах є реакції на гідроксид-іон (OH<sup>-</sup>), (с фенолфталеїном - малинове забарвлення і метиловим оранжевим (метилоранж) - жовте забарвлення). Чим більше гідроксид-іонів знаходиться в розчині, тим сильніше луг і тим інтенсивніше забарвлення індикатора.

Їдкий натр - небезпечна речовина для навколишнього середовища, пригнічує біохімічні процеси, токсично діє [46].

Гранично допустима концентрація (ГДК) їдкого натру у воді водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування (по катіонів натрію) становить 200 мг / дм<sup>3</sup>, 2-й клас небезпеки відповідно до гігієнічними нормативами [46]. Необхідний контроль водневого показника (рН 6,5-8,5 і не більше).

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Орієнтовно безпечний рівень впливу (ОБРВ) їдкого натру в атмосферному повітрі населених місць становить 0,01 мг / м<sup>3</sup> відповідно до гігієнічними нормативами.

При витоку або ж розсипання значної кількості їдкий натр нейтралізують слабким розчином кислоти. Нейтралізований розчин направляють на знешкодження та утилізацію.

***Небезпечні и шкідливі виробничі чинники при роботі з речовинами***

До небезпечних и шкідливих чинників слід віднести:

- можливість попадання на тіло людини хімікатів (рідкий аміак, соляна кислота, нітратна кислота, сульфосаліцилова кислота)

- наявність цієї токсичної речовини (рідкий аміак, соляна кислота, нітратна кислота).

За характером дії на організм людини ці чинники проявляються, як загально токсичні и дратівливі, Такі, що діють через дихальні шляхи, шкіру и слизові оболонки.

- наявністю шкідливих и небезпечних речовини (рідкий аміак, соляна кислота, нітратна кислота).

- застосування електричної енергії низьких 220, 380, 500 В напруги

Заходи, що викликають ураження небезпечними та шкідливими виробничими чинниками:

- робота на несправному устаткуванні та несправним інструментом;

- порушення технологічного режиму;

- незадовільна організація праці;

- порушення прав охорони праці;

- відсутність спецодягу и індивідуальних засобів захисту;

- порушення виробничої дисципліни [47].

***Загальні положення при роботі з лугами та кислотами***

1. Знати властивості речовин, з якими працює, та їх дію на організм людини.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Працюючи з кислотами та їдкими лугами, треба пам'ятати, що невиконання правил поводження з ними призводить до сильних хімічних опіків.

3. З кислот найнебезпечнішими є концентровані нітратна та фторидна кислоти, що спричиняють дуже болючі пошкодження, які довго не заживають. Дуже небезпечна концентрована сульфатна кислота, особливо для очей. Важкість опіків кислотами і лугами значно підвищується, якщо ці реагенти нагріті.

4. Під час усіх операцій з концентрованими кислотами і лугами обов'язково користуйтеся спецодягом та засобами індивідуального захисту(халат бавовняний, фартух спеціальний, ковпак бавовняний, гумовими рукавицями та захисними окулярами).

5. Приміщення, де виконуються роботи з кислотами та їдкими речовинами, повинно бути обладнане припливно-витяжною вентиляцією

6. Основні кількості кислот та інших агресивних рідин повинні зберігатися в приміщенні, спеціально призначеному для цього.

7. Приміщення, де виконуються роботи з кислотами та їдкими речовинами, повинні бути забезпечені первинним засобами пожежогасіння, зокрема: вогнегасники вуглекислотні; ящик з піском і совком, покривало з вогнетривкого матеріалу. До них необхідно забезпечити вільний доступ.

8. Вміти користуватись первинними засобами пожежогасіння.

9. Не виконувати вказівки, які суперечать правилам охорони праці.

10. Вміти надавати першу медичну допомогу потерпілим при нещасних випадках.

#### ***Вимоги безпеки перед початком роботи з лугами та кислотами***

1.Перевірити та одягти спецодяг, спецвзуття та засоби індивідуального захисту.

2. Перевірити справність приладів і обладнання.

3. Включити загальнообмінну припливно-витяжну вентиляцію за 15-20 хвилин до початку роботи.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. При виявлених несправностях обладнання та засобів колективного захисту сповістити керівника робіт (відповідального за проведення даної роботи) та не приступати до роботи до усунення виявлених несправностей.

5. Розливати кислоти та інші агресивні рідини з бутлів великої місткості у склянки треба за допомогою сифона, використовуючи як джерело тиску гумову грушу, ручний насос або ножну повітродувку.

6. Особливо обережно під тягою треба розливати концентровані кислоти: нітратну, хлоридну та інші димлячі речовини, а також аміак, щоб запобігти отруєнню. Концентровані кислоти, а також аміак необхідно обережно розливати під витяжкою, щоб запобігти травмам.

7. Переносити склянки з реактивами треба в плетених кошичках або іншій тарі, що забезпечує зручне й безпечне транспортування.

8. Не можна переносити і навіть піднімати склянки з кислотами та іншими агресивними рідинами, взявши їх тільки за шийку посудини.

9. Доставлені в лаборантську реактиви розміщують у призначених для них місцях зберігання.

10. Не можна наливати гарячі або навіть теплі рідини в товстостінні посудини.

11. Великі шматки їдких лугів потрібно розколювати на дрібні кусочки в спеціально відведеному місці, користуючись захисними окулярами, рукавицями.

### ***Вимоги безпеки під час виконання роботи***

1. Розбавляючи концентровані кислоти водою, треба лити кислоту у воду, а не навпаки, постійно перемішуючи. Доливання води до концентрованої кислоти супроводжується сильним нагріванням і розбризкуванням рідини, що може призвести до опіків.

2. Для розбавлення концентрованих кислот і змішування речовин, що супроводжуються виділенням тепла, потрібно користуватися тільки тонкостінним хімічним в термостійкому або фарфоровим посудом.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Використовувати сульфатну кислоту в ексикаторі як водовбираючий засіб забороняється.

4. Розчиняти луги треба у фарфоровому посуді, повільно додаючи до води невеликі порції речовини при безперервному перемішуванні.

5. Кусочки лугу треба брати тільки пінцетом або щипцями.

6. Великі шматки їдких лугів потрібно розколювати на дрібні в спеціально відведеному місці.

7. Щоб уникнути опіків порожнини рота і отруєння, забороняється набирати розчини кислот і лугів у піпетку ротом. Для засмоктування цих речовин користуйтеся піпетками з пастами та гумовими грушами.

8. Під час виконання робіт не залишати запалені пальники та інші нагрівальні прилади без нагляду.

9. Під час всіх операцій з кислотами і лугами треба обов'язково застосовувати засоби індивідуального захисту: халат та гумовий фартух, гумові рукавиці, захисні окуляри тощо.

#### ***Вимоги безпеки після закінчення роботи з лугами та кислотами***

1. Відпрацьовані кислоти й луги слід збирати окремо в спеціально призначений посуд і зливати в каналізацію тільки після нейтралізації.

2. Розлиті випадково кислоти або розчини лугів збирати і зливати в місця відведені для нейтралізації.

3. Вимкнути обладнання.

4. Кислоти, їдкі речовини прибрати у відведене для них місце, дотримуючись правил їх зберігання.

5. Прибрати робоче місце.

6. Зняти спецодяг, спецвзуття, засоби індивідуального захисту, упорядкувати і покласти у відведене для них місце.

7. Помити обличчя, руки теплою водою з милом.

8. Про всі недоліки, які мали місце під час роботи, доповісти керівникові робіт.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ***Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях при роботі з лугами та кислотами***

1. Розлиті кислоти або луги необхідно негайно засипати піском, нейтралізувати і після цього прибрати.

2. У випадку аварії, коли починає виділятися значна кількість отруйних газів і пари, треба негайно вивести учнів з приміщення і після цього приступити до ліквідації аварійного стану, користуючись проти газом та іншими захисними засобами.

4. Уражену ділянку шкіри промивають струменем холодної води протягом 10-15 хв. Після промивання на обпечене місце накладають просочену водним 2%-м розчином питної соди марлеву пов'язку або ватний тампон. Через 10 хв. пов'язку знімають, шкіру обмивають, обережно видаляють вологу фільтрувальним папером або м'якою тканиною і змащують гліцерином для зменшення больових відчуттів.

5. При попаданні крапель кислоти в очі їх промивають проточною водою протягом 15 хв. і після цього - 2%-ним водним розчином питної соди. Після цього потерпілого відправляють до лікувальної установи [47].

### ***Вентиляція і опалення.***

Під час проведення лабораторних робіт речовинами III класу небезпеки можливе виділення шкідливих парів та теплове випромінювання. До засобів нормалізації повітряного середовища виробничих приміщень і робочих місць відносяться пристрої вентиляції, кондиціонування й очищення повітря, опалення. Додатково до технологічних заходів системами опалення й вентиляції повітряне середовище в приміщеннях доводиться до вимог санітарних норм і правил техніки безпеки. Робота операторів на пересувній установці відноситься до важкої фізичної роботи через те, що установка розташована в умовах шуму, пилу, робота проводиться в 2 зміни. Енерговитрати за таких умов праці складають більше 293 Дж/с. У зв'язку з цим передбачено можливість відпочинку персонала в закритому приміщенні.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80



Фактичні параметри температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні для даної категорії робіт наведені у таблиці 7.2

Табл.7.2 Фактичні параметри температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні.

Сезон року	Категорія робіт – 1б		
	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
	Фактична	Фактична	Фактична
Холодний	19-20	40-65	0,2
Теплий	20-25	40-70	0,2

Вентиляція відбувається за рахунок центральної системи вентиляції цеху, яка була розроблена відповідно до норм. Параметри повітря робочої зони відповідають ГОСТу 12.1.005-88 і ДСН 3.3.6.042-99. Забезпечення параметрів здійснюється в зимовий час за допомогою водяного опалення з температурою теплоносія 343-363К, а в теплий час року вентиляцією відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 [47].

#### ***Аварійна вентиляція***

Аварійна вентиляція використовується у лабораторних приміщеннях, де можливе виділення в повітря великої кількості шкідливих та вибухово небезпечних речовин внаслідок порушення технологічного режиму або аварії. Аварійна вентиляція, як правило, передбачається витяжною, яка за годину забезпечує не менше, як восьмикратний повний обмін повітря в цих приміщеннях з урахуванням роботи механічної витяжної вентиляції. При цьому слід пам'ятати, що механічна витяжка вентиляція, компенсувати аварійну не може.

Розрахунок аварійної вентиляції передбачає визначення аварійного повітрообміну і години, за який концентрація шкідливої речовини повинна бути знижена до ГДК за допомогою аварійної вентиляційної системи.

### **Освітлення приміщень**

Шкідливим для лабораторних робіт є недостатня освітленість робочого місця, це проявляється в погіршенні зору та зниженні продуктивності праці. Для створення світлового комфорту при лабораторних робіт використовують: природне освітлення, штучне освітлення, суміщене освітлення. Згідно ДБНВ 2.5.28-2006, робота з обслуговування обладнання відноситься до VI розділу підрозділу «а», тобто загальне спостереження за технологічним процесом. При цьому робоче місце оператора повинно мати освітленість робочої зони  $E_{нор}=200$  лк. Щоб робоче місце відповідало нормам освітленості вибираємо лампи ЛПП04, світловим потоком  $F=10000$  лм, фактична освітленість буде  $E_f=250$  лк. Встановлені лампи дають освітленість  $E_f=250$  лк, тобто задовольняють вимоги ДБНВ 2.5.28-2006,  $E_{нор}=200$  лк.

### **Заходи щодо боротьби з шумом і вібрацією**

Захист від шуму досягається розробкою шумобезпечної техніки, застосуванням засобів і методів індивідуального і колективного захисту, будівельно-акустичними методами. Засоби колективного захисту діляться стосовно джерела шуму: понижуючі шум у джерелі виникнення (найбільше ефективно); понижуючі шум на шляхах його поширення. Згідно санітарно – технічному паспорту установки рівень шуму в робочій зоні операторів складає 60 дБа, що не перевищує норми. Для зменшення виробничого шуму передбачені наступні заходи:

- використання шумо ізолюючих кожухів  $\Delta L=12$  дБа;
- своєчасне змащування всіх поверхонь, що труться  $\Delta L=6$  дБа;
- своєчасний ремонт всіх механічних вузлів за регламентом  $\Delta L=5$  дБа;
- своєчасна заміна всіх механічних вузлів за регламентом  $\Delta L=5$  дБа.

Як індивідуальні засоби захисту від шуму відповідно до ГОСТ 12.4.029- 80 використовують м'які прогумовані вкладиші, протишумові навушники ПШН-Б ( $\Delta L=10$  дБа), вкладиші «Беруши СТ-1» ( $\Delta L=16$  дБа).

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

Фактичні показники шуму не перевищують допустимі, які встановленні ДСН 3.36.037-99 ( д L = 60дБа )

### ***Заходи, щодо захисту від статичної електрики***

З метою захисту від дії розрядів статичної електрики кожна система апаратів, повітропроводів заземляється не менше, чим в двох місцях, приєднанням до магістралі захисного заземлення до вогнищ заземлення.

Вентиляційні повітропроводи на усьому протязі представляють безперервний електричний ланцюг через фланцеві з'єднання.

Для попередження накопичення зарядів статичного електричного в небезпечних місцях необхідно стежити за станом заземлення від статичної електрики.

Для захисту від розрядів статичної електрики необхідно заземляти усі металеві конструкції і апарати, резервуари, сливно - наливні пристрої і інше устаткування, вживане для переробки, зберігання і транспортування пожежонебезпечних речовин. [47]

### ***Електробезпека***

Приміщення хімічної промисловості, за класифікацією ПУЕ (правила установки електрообладнання) відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою ураження людей електричним струмом. Електричне устаткування на проєктованій установці живиться від 3-х фазної провідної електричної мережі перемінного струму з глухо заземленою нейтраллю напругою 220/380 В і частотою 50 Гц. Дія на організм людини електричного струму напругою вище 42В (для особливо небезпечних приміщень - 12В) небезпечно для життя. Основними причинами ураження струмом є: - поява напруги на відключених струмоведучих частинах, на яких працюють люди, унаслідок помилкового включення установки;

- виникнення крокової напруги на поверхні землі в результаті замикання проводу на землю; - поява напруги на металевих конструктивних частинах електроустаткування - корпусах, кожухах і т.д. у результаті

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

ушкодження ізоляції й за інших причин; - випадковий дотик чи наближення на небезпечну відстань до струмоведучих частин, що знаходиться під напругою. Відповідальність за своєчасне забезпечення працівників і комплектування електроустановок засобами захисту згідно з нормами комплектування, за організацію належних умов зберігання, створення необхідного запасу, своєчасне проведення періодичних оглядів і випробувань, вилучення непридатних засобів та організацію обліку несе власник цих засобів. Поява напруги на неструмовідних частинах електроустановок пов'язана з пошкодженням ізоляції і замиканням на корпус. Основними технічними заходами щодо попередження електротравм при замиканнях на корпус є занулення, захисне відключення. Заземлення в електроустановках — це навмисне з'єднання елементів електроустановки, які не знаходяться під напругою, з глухо заземленою нейтраллю генератора чи трансформатора в мережах трифазного струму, з глухо заземленим вводом джерела однофазного струму, з глухо заземленою середньою точкою джерела в мережах постійного струму. Опір ізоляції повинен бути не менше 0,5 МОм. Електрична апаратура, встановлена всередині робітничих приміщень, повинна мати ступінь захисту  $I_p=51$  (ГОСТ 14254-80). Ізоляція провідників вимірюється мегаомметром П044Т У25-0.4-1970-80. [47]. Основними заходами від ураження електричним струмом є:

- ізоляція струмопровідних частин пульта керування ( $R \geq 0,5 \text{ Ом}$ );
- електророзділення мережі за допомогою спеціальних розділяючих трансформаторів;
- рубильники включення замкнені в спеціальних шафах;
- при роботі з електроінструментом, потрібно застосовувати індивідуальні захисні засоби, такі як діелектричні рукавички і калоші, гумові килимки, ізольовані підставки;
- блокування безпеки;

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- орієнтація в електроустановках; - малі напруги для переносного інструменту.

Забороняється:

- проводити роботи на незанулених вузлах лінії;
- проводити ремонт лінії без вимкнення електричної мережі;
- залишати лінію, що працює без нагляду;
- допускати до роботи людей, які не пройшли навчання і не були ознайомлені з правилами техніки безпеки на виробництві.

Вимоги до засобів захисту, їх конструкції та обсягів і норм випробувань, порядку застосування і зберігання, комплектування засобами захисту електроустановок та виробничих бригад виконано у відповідності до вимог ДНАОП 1.1.10-1.07-01 "Правила експлуатації електрозахисних засобів". Заземлення установки виконується відповідно до ГОСТ 12.1. 030-81. Засоби захисту, що використовуються в електроустановці, відповідають вимогам чинних державних стандартів, технічних умов щодо їх конструкції [47].

### **Вибухопожежна і пожежна безпека**

За характером виконуваних технологічних операцій і властивостям вживаних речовин, стадія синтезу аміаку належить пожежо-вибухонебезпечних.

Пожежа або вибух може статися:

- при недотриманні Правил охорони праці, технологічного регламенту і інструкцій;
- при недотриманні Правил ведення вогневих робіт;
- при недотриманні Правил зберігання палих речовин;
- від короткого замикання в ланцюгах;
- від перевантаження електродвигунів;
- від розряду статичної електрики;
- від грозового розряду;

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- від іскри при ударі;
- при пропуску пальних газів і рідин;
- від самозаймання промасленого обтирального матеріалу.

Для забезпечення пожежної і вибухобезпечної роботи необхідно дотримуватися наступних вимог :

- виробничі приміщення, устаткування повинні міститися в чистоті;
- виробничі відходи повинні зберігатися в спеціально відведених місцях;
- забороняється захаращувати проходи, проїзди і під'їзди до будівель, пожежного інвентарю і устаткування;
- побутове сміття, листя, що падає, суху траву необхідно збирати в сміттєві ящики і вивозити з території підприємства;
- промаслене дрантя повинне збиратися і регулярно віддалятися;
- при виявленні витоків пальних газів або парі з устаткування, до місця пропуску податі водяну пару або азот для усунення пропуску;
- не дозволяється пуск і експлуатація електроустаткування при несправній або вимкненій вентиляції;
- застосовувати відкритий вогонь і палити в приміщеннях, на зовнішній установці і на території підприємства боронує;
- для паління відводяться спеціально обладнані місця;
- після завершення вогневих робіт впродовж трьох годин здійснюють контроль над місцем, де сморід проводилися;
- необхідно знати розташування засобів пожежогасінні і уміти ними користуватися.

Засоби пожежогасінні :

- азбестове полотно - для гасіння вогню на засувках, фланцях і ручній арматурі;
- вогнегасник ОПШ- 10 (порошковий шахтний) - застосовуються для гасіння ЛЗР і ГЖ, електроустаткування під напругою до 1140 В;

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вогнегасник ОП- 9 (порошковий переносний) для гасіння газоподібних речовин, ЛАЖ і ГЖ, твердих речовин, електроустаткування, що знаходиться під напругою до 1000 в;

- вогнегасник ОВПС- 250 (легко- пінний стаціонарний) для гасіння пальних рідин і матеріалів, що згорають;

- вогнегасник ОВПУ- 250 (легко- пінний універсальний) для гасіння пальних рідин і матеріалів, що згорають;

- вогнегасник ОУ- 5(вуглекислотний) для гасіння пальних рідин і матеріалів, що згорають, електроустаткування, що знаходиться під напругою;

- станція автоматичної пожежогасінні легко - механічною піною;

- стаціонарні лафетні установки з пожежними стволами ПЛС- 40;

- пожежні крани і рукави;

- розводка нітрогену для гасіння пожежі;

- ящики з піском і азбестовим полотном.

Про виникнення пожежі необхідно оголосити по гучномовному селекторному зв'язку, повідомити в ГПЧ по телефону 0-1, розбити скло і натиснути кнопку пожежного сповіщувача. В час виникнення пожежі передбачена пожежна сигналізація – теплові оповіщувальні пристрої типу ДТП. Інформація від оповіщувачів надходить в приймальну станцію. При виникненні пожежі, люди повинні залишити приміщення. Відповідно до СН.П 2.09.02-85 в приміщенні знаходяться два еваковиходи. Сам цех – це приміщення, яке розташоване на першому поверсі. Ширина шляхів евакуації не менше одного метру, а дверей на шляху евакуації – не менше 0,8 м. Двері еваковиходу повинні відкриватись на зовні, відповідно до СНиП2.09.02-85 [47].

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Засоби індивідуального захисту

Табл. 7.3 Засоби індивідуального захисту при роботі з лугами та кислотами

Найменування ЗІЗ	Найменування і номер НТД
1. Маски.	ДСТУ EN 136:2003 (EN 136:1998, IDT)
2. Засоби індивідуального захисту очей.	ДСТУ EN 166-2001 .Технічні умови (EN 166:1996, IDT)
3. Одяг захисний. Захист від рідких хімікатів.	ДСТУ EN 467-2003. Вимоги до предметів одягу, що забезпечують захист частин тіла (EN 467:1995, IDT)
4. Чоботи гумові	ГОСТ 12.4.137-2001
5. Рукавички з полімерним покриттям	ГОСТ 12.4.041-2001
6. Протигаз фільтруючий	ГОСТ EN 397-2012



## 8. Економічна частина

Економічна оцінка відверненого річного збитку в результаті зниження викидів промислових відходів підприємства в ґрунт здійснюється за формулою (при організованому складуванні в накопичувачах, сховищах і т.п.):

$$Y_2 = K \cdot y \cdot \Delta M \quad (8.1)$$

де  $K$  - коефіцієнт, що враховує цінність земельних ресурсів (дорівнює 0,5 для районів полісся і суглинних ґрунтів; 0,7 для районів лісостепу; 1,5 для чорноземних ґрунтів; 3,0 для зрошуваних сільськогосподарських угідь);

$y$  - питомий збиток від складування промвідходів, грн/т. (для неорганічних речовин - 2; для органічних речовин - 3; для побутових відходів - 4).

$$\Delta M = M_1 - M_2 \quad (8.2)$$

де  $M_1, M_2$  - маса відходів за рік до і після введення вдію природоохоронного заходу, т/рік.

### Визначення відведеного екологічного збитку

За аміачним методом Сольве завод виробляв соду з 1892 по 2011 роки. При виробництві кальцинованої соди аміачним методом на 1т продукції як основний відхід утворюється 8 – 12 м<sup>3</sup> дистилерної рідини, що містить 200 - 250 кг/м<sup>3</sup> сухого залишку. В середньому кількість виробленої соди за рік становить ≈ 100 – 110 т/рік. За усі роки виробництва кальцинованої соди, виготовлено ≈ 12,5 млн.т продукції, а це ≈ 100-150 млн. м<sup>3</sup> дистилерної рідини що містять 2,5-3,13 млн.т сухого залишку. Проте на разі точну кількість рідких відходів що знаходяться у шламонакопичувачах сказати не

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>									
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Економічна частина</i>									
<i>Розроб.</i>	<i>Титаренко</i>									<i>Літ.</i>		<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>	
<i>Перевір.</i>	<i>Суворін</i>											<i>89</i>	<i>2</i>	
<i>Реценз.</i>										<i>СНУ ім. В Даля</i>				
<i>Н. Контр.</i>	<i>Суворін</i>									<i>каф. ХІЕ, зр. ТНР-19ДМ</i>				
<i>Затверд.</i>	<i>Суворін</i>													

можливо, бо частина дистилерної рідини випаровується та змивається дощами в підземні води. Тому відведений екологічний збиток розрахуємо враховуючи сухий залишок (шлам) за формулою (8,2):

$$Y = 1,5 \cdot 2 \cdot 2\,500\,000 = 7\,500\,000 \text{ т.}$$

На сьогодні шламонакопичувачі займають площу б 177,6 га, відходи содового виробництва мають II клас небезпеки. Якщо утилізувати увесь шлам, а це  $\approx 2,5-3,13$  млн.т сухого залишку, відведений екологічний збиток буде складатись  $Y = 7\,500\,000$  т.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						90
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Висновки

1. Данна дипломна робота була посвяченна визначенню складу шламів в шламонакопичувачі №3 Лисичанського содового заводу «Лиссода»

2. Найбільші за кількістю виробленої кальцинованої соди за методом Сольве є: ПАТ «Кримський содовий завод»; ВАТ «Сода» (м Стерлітамак, Республіка Башкортостан); ВАТ «Березняківській содовий завод» (м Березники, Пермська область). Були наведенні склад їх шламонакопичувачів.

3. Загальна площа шламонакопичувача 2 млн. м<sup>2</sup>, розділена греблями на 4 відсіки.

4. . Накопичувач №3 введено в експлуатацію у 1976 р., загальна площа - 60 га, об'єм 6,0 млн. м<sup>3</sup>, об'єм накопичених відходів - 4,5 млн. м<sup>3</sup>.

5. Для визначення складу шламу була взята проба в поверхневому шарі шламонакопичувача №. 3. Лисичанського содового заводу в 2019р.

6. Провели аналіз шламу на визначення  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ , нерозчинних домішок, вологи, ВПП.

7. Порівняли отримані результати зі складом шламу «Лиссоди» в 1992 р. Збільшився вміст кальцію та магнію на 0,2 % мас., хлориди на 0,1 % мас., сульфати на 0,001% мас., волога на 1 % мас., не розчинних домішок на 20 % мас. Проте зменшився вміст оксиду заліза на 0,5 %.

8. Отримані дані порівняли з складом шламу ВАТ «Сода» та Кримського содового заводу.

9. Відходи содового виробництва можуть бути використані в будівельній галузі для виробництва і отримання: в'язучого мінеральних наповнювачів, в комплексних добавок матеріалу; для ізоляції відходів на полігонах твердих побутових відходів. Використання шламів в якості сировини для отримання високоякісного хімічно осадженого карбонату кальцію, хлорид кальцію (як компонент протижеледних матеріалів).

					MP.03.01.ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Розрахунковим методом визначили II клас небезпеки відходів в шламонакопичувачі №. 3. Лисичанського содового заводу.

11. Якщо утилізувати увесь шлам, який знаходиться в шламонакопичувачах ТОВ «Лиссода» а це  $\approx 2,5-3,13$  млн.т сухого залишку, відведений екологічний збиток буде складатись  $Y = 7\,500\,000$  т.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		92

## АНОТАЦІЯ

В магістерській роботі був проведений аналіз з визначення складу шламів в шламонакопичувачі №3 Лисичанського содового заводу «Лиссода».

Основними методами утилізації шламів було вибрано їх використання в будівельній галузі, використання шламів в якості сировини для отримання високоякісного хімічно осадженого карбонату кальцію, хлорид кальцію (як компонент протиожеледних матеріалів).

Розраховано клас небезпеки шламів та відведений екологічний збиток.

## АННОТАЦИЯ

В магистерской работе был проведен анализ по определению состава шламов в шламонакопителе №3 Лисичанского содового завода «Лиссода».

Основными методами утилизации шламов было выбрано их использования в строительной отрасли, использование шламов в качестве сырья для получения высококачественного химически осажденного карбоната кальция, хлорид кальция (как компонент противогололедных материалов).

Расчитан класс опасности шламов и отведенное экологический ущерб.

## ANNATATION

In the master's thesis, an analysis was performed to determine the composition of sludge in the sludge storage №3 Lysychansk soda plant "Lissoda".

The main methods of sludge utilization were chosen for their use in the construction industry, the use of sludge as a raw material for high-quality chemically precipitated calcium carbonate, calcium chloride (as a component of anti-icing materials).

The sludge hazard class and the assigned environmental damage have been calculated.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Список використаної літератури.

1. Мохонько В.И. Оценка влияния техногенных факторов на активизацию крейдо-мергельного карстогенезу // Первый независимый научный вестник -2015- №1. С. 52-57.

2. Титаренко А.О; Яровий Є.В., гр.ТНР- 19дм, д.т.н., проф. Суворін О.В., к.т.н., доц. Ожередова М.А., к.т.н. доц.. Зубцов Є.І. Методи утилізації шлаків содового виробництва // Майбутній науковець – 2019 : матеріали всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю 12 груд. 2019 р., м. Северодонецьк. Ч. I / укладач В. Ю. Тарасов – Северодонецьк : Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, 2019. – С. 25 -27.

3. Михаил Коломиец, Любовь Михайлова. Рынок кальцинированной соды: состояние и прогнозы // The Chemical Journal: Октябрь–ноябрь 2005. – С. 28-32.

4. Суворін О.В. д.т.н., проф., Ожередова М.А. к.т.н., доц., Зубцов Є.І. к.т.н., доц., Шорохов., аспірант, Титаренко А.О., ст. ТНР-19дм, Яровий Є.В., ст. ТНР-19дм. Відходи виробництва кальцинованої соди як перспективна вторинна сировина // Технологія-2020 : XXIII матеріали міжнар.наук.-техн. конф., 24-25 квіт. 2020 р., м.Северодонецьк / [укл.: Тарасов В.Ю.]. - Северодонецьк : [Східноукр. нац.. ун-т ім. В.Даля], 2020. – С. 11-13.

5. Є. О. Михайлова. Дослідження процесу осадження карбонату кальцію з рідинних відходів содового виробництва // Восточно-Европейский журнал передовых технологий ISSN 1729-3774 / 2014. - С. 4.

6. А.А. Оратовская, Д.А. Синицин, к.т.н., Л.Ш. Галеева, инженер, В.В. Бабков, д.т.н., Шатов, д.т.н. Использование отходов производства кальцинированной соды для получения известьсодержащих в'язучих и строительных материалов на их основе. // Известь: наука и практика. Башкирский химический журнал. 2008. Том 15. № 3 С. 95-100.

7. Иванов А.Н., Тимербаев Г.Г., Исламутдинова А.А., Калимуллин Л.И. Проблема Утилизации Дистиллерной Жидкости // Міжнародна науково-

					MP.03.01.ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

практична конференція за участю держав-учасниць СНД. Технологічні тенденції підвищення промислової екологічної безпеки, охорони навколишнього середовища, раціональної та ефективної життєдіяльності людини. 15-16 травня 2013 р., м.Мінськ. Тези доповідей, Том 2 - С. 36

8. Блинов С.М., Максимович Н.Г., Найданова Н.Ф., Шлыков В.Г., Потапов С.С. Минералогические основы утилизации отходов ОАО «Березниковский содовый завод» // Минералогия техногенеза – 2003. – Миасс, 2003. – С.51-55.

9. Вайсман Я.И. Экологический аудит процессов образования и размещения шлама содового производства ОАО «Березниковский содовый завод». Определение класса опасности шлама содового производства: отчет о НИР. – Пермь: ПНИПУ, 2010. – 85 с.

10. Титаренко А.О. ст., ТНР-19дм., Яровий Є.В., ст. ТНР-19дм, Ожередова М.А. к.т.н., доц., Зубцов Є.І. к.т.н., доц., Шорохов., аспю., Суворін О.В. д.т.н., проф. Аналіз методів утилізації шламів содового виробництва // Технологія-2020 : XXIII матеріали міжнар.наук.-техн. конф., 24-25 квіт. 2020 р., м.Сєверодонецьк / [укл.: Тарасов В.Ю.]. - Северодонецьк : [Східноукр. нац.. ун-т ім. В.Даля], 2020. – С.88-89.

11. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия – 1984. 448 с., ил.

12. Клещев М. Ф. Аналітична хімія. Титриметричний аналіз : Навч. посіб. / М. Ф. Клещев, Т. Д. Костиркіна, М. П. Левшин, С. І. Самойленко; Нац. техн. ун-т "Харк. політехн. ін-т". - Х. : НТУ "ХПІ", 2005. - 129 с. - Бібліогр.: с. 120. - укр.

13. Р.Р.Насыров, Р.Р.Даминев Метод переработки основного отхода производства кальцинированной соды // Башкирский химический журнал – 2008-Том.15.-№3/ УДК 661.321.004.82.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14. Е.В. Калинина. Использование шлама карбоната кальция в качестве техногенного сырья в производстве строительных материалов // Экологические проблемы горнопромышленных регионов. Сборник докладов международной молодежной конференции - 2012/ УДК 691:658.567.1

15. Ломова Л.М. Силикатный кирпич на основе вяжущего известково-белитового типа // Строительные материалы. – 1989. - №1. – С. 12-14.

16. Пат. 2114239 Российская федерация. Композиция для устройства основных автомобильных дорог и наземных сооружений / В.А. Мымрин; Ф.Е. Волков; В.И. Осипов. - № 96120892/03; заявл. 22.10.1996; опубл. 27.06.1998. - 8 с.

17. Шатов А.А. Газобетонные изделия на известьсодержащем вяжущем на основе твердых отходов содовой промышленности // Строительные материалы. – 1991. – №5. – С. 9-10.

18. Пат. 2114088 Российская федерация. Сырьевая смесь для изготовления легкого ячеистого бетона / Шатов А.А.; Титов В.М.; Воронин А.В.; Сергеев В.Н.; Фисенко Л.К.; Гареев А.Т.; Бадертдинов Р.Н. - № 95121564/03; заявл. 19.12.1995; опубл. 27.06.1998. – 3 с.

19. Пат. 2035422 Российская федерация. Вяжущее для древесно-цементных материалов / А.С. Щербаков, В.С. Подчуфаров. - № 93005457/33; заявл. 01.02.1993; опубл. 20.05.1995. – 3 с.

20. Пат. 2012548 Российская федерация. Способ получения строительных изделий / С.И. Федоркин, Н.Н.Фальковский. - № 5009022/33; заявл. 17.09.1991; опубл.15.05.1994. – 6 с.

21. Пугин К.Г., Калинина Е.В., Халитов А.Р. Ресурсосберегающие технологии строительства асфальтобетонных дорожных покрытий с использованием отходов производства // Урбанистика. – 2011. - №2. – С. 60-69.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



22. Шатов. А.А. Применение отходов содовой промышленности в изготовлении асфальтобетонных и битумно-минеральных смесей // Строительные материалы. – 1991. - №7. – С. 23-25.

23. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные минеральные вяжущие материалы: учеб.-практ. пособие. – М.: Инфра-Инженерия, 2011. – 541 с.

24. Строительные материалы из отходов. Утилизация растворов и шламов [Электронный ресурс]. – URL: <http://bibliotekar.ru/spravochnik-110-stroitelnye> (дата звернення 29.04.2020).

25. . Пат. 2136845 Российская федерация. Тампонажный раствор / Н.Х. Киримов; Ф.А. Агзамов; Х.И. Акчурин; Ф.А. Долгих; В.И. Шкаретный; Х.В. Газизов; И.Н. Каримов. - № 97122217/03; заявл. 23.12.1997.; опубл. 10.09.1999. – 6 с.

26. Вайсман. Я.И., Калинина Е.В., Петров В.Ю. Использование шлама содового производства в качестве изолирующего материала на полигонах ТБО // Экология и промышленность России. – 2011. - №5. – С. 4-7.

27. Кац Г. С. Наполнители для полимерных композиционных материалов / Г. С. Кац, Д. В. Милевски. – М.: Химия, 1981. – 736 с.

28. Є.О. Михайлова, М.О. Мороз, О.Л. Сінческул. Хімічне осадження карбонату кальцію різних кристалічних модифікацій //Хімія, хімічна технологія та екологія. Вісник НТУ «ХП». - 2017.- № 48. – С. 68-72.

29. Кузенко Ю.Н. Установка утилизации шлама очистки рассола хлорида натрия. / Ю.Н. Кузенко, В.Н. Коробанов, В.В. Пикус, Т.Г. Ханина, В.Н. Сергеев. // Юбилейный сборник научных трудов ГУ «НИО- ХИМ». Т. 77. – Харьков, 2013. – С. 27-32.

30. Лебедев А.Т. Получение высокодисперсного карбоната кальция из дистиллерной жидкости содового производства. Автореферат диссертация канд. техн. наук: – Москва, - 1987. - 15 с.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

31. Михайлова Е.А. Свойства, область применения и способы производства химически осажденного карбоната кальция / Е.А. Михайлова, А.Я. Лобойко, А.А. Сахаров, В.А. Панасенко, Н.В. Найда. // Вопросы химии и химической технологии. – УГХТУ. – Днепропетровск, 2004, №1 – С. 81-84.

32. Михайлова Е.А. Влияние основных параметров процесса осаждения на качество химически осажденного карбоната кальция / Е.А. Михайлова, А.Я. Лобойко, А.А. Сахаров, В.А. Панасенко, З.И. Колупаева // Вопросы химии и химической технологии. – УГХТУ. – Днепропетровск, 2005, №4 – С. 45-48.

33. Михайлова Е.А., Перспективные направления утилизации отходов содового производства / Е.А. Михайлова, А.Я. Лобойко, В.И. Молчанов, В.А. Панасенко // Тезисы докладов конференции с международным участием «Сотрудничество для решения проблем отходов». ИД «ИНЖЕК». – Харьков, 2004.– С. 177-178.

34. Беляев Э.К. Кинетика карбонизации окиси магния под атмосферным давлением. / Э.К. Беляев // Журнал прикладной химии. – 1976, Т 49, №1. – С.1892.

35. Беляев Э.К., Карбонизация окиси магния в комбинированном производстве кальцинированной соды и окиси магния. / Э.К. Беляев, Б.Г. Серый // Сборник научных трудов Научно-исследовательского и проектного института основной химии (НИОХИМ). – Харьков, 1975. – С.66-74.

36. Телитченко В.А. Исследование процесса низкотемпературной декарбонизации растворов бикарбоната магния. – Автореферат диссертации канд. техн. наук: – Харьков, 1977. – 17 с.

37. Беляев Э.К. Разработка технологии производства окиси магния на базе шламов рассолоочистки содового производства. / Э.К. Беляев, В.И. Самойленко. // Отчет о НИР – Харьков, фонд НИОХИМ, 1975. – 124 с.

38 Михайлова Є.О., Спосіб утилізації рідинних відходів виробництва кальцинованої соди / Є.О. Михайлова, Н.Б. Маркова, І.В. Багрова, Ю.Г.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гавриш, В.О. Панасенко. // Юбилейный сборник научных трудов ГУ «НИОХИМ». Т. 77. – Харьков, 2013. – С. 76-81.

39. В.И. Алексеев; В.И. Семений; А.В.Алексеев. Состояние и перспективы производства некоторых минеральных наполнителей пластмас в Украине. Химия и технология производств основной химической промышленности. – Харьков, 2016. – С.159-166.

40. Dedek J. Le Carbonate de chaux. — Лувен: Университет Librairie, 1966.

41. Kittel H. Lehrbuch der Lacke und Beschichtungen. — Stuttgart: Hirzel Verlag, 2003. — Bd. 5. — S.447–448.

42. Socal — Herstellung, Eigenschaften, Anwendung. — Solvay: Рейнберг, 1992.

43. Stratton, Лакокрасочные материалы и покрытия. Теория и практика / Пер. с англ.; под ред. Р. Ламбурна. — СПб.: Химия, 1991.

44. М.С. Константинова, Е.В. Калинина. Исследование возможности использования дистиллерной жидкости в качестве жидкого противогололедного материала. // Вестник ПНИПУ. Урбанистика. – 2013 - №4. – С. 134-142.

45. Аржанухина С.П. Совершенствование технологии применения противогололедных материалов при зимнем содержании автомобильных дорог: канд. техн. наук. – Саратов, 2009. – 164 с.

46. Некрасов Б. В. Основы общей химии. — М.: Химия, 1973. — Т. 1. — 656 с.

47. Лекции по БЖД В.: ВолГТУ, 2011 г. – 55 с.

					<i>MP.03.01.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		99