

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

Факультет Інженерії
(повне найменування факультету)

Кафедра Хімічної інженерії та екології
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

освітнього ступеня магістр
(бакалавр, магістр)

спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія
спеціалізація Хімічні технології неорганічних речовин
(шифр і назва спеціальності)

на тему **Виробництво хімічно осадженої крейди потужністю
220 тис. т/рік з розробкою стадії гасіння вапна**

Виконав: здобувач вищої освіти групи ТНР-19зм

Ганечко О. В.
(прізвище, та ініціали) _____
(підпис)

Керівник Зубцов Є.І.
(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

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

Рецензент Кравченко І.В.
(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

Севєродонецьк - 2021 р.

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля**

Факультет

Інженерії

Кафедра

Хімічної інженерії та екології-

Освітній

ступінь

магістр

(бакалавр, магістр)

Спеціальність

161

-

Хімічні

технології

та

інженерія

Спеціалізація

"Хімічні

технології

неорганічних

речовин"

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою ХІЕ

О.В. Суворін

“ _____ ”

_____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Ганечко Олександр Володимирович

1. Тема проекту :

Виробництво хімічно осадженого крейди потужністю 220 тис. т/рік з розробкою стадії гасіння вапна

Керівник проекту (роботи) Зубцов Євген Іванович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по інституту від 19.11.2020 р. № 162/15.25

2. Строк подання здобувачем вищої освіти проекту - 15 січня 2021 р.

3. Вихідні дані до проекту: літературні, патентні та регламентні дані.

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

Вступ. 1. Техніко-економічне обґрунтування. 2. Технологічна частина. 3. Контроль та автоматизація виробництва. 4. Охорона праці. 5. Компонівка технологічного обладнання. 6. Екологія та охорона навколишнього середовища. 7. Техніко-економічні розрахунки. Висновки. Анотація. Список використаної літератури.

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

1. Технологічна схема (1 лист).

2. Гасильник вапна. Вид загальний (1 лист).
 3. Гідроциклон. Вид загальний (1 лист).
 4. Схема КВПіА стадії гасіння вапна (1 лист).
 5. Матеріальний баланс (1 лист).
 6. Техніко-економічні показники (1 лист).
- 6. Дата видачі завдання - 09 листопада 2020 року.**

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор №	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Вступ	09.11.2020	
2	Техніко-економічне обґрунтування	19.11.2020	
3	Технологічна частина	27.11.2020	
4	Контроль та автоматизація виробництва	07.12.2020	
5	Охорона праці	17.12.2020	
6	Компоновка технологічного обладнання	27.12.2020	
7	Екологія та охорона навколишнього середовища	03.01.2021	
8	Техніко-економічні розрахунки	10.01.2021	
9	Висновки	12.01.2021	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

_____ Ганечко О.В. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ (підпис)

_____ Зубцов Є.І. _____
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ		8
1	Техніко-економічне обґрунтування	10
1.1	Аналітичний огляд і патентний пошук	10
1.2	Обґрунтування вибраного способу та місця будівництва об'єкту	15
1.3	Характеристика сировини і готової продукції	18
1.4	Фізико-хімічні основи виробництва	20
2	Технологічна частина	24
2.1	Нові технічні рішення	24
2.2	Опис технологічної схеми	25
2.3	Матеріальні розрахунки	28
2.3.1	Матеріальний баланс стадії гасіння вапна	28
2.4	Теплові розрахунки	34
2.4.1	Тепловий баланс гасильника вапна	34
2.5	Розрахунки головного апарату	36
2.5.1	Опис конструкції та принцип дії гасильника вапна	36
2.5.2	Конструктивний розрахунок гасильника вапна	35
2.5.3	Механічний розрахунок на міцність гасильника вапна	37
2.6	Розрахунок та вибір технологічного обладнання	41
2.6.1	Вибір і розрахунок гідроциклону для тонкої очистки вапняного молока	41
2.6.2	Стисла характеристика технологічного обладнання стадії гасіння вапна	43
3	Контроль та автоматизація виробництва	46
4	Охорона праці	51
4.1	Основні фізико-хімічні властивості, токсичність, пожежо- та вибухонебезпечність речовин, що застосовано та одержано в проектованому виробництві	51

					<i>ДП.03.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Зміст</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Ганечко О.В.</i>					6	95
<i>Керівник</i>		<i>Зубцов Є.І.</i>				<i>СНУ ім. В. Даля каф. ХІЕ, гр.ТНР-19зм</i>		
<i>Консультант</i>								
<i>Н.Контроль</i>								
<i>Зав. каф.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						

ВСТУП

Хімічно осаджена крейда (хімічна формула – CaCO_3) – найпоширеніший карбонатний наповнювач, що використовується в світовому промисловому виробництві. Сьогодні в виробництві застосовуються дві основні форми крейди, що ідентичні за своїм хімічним складом, але відрізняються способом одержання – природна та хімічно осаджена. Природна крейда має широке застосування практично в всіх галузях промисловості. Хімічно осаджена крейда менше використовується, ніж природна, однак за рахунок зростання якісних показників (збільшення вмісту CaCO_3 , зростання показника білизни, підвищення дисперсності), особливо останні десять років, її частка в світовому споживанні постійно збільшується.

Найважливішими властивостями хімічно осадженої крейди як наповнювача для ПВХ матеріалів, є: білизна 86-96%, висока дисперсність, округла форма часток, порівняно низька гігроскопічність, низька абразивність. Основне призначення крейди в складі ПВХ – збільшення опірності руйнуванню при ударі, корекція білизни, спрощення обробки, стабілізація екзотермічних процесів в установках полімеризації, зниження собівартості.

За кількістю наповнювачів, які використовуються в гумовій промисловості, хімічно осаджена крейда посідає перше місце. Це пояснюється, з одного боку, чисто економічними міркуваннями – відносно невеликою вартістю та можливістю без шкоди для гумових сумішей вводити його у великій кількості, з іншого боку – технічною доцільністю, оскільки крейда полегшує технологічний процес виготовлення гумових виробів: прискорює процес вулканізації гуми та надає їй поверхні гладкості.

В якості наповнювача хімічно осаджена крейда використовується: в лакофарбовій промисловості для виготовлення масляних і водоемульсійних фарб високої якості; в парфумерії при виробництві зубних паст і порошку; в

					<i>ДП.03.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Ганечко О.В.</i>			<i>Вступ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Зубцов Є.І.</i>					8	95
<i>Консультант</i>						<i>СНУ ім. В. Даля каф. ХІЕ, гр.ТНР-19зм</i>		
<i>Н.Контроль</i>								
<i>Зав. каф.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						

фармацевтиці при виготовленні лікарських препаратів – для вирощування грибків пеніцилінового ряду і т.д.

Крейда застосовується в склоробному виробництві в якості одного з компонентів шихти при варінні скла, що вводиться в шихту в порошковому вигляді в кількості до 30 % від об'єму останньої. Вона надає склу термічну стійкість, механічну міцність, стійкість проти хімічних реагентів і вивітрювання.

Одним з великих споживачів хімічно осадженої крейди є будівельна промисловість, де вона використовується для виробництва цементу, різних шпаклювальних і малярських матеріалів. Її також застосовують у паперовій промисловості для виготовлення папіросного, крейдованого паперу і кальки. Вона надає паперу яскравість, гладкість, непрозорість, позитивно впливає на друкарські і оптичні властивості паперу.

В якості реагенту хімічно осаджена крейда застосовується для одержання марочних вин (нейтралізація винної кислоти, присутньої в виноградному соку). Значна частина крейди використовується в тваринницькій галузі для підгодівлі тварин і приготування комбикормів [1].

В Україні для виробництва хімічно осадженої крейди є всі необхідні сировинні (наявність власних родовищ високоякісного вапняку) і кон'юнктурні (зростання випуску полімерів, лакофарбових матеріалів, скла, гуми та ін. продуктів) передумови. З цього погляду створення нових виробництв з випуску високоякісної хімічно осадженої крейди можна розглядати як досить перспективний напрям.

Завданням даного дипломного проекту є проектування виробництва хімічно осадженої крейди потужністю 220 т/рік та розробка стадії гасіння вапна.

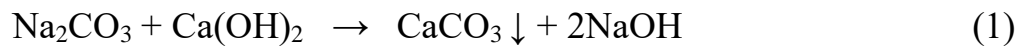
						Арк
						9
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.03.01.ПЗ	

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

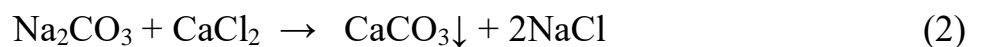
1.1 Аналітичний огляд і патентний пошук

На сьогоднішній день в хімічній промисловості існують декілька способів одержання хімічно осадженої крейди.

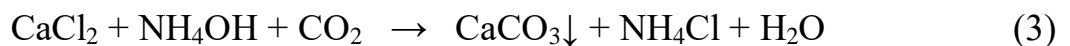
- 1) Взаємодія розчину вуглекислого натрію з вапняним молоком



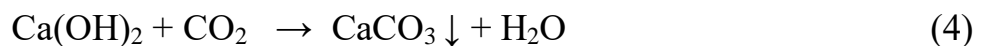
- 2) Взаємодія розчину вуглекислого натрію з хлористим кальцієм



- 3) Насичення розчину хлористого кальцію вуглекислим газом у присутності аміачної води



- 4) Карбонізація вапняного молока вуглекислим газом (вапняний спосіб)

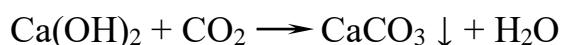


У кожного з вище перелічених способів є свої переваги та недоліки. Недоліками першого та другого способу є використання дорогого й дефіцитного продукту – вуглекислого натрію. Одержання хімічно осадженої крейди насиченням хлористого кальцію аміаком і вуглекислим газом також має суттєві недоліки: велика витрата енергоресурсів на випарювання значної кількості слабких рідин та на регенерацію аміаку; накопичення великої кількості скидних вод і шламів. Вапняний спосіб виробництва має ряд переваг у порівнянні з іншими способами:

					ДП.03.01.ПЗ			
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ганечко О.В.			Техніко-економічне обґрунтування	Лім.	Лист	Листів
Керівник		Зубцов Є.І.					10	94
Консультант						СНУ ім. В. Даля каф. ХІЕ, гр.ТНР-19зм		
Н.Контроль								
Зав. каф.		Суворін О.В.						

використання широко розповсюдженої у природі карбонатної сировини – крейди чи вапняку, а також відсутність рідких стоків, які важко утилізувати.

Сутність вапняного способу виробництва хімічно осадженої крейди полягає в розкладанні карбонатної сировини при температурі 1100-1200°C у вапняно-випалювальних печах, одержанні вапняного молока з наступною його карбонізацією вуглекислим газом [1]:



Враховуючи переваги та недоліки існуючих способів одержання хімічно осадженої крейди, наявність сировинної бази та кількість утворюваних відходів, можна зробити висновок, що найбільш економічно вигідним способом виробництва є вапняний спосіб виробництва. Саме цей спосіб виробництва вибирається в дипломному проекті.

В табл. 1.1 представлений огляд патентної літератури по способу одержання хімічно осадженої крейди [2 – 13].

Таблиця 1.1 – Огляд патентної літератури

Країни, за якими проведено пошук	Індекси патентної класифікації	Вид використаних джерел	Найменування і коротка характеристика винаходу
1	2	3	4
СРСР	C01F11/18	http://patents.su/?search=617371&type=number	А.с. № 617371 від 02.09.1975 C01F11/18 Самошин Г.Н., Самишн Н.Н., Холпанов Л.П. «Спосіб получения высокодисперсного химически осажденного мела» Мета винаходу – підвищення питомої поверхні крейди і зниження вмісту в ній вільного луку. Спосіб включає гасіння вапна водою, карбонізацію утвореного вапняного молока при 50-60°C до остаточного вмісту в ньому гідроксиду кальцію 5-20% зі швидкістю 10-30% в хвилину з наступною

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4
			докарбонізацією зі швидкістю 0,15-1,00% в хвилину, а також відділення та сушку продукту.
СРСР	C01F11/18	http://patents.su/?search=715471&type=number	<p>А.с. № 715471 від 15.02.1980 C01F11/18 Булат А.Е, Долкарт А.Ф, Шапоров В.П. «Спосіб получения карбоната кальція»</p> <p>Мета винаходу – зниження вмісту домішок в продукті.</p> <p>Спосіб включає випал вапняку, гідратацію оксиду кальцію, відділення гідроксиду кальцію з розміром часток більше 100 мкм, карбонізацію гідроксиду кальцію і фракційне розділення продукту, гідратацію оксиду кальцію проводять до утворення порошкоподібного гідроксиду кальцію (СаО : Н₂О = 1,1-1,3 : 1) і після відділення її фракції з розміром часток більше 100 мкм піддають репульпації водою (с СаО : Н₂О = 1 : 7-15).</p>
СРСР	C01F11/18	http://patents.su/?search=1161468&type=number	<p>А.с. № 1161468 від 15.06.1985 C01F11/18 Попляков Е.П., Деревянко В.В., Соболев В.Ф. «Спосіб получения химически осажденного мела»</p> <p>Метою винаходу є зниження в'язкості крейдяної суспензії і зменшення щільності цільового продукту.</p> <p>Спосіб включає гасіння вапна водою, карбонізацію вапняного молока, магнітну обробку крейдяної суспензії при швидкості пропускання її 4-8 м/с перпендикулярно силовим лініям магнітного поля напруженням 4500-6300 Е, фільтрацію крейдяної суспензії і сушку продукту.</p>
СРСР	C01F11/18	http://patents.su/?search=1650589&type=number	<p>А.с. № 1650589 від 23.05.1991 C01F11/18 Валиуллин А.К., Расторгуева К.В., Зубашенко В.Т., Калашник Л.Н., Синельников В.И., Смирнов В.А., Ананьева Л.А. «Спосіб получения химически осажденного карбоната кальция»</p> <p>Метою винаходу є підвищення ступеня близьки карбонату кальцію.</p> <p>Спосіб полягає в гасінні вапна, очищенні вапняної суспензії і її карбонізації, очищенні суспензії карбонату кальцію і її нагріванні до 75-86°С і введенні в суспензію нітрлотри-</p>

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.03.01.ПЗ

Арк

12

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4
			метиленфосфонової кислоти в кількості 0,02-0,06%мас. до маси кінцевого продукту. Спосіб дозволяє підвищити ступінь білизни до 94,5-96,6%.
СРСР	C01F11/18	http://patents.su/?search=1668304&type=number	<p>А.с. № 1668304 від 07.08.1991 C01F11/18 Валиуллин А.К., Расторгуева К.В., Зубашенко В.Т., Яналин Н.М. «Способ получения химически осажденного карбоната кальция»</p> <p>Метою винаходу є підвищення осідання продукту.</p> <p>Спосіб включає карбонізацію вапняної суспензії з концентрацією 0,22-0,6%мас. в перерахунку на 100%-ву сірчану кислоту по відношенню до гідроксиду кальцію. Карбонізацію ведуть при початковій температурі 50-70°C і кінцевій температурі 85-87 °С. Винахід дозволяє отримати продукт з підвищеним показником осідання 27,5 мл/годину.</p>
СРСР	C01F11/18	http://patents.su/?search=1717541&type=number	<p>А.с. № 1717541 від 07.03.1992 C01F11/18 Фрейдзон С.Г., Васильченко А.И. «Способ получения химически осажденного мела»</p> <p>Мета винаходу – інтенсифікація процесу карбонізації за рахунок підвищення відсотку використання CO₂.</p> <p>Спосіб включає гасіння вапна водою, карбонізацію вуглекислим газом утвореного вапняного молока до остаточного вмісту гідроксиду кальцію в ньому 5-20%мас. при подачі вуглекислого газу під тиском 2-3 кгс/см² зі швидкістю 50-52 нм³/хв. з наступною докарбонізацією зі швидкістю газу 7-12 нм³/хв. при тому ж тиску. Температура карбонізації і докарбонізації складає 150-170°C. Спосіб дозволяє інтенсифікувати процес, зменшити викиди в атмосферу вуглекислого газу.</p>
Російська Федерація	C01F11/18	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?CC=RU&NR=2051101C1&KC=C1&FT=D&ND=3&date=19951227&DB=ru.espacenet.com&locale=ru_RU#	<p>Патент РФ № 2051101 від 27.12.1995 C01F11/18 Тер-Аракелян К.А., Татевосян А.В, инкельштейн Б.И., Оганян Р.С. «Способ получения химически осажденного мела»</p> <p>Мета винаходу – виключення стічних вод і підвищення інтенсивності карбонізації вапняної суспензії.</p> <p>Спосіб включає обробку кальцієвої сполуки діоксидом вуглецю в присутності содового розчину при 80-100°C газовою сумішшю, що допускає понижений вміст CO₂,</p>

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.03.01.ПЗ

Арк

13

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4
			відділення осаду від розчину і промивання водою, кількістю, що дорівнює кількості вологи в осаді, висушування.
Україна	C01F11/18	http://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClass=176327&changer=description	<p>Патент України № 72055 від 10.08.2012 С01F11/18 Посторонко А.І., Сергієнко Д.П. «Спосіб одержання карбонату кальцію»</p> <p>Мета винаходу – одержання високодисперсного вапняного молока, що забезпечить високу якість готового продукту.</p> <p>Спосіб одержання карбонату кальцію шляхом випалу карбонатної сировини, гасіння вапна водою, карбонізації вуглекислим газом вапняного молока, фільтрації крейдяної суспензії, сушіння пасти, який відрізняється тим, що для одержання високодисперсного вапняного молока перед подачею в карбонізатор його обробляють акустичними коливаннями частотою 22 кГц і інтенсивністю $2 \cdot 10^4$ Вт/м² протягом 5-10 хвилин.</p>
Російська Федерація	C01F11/18	https://ru.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?CC=RU&NR=2013118394A&KC=A&FT=D&ND=3&date=20141027&DB=ru.espacenet.com&locale=ru_RU#	<p>Патент РФ № 2532189 від 22.04.2013 С01F11/18 Мурский Г.Л., Невинчан О.М., Санду Р.А. «Способ получения чистого карбоната кальция»</p> <p>Мета винаходу – одержання продукту з вмістом основної речовини 99,80-99,88%(мас.).</p> <p>Спосіб включає карбонізацію газоподібним діоксидом вуглецю (взятим з 25-30% мольним надлишком по відношенню до стехіометричної кількості гідроксиду кальцію)водної суспензії гідроксиду кальцію з наступною фільтрацією і сушінням кінцевого продукту.</p>
Україна	C01F11/18	http://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClass=187701&changer=description	<p>Патент України № 80643 від 10.06.2013 С01F11/18 Майборода А.О., Ткаченко Ю.А., Посторонко А.І. «Спосіб одержання карбонату кальцію»</p> <p>Мета винаходу – збільшення швидкості карбонізації вапняного молока.</p> <p>Спосіб одержання карбонату кальцію шляхом випалу карбонатної сировини, гасіння вапна водою, карбонізації вуглекислим газом вапняного молока, фільтрації крейдяної суспензії, сушіння пасти карбонату кальцію полягає в тому, що вапняне молоко перед подачею в карбонізатор обробляють гострою парою в магнітному полі з градієнтом поля по потоку $(1,4-2,8) \cdot 10^5$ ерстед/метр.</p>

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4
			Обробку вапняного молока проводять протягом 1-5 хв.
Україна	C01F11/18	http://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClass=191020&chapter=description	<p>Патент України №83189 від 27.08.2013 C01F11/18 Посторонко А.І., Стрельников В.І. «Спосіб одержання хімічно осадженого карбонату кальцію»</p> <p>Мета винаходу – збільшення ступеня білизни карбонату кальцію, що підвищить якість продукту.</p> <p>Спосіб одержання хімічно осадженого карбонату кальцію шляхом гасіння вапна, очистки вапняного молока, його карбонізації вуглекислим газом, фільтрації крейдового молока, сушіння пасти карбонату кальцію полягає в тому, що в вапняне молоко перед карбонізацією вводять оксіетилідендифосфонову кислоту в кількості 0,01-0,05 мас.%. »</p>

В процесі патентного пошуку були виявленні основні напрямки удосконалення технології виробництва хімічно осадженої крейди вапняним способом: підвищення ступеня білизни, підвищення питомої поверхні крейди і зниження вмісту в ній вільного луку, підвищення вмісту основної речовини, зниження вмісту домішок в продукті, зниження в'язкості вапняного молока, підвищення осідання продукту і т.д. З урахуванням завдання на дипломне проектування для розробки нового технічного рішення обирається пошук способу зменшення в'язкості вапняного молока в виробництві хімічно осадженої крейди.

1.2 Обґрунтування вибраного способу та місця будівництва об'єкту

Місцем будівництва проектного виробництва хімічно осадженої крейди за вапняним способом потужністю 220 тис. т/рік пропонується обрати місто Ізюм Харківської області, що розташована на території Північно-Східного економічного району. До складу Північно-Східного економічного району також входять Полтавська та Сумська області. Район має вигідне

										Арк
										15
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата						

ДП.03.01.ПЗ

економіко-географічне розташування відносно Донецько-Придніпровського економічного району. Територія району – 84 тис. км². Загальна чисельність населення району складає 6,1 млн. чоловік, середня щільність населення – 74,3 чол./км².

Трудові ресурси району мають досить високу кваліфікацію і рівень освіти; це стосується, насамперед, ресурсів Харкова, Сум і Полтави. Трудовими ресурсами район в основному забезпечений.

У господарському комплексі цього району провідне місце посідає машинобудівне виробництво. Харчова промисловість району представлена підприємствами олійної, жирової, кондитерської, м'ясо-молочної, цукрової і ін. галузей. Достатньо розвинені нафтогазохімічна промисловість, що охоплює видобуток і переробку нафти та газу; текстильна промисловість, яка представлена переважно трикотажною, швацькою і взуттєвою галузями; індустріально-будівельний комплекс, хімічна промисловість.

В Північно-Східному районі добре розвинуті всі види транспорту: залізничний, автомобільний, річковий, трубопровідний і повітряний. Найбільші залізничні вузли: Харків, Лозова, Суми, Полтава, Кременчук. Через територію району проходять важливі автомагістралі: Одеса – Харків, Київ – Харків. Для транспортних зв'язків використовується Дніпро з його притоками – Сулою, Пелом, Ворсклою.

Через територію району проходять магістральні газопроводи „Союз”, Уренгой – Помари – Ужгород, Шебелинка – Полтава – Київ і нафтопроводи Мічурінськ – Кременчук, Гнідинці – Кременчук [14].

Проектоване виробництво хімічно осадженої крейди буде працювати на привізній сировині – вапняку Райгородського родовища (м. Слов'янськ Донецької області).

Природний газ, що використовується на стадіях випалу карбонатної сировини та сушки крейдяної пасти, буде надходити на проектоване

					ДП.03.01.ПЗ	Арк
						16
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

виробництво з найбільшого газового родовища Харківської області – Шебелинського.

Електроенергією проектоване виробництво буде забезпечувати найбільша теплова електростанція Північно-Східного району – Зміївська.

Джерелом технічної води буде р. Сіверський Донець, для господарчо-побутових потреб вода буде відбиратися із міського водопроводу.

Готова продукція проектованого виробництва – хімічно осаджена крейда – знайде свого споживача як серед промислових підприємств Південно-Східного економічного району, так і за його межами: виробництво пластмас (Харківський завод пластмас), виробництво лакофарбових матеріалів (Харківський лакофарбовий завод «Червоний хімік», Шосткінський казенний завод «Зірка»), виробництво паперу (Роганська і Полтавська гофрокартонні фабрики), фармакологія (ТОВ «Фармацевтична компанія «Здоров'я» м. Харків), виноробна промисловість (Харківський і Артемівський заводи шампанських вин), виробництво гуми (ВАТ «Дніпрошина, ВАТ "Лисичанський завод гумових технічних виробів"), виробництво лінолеуму (ВАТ «Слов'янський завод «Тореласт») та ін.

Проектоване виробництво буде повністю забезпечене висококваліфікованими трудовими кадрами – випускниками Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (Харківська область), Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля (Луганська область) та Слов'янського хіміко-механічного технікуму (Донецька область).

Наявність сировинних, енергетичних, водних та трудових ресурсів, споживачів готової продукції і зручного транспортного сполучення дозволяє зробити висновок, що будівництво виробництва хімічно осадженої крейди в м. Ізюм Харківської області є економічно доцільним.

						ДП.03.01.ПЗ	Арк 17
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			

1.3 Характеристика сировини та готової продукції

Для одержання хімічно осадженої крейди використовується вапняк, якість якого повинен відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-109, клас I (табл. 1.2) [15].

Таблиця 1.2 – ДСТУ Б В.2.7-109-2001. Породи карбонатні для виробництва вапна. Технічні умови

Найменування показників	Класи карбонатних порід						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Вуглекислий кальцій (CaCO_3), %мас., не менше	92	86	77	72	52	47	72
Вуглекислий магній (MgCO_3), %мас., не менше	5	6	20	20	45	45	8
Глинисті домішки ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$), %мас., не більше	3	8	3	8	3	8	20

У виробництві хімічно осадженої крейди паливо витрачається для випалу вапняку та для сушки готового продукту. В якості палива для випалу вапняку може використовуватися кокс, антрацит і природний газ, а для сушки крейдяної пасти – природний газ. В останній час і для випалу вапняку використовують природний газ, оскільки він дешевше, легко транспортується по трубах, згоряє без утворення золи, має високу теплоту згоряння [1].

Фізико-хімічні показники природного газу згідно ГОСТ 5542-87 представлені в табл. 1.3 [16].

У виробництві хімічно осадженої крейди вимоги до води визначаються умовами її застосування. Вода, яка використовується для охолодження газів вапняних печей, балкових пальників вапняних печей не повинна містити зважених домішок і повинна мати мінімальну тимчасову жорсткість з метою запобігання відкладень карбонатів кальцію і магнію на поверхнях апаратів. Температура води не повинна бути вище 28°C . Для гасіння вапна і для очищення газу сушарок необхідно застосовувати воду з мінімальним вмістом

солей, які обумовлюють постійну жорсткість, оскільки вони забруднюють готовий продукт. Для живлення парових котлів потрібна вода, яка не містить ні тимчасової, ні постійної жорсткості, а також розчинених газів. Очищення води здійснюється на спеціальних установках [1].

Таблиця 1.3 – ГОСТ 5542-87. «Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия»

Найменування показника	Норма
1. Теплота згорання нижча, МДж/м ³ (ккал/м ³), при 20°C 101,325 кПа, не менше	31,8 (7600)
2. Область значень числа Воббе (вищого), МДж/м ³ (ккал/м ³)	41,2-54,5 (9850-13000)
3. Допустиме відхилення числа Воббе від номінального значення, %, не більше	+ -5
4. Масова концентрація сірководню, г/м ³ , не більше	0,02
5. Масова концентрація меркаптанової сірки, г/м ³ , не більше	0,036
6. Об'ємна частка кисню, %, не більше	1,0
7. Маса механічних домішок в 1 м ³ , не більше	0,001
8. Інтенсивність запаху газу при об'ємній частці 1% в повітрі, бал, не менше	3

Хімічно осаджена крейда (CaCO_3) представляє собою білий кристалічний порошок. Молекулярна маса 100,09 г/моль. У воді майже не розчиняється; при нагріванні розкладається на CaO і CO_2 ; реагує з кислотами з виділенням діоксиду вуглецю. Безводний карбонат кальцію існує в вигляді трьох модифікацій: арагоніту, кальциту і ватері ту [1].

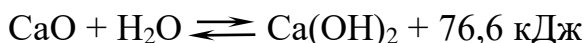
Хімічно осаджена крейда повинна бути виготовлена відповідно до вимог ГОСТ 8253-79. Фізико-хімічні показники хімічно осадженої крейди представлені табл. 1.4 [17].

Таблиця 1.4 – ГОСТ 8253-79. Мел химически осажденный. Технические условия

Найменування показника	Норма	
	I сорт	II сорт
1. Білизна, %, не менше	93	не нормується
2. Масова частка карбонатів кальцію і магнію у перерахуванні на CaCO ₃ , %, не менше	98,5	97,0
3. Масова частка вільного луку в перерахуванні на CaO, %, не більше	0,03	0,05
4. Масова частка речовин, не розчинних у соляній кислоті, %, не більше в тому числі піску, %, не більше	0,1 0,014	0,3 не нормується
5. Масова частка полуторних оксидів заліза і алюмінію, %, не більше в тому числі заліза в перерахуванні на Fe ₂ O ₃ , %, не більше	0,4 0,1	0,7 0,3
6. Масова частка марганцю, %, не більше	0,01	не нормується
7. Масова частка міді, %, не більше	0,0005	не нормується
8. Масова частка вологи, %, не більше	0,5	1,5
9. Залишок після просівання на ситі з сіткою № 0045К за ГОСТ 6613-86, (% мас.), не більше	0,4	1,0
10. Насипна щільність, г/см ³ , не більше	0,25	0,4

1.4 Фізико-хімічні основи виробництва

Процес гасіння вапна полягає у взаємодії оксиду кальцію з водою за реакцію (6)



Дана реакція є екзотермічною і тому супроводжується виділенням значної кількості тепла. Утворений в результаті реакції гідроксид кальцію Ca(OH)₂ називається гашеним вапном. У виробництві хімічно осащеної крейди застосовують суспензію Ca(OH)₂ в воді, яку називають вапняним молоком.

Концентрація зваженого в воді гідроксиду кальцію в вапняному молоці повинна бути по можливості високою. Максимально можлива концентрація вапняного молока обмежується його в'язкістю: дуже в'язку суспензію складно транспортувати, очищувати від домішок і дозувати. В'язкість суспензії залежить не тільки від концентрації $\text{Ca}(\text{OH})_2$, але і від температури. З підвищенням температури в'язкість зменшується. Тому вапняне молоко отримують при високій температурі ($\sim 95^\circ\text{C}$), що забезпечується застосуванням для гасіння гарячої води, а також виділенням тепла в процесі гасіння на випаровування води і тепловипромінювання. Вапняне молоко з температурою $90-95^\circ\text{C}$ можна отримати, використовуючи для гасіння воду, підігріту до $60-65^\circ\text{C}$.

Тривалість гасіння вапна залежить від ряду факторів: температури води, яка подається на гасіння, температури і тривалості випалу сировини в печі, структури сировини і складу домішок, які містяться в ній [18].

Швидкість і повнота гасіння вапна значною мірою залежать від температури води, яка використовується для цієї мети. З підвищенням температури води різко зростає швидкість гасіння вапна.

Чим вища температура випалу вапняку, тим нижча активність одержуваного вапна і тим більше часу потрібно для його гасіння. Крім того, вапняне молоко, приготовлене з вапна низької активності, надалі погано карбонізується і обумовлює високу лужність готової крейди.

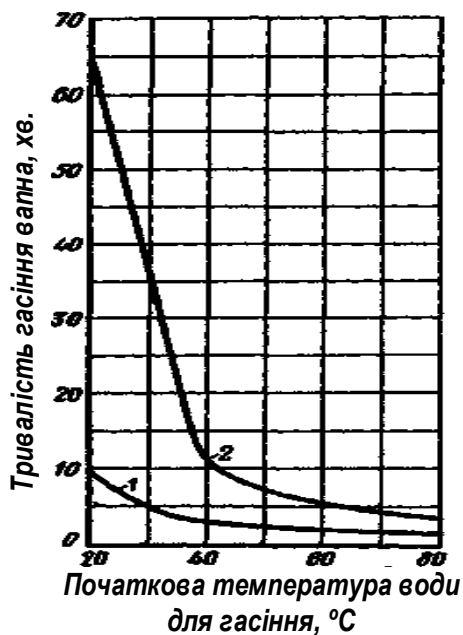
На рис. 1.1 показана залежність швидкості гасіння від температури випалу і від початкової температури води, що подається на гасіння.

З домішок найбільш сильний вплив на тривалість гасіння вапна чинить сульфат кальцію, при вмісті якого в вапні від 2 до 4% мас. тривалість гасіння збільшується в два рази. Залежність тривалості гасіння вапна від вмісту в ньому CaSO_4 показана на рис. 1.2.

										ДП.03.01.ПЗ	Арк
											21
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата							

Досвід експлуатації виробництва показує, що для одержання якісної високодисперсної хімічно осадженої крейди за дисперсністю, щільністю, лужністю вапняне молоко повинне бути високодисперсним, містити порівняно однорідні за розміром частки $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

При гасінні вапна водою при температурі 80°C і вище процес гідратації протікає дуже швидко з утворенням високодисперсного вапняного молока. Таке вапняне молоко погано розшаровується і є гарантією одержання дисперсної і легкої осадженої крейди [19].



- 1 – при температурі випалу 1050°C ;
2 – при температурі випалу 1250°C

Рисунок 1.1 – Залежність швидкості гасіння вапна, отриманого при різних температурах, від початкової температури води, що використовується для гасіння

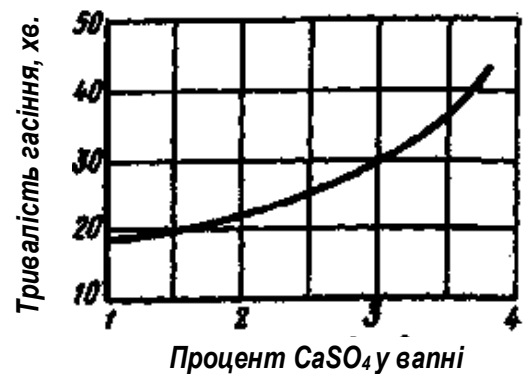


Рисунок 1.2 – Залежність тривалості гасіння вапна від вмісту в ньому CaSO_4

Досвід експлуатації виробництва показує, що для одержання якісної високодисперсної хімічно осадженої крейди за дисперсністю, щільністю, лужністю вапняне молоко повинне бути високодисперсним, містити порівняно однорідні за розміром частки $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

При гасінні вапна водою при температурі 80°C і вище процес гідратації протікає дуже швидко з утворенням високодисперсного вапняного молока. Таке вапняне молоко погано розшаровується і є гарантією одержання дисперсної і легкої осадженої крейди [19].

					ДП.03.01.ПЗ	Арк
						23
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Нові технічні рішення, прийняті в проекті

На фізико-хімічні властивості одержуваної хімічно осадженої крейди впливає концентрація $\text{Ca}(\text{OH})_2$ у вапняному молоці. Концентрація зваженого гідроксиду кальцію в вапняному молоці повинна бути по можливості високою. Максимально можлива концентрація вапняного молока обмежується його в'язкістю: дуже в'язку суспензію складно транспортувати, очищувати від домішок і дозувати.

Новим технічним рішенням в дипломному проекті пропонується проведення гасіння вапна водою в присутності добавки – гідроксиду магнію в кількості 3% від маси активного оксиду кальцію в вихідному вапні з метою зниження в'язкості вапняної суспензії, зменшення втрат активного CaO , а також зниження вмісту домішок в суспензії.

Гідроксид магнію пасивує найбільш активні центри поверхні часток вапна. При цьому в першу чергу в реакцію гідратації вступають менш активні частки оксиду кальцію, бурхливе тепловиділення в початковий період контактування вапна з гасильною рідиною відсутнє, і швидкості процесів гідратації і диспергування вирівнюються, що сприяє більш повному протіканню обох процесів. В результаті втрати $\text{CaO}_{\text{акт}}$ з відходами гасіння зменшуються до 3-4%, в'язкість суспензії за рахунок більш однорідного дисперсного складу і відсутності амфотерних часток $\text{Ca}(\text{OH})_2$ знижується до 0,0058 Па · с, а вміст домішок знижується до величини 4,5-4,8 г/г.

					<i>ДП.03.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Технологічна частина</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>	<i>Ганечко О.В.</i>						24	95
<i>Керівник</i>	<i>Зубцов О.В.</i>							
<i>Консультант</i>								
<i>Н.Контроль</i>								
<i>Зав. каф.</i>	<i>Суворін О.В.</i>					<i>СНУ ім. В. Даля каф. ХІЕ, гр.ТНР-19зм</i>		

2.2 Опис технологічної схеми

Виробництво хімічно осадженої крейди за вапняним способом складається з наступних стадій:

- випал карбонатної сировини в вапняно-випалювальних печах з одержанням вапна та вуглекислого газу;
- гасіння вапна;
- карбонізація вапняного молока;
- фільтрація суспензії карбонату кальцію;
- сушка крейдяної пасти;
- помел і затаровування.

Опис технологічної схеми виробництва хімічно осадженої крейди за вапняним способом представлений нижче.

Вапняк зі складу вивантажується до двобункерного пристрою (поз. 1). З бункера вапняк віброживильником (поз. 2) подається на грохот (поз. 3), де відділяється фракція розміром менше 40 мм і відбувається очищення вапняку від піску, глини і інших забруднень з малими розмірами часток. Виділена дрібна фракція вапняку направляється в бункер відходів (поз. 4). Очищений вапняк – велика фракція з розмірами кусків 40÷120 мм – системою транспортерів (поз. 5) і віброживильником (поз. 7) направляється в скіповий підйомник (поз. 8), який завантажує вапняно-випалювальну піч (поз. 9). В якості палива використовується природний газ. Температура випалу складає 1100-1200°C. В процесі випалу вапняк розкладається з утворенням вапна і вуглекислого газу.

Вуглекислий газ і продукти випалу палива, які відсмоктуються димососом (поз. 10), проходять через сухий (поз. 11) і мокрий (поз. 14) уловлювачі, в яких вони очищаються від пилу, та ресивер (поз. 16), в якому відбувається їх осушіння і далі вони направляються у відділення карбонізації.

									Арк
									25
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата					

ДП.03.01.ПЗ

Вапно з температурою 60°C вивантажується з печі та подається пластинчастим конвеєром (поз. 17), ковшовим конвеєром (поз. 18) до бункера вапна (поз. 19), звідки віброживильником (поз. 20) направляється в гасильник (поз. 21). До гасильника також подається вода, в яку попередньо вводять гідроксид магнію в кількості 3% від маси активного оксиду кальцію, що міститься в вапні, та слабке вапняне молоко. Гідроксид магнію застосовується в якості добавки з метою зниження в'язкості одержуваної вапняної суспензії, зменшення втрат активного CaO, а також зниження вмісту домішок в суспензії. Вода, яка застосовується для гасіння, підігрівається до 80°C в збірнику конденсату (поз. 39) відпрацьованою паром після валків петльової сушарки (поз. 38). В гасильнику в процесі гасіння вапна утворюється вапняне молоко з домішкою різного розміру кусків недопалу, перекалу та часток вапна, що не погасилися. Температура отриманого вапняного молока складає 95°C.

Вапняне молоко разом з домішками поступає в сортувальний барабан для крупного недопалу, який є продовженням гасильника і обертається разом з ним. Крупні куски недопалу розміром більше 40 мм в кінці барабану промиваються гарячою водою, поступають на транспортер і передаються в вапняно-випалювальні печі для повторного випалу. Дрібні відходи гасіння (більше 2 мм) системою транспорту подаються в кульовий млин мокрого помелу (поз. 30), в якому разом з подрібнюванням відбувається гасіння вапна, яке розкривається при розмелі кусків. Слабке вапняне молоко, утворене в кульовому млині, перетікає в мішалку слабого вапняного молока (поз. 22), очищається в гідроциклоні (поз. 23) і знову подається на гасіння вапна.

Вапняне молоко з домішками, розмір яких менше 2 мм, поступає на очистку в вібраційне сито (поз. 24). Звідси очищене вапняне молоко передається в мішалку міцного вапняного молока (поз. 25), що попереджає розшаровування вапняного молока, і далі перекачується на гідроциклон (поз. 26) для тонкого очищення від домішок. Чисте концентроване вапняне

						Арк
						26
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.03.01.ПЗ	

молоко відкачується в карбонізаційну колону (поз. 32). В разі потреби вапняне молоко відкачується на гідроциклони (поз. 28) для повторного його очищення від домішок.

Шлам після гідроциклонів (поз. 23, 26, 28) направляється в мішалку шламу (поз. 29), потім в шламонакопичувач (поз. 31), звідки освітлена фаза знову відцентровим насосом подається в мішалку слабого вапняного молока (поз. 22). Вапняна маса із шламонакопичувача відправляється на подальшу переробку на меліорант або будівельне вапно.

Карбонізація вапняного молока – двостадійний процес, що здійснюється в карбонізаційній колоні (поз. 32) і карбонізаторі (поз. 33) для одержання більш якісного продукту. Карбонізаційна колонна наповнюється вапняним молоком, а потім до неї подається вуглекислий газ. В карбонізатор (поз. 33) вапняне молоко подається після карбонізаційної колони. В карбонізаторі відбувається процес докарбонізації вапняного молока, його гріють парою і карбонізують. Після проведення карбонізації крейдяну суспензію підігрівають до 90°C, потім пару закривають і додають до суспензії розчин 0,5-1,0 М фосфорної кислоти для нейтралізації залишкової лужності. Після подачі кислоти протягом 20 хв. проходить процес докарбонізації. Температура крейдяного молока, яке надходить на станцію фільтрації, не вище 90°C.

Отримане крейдяне молоко насосами подається в мішалку (поз. 34), звідки самопливом надходить на вібросито (поз. 35), яке служить для остаточного очищення крейдяного молока від піску. Після вібросит крейдяна суспензія надходить самопливом на корито барабанних вакуум-фільтрів (поз. 36). Після вакуум-фільтрів фільтрат надходить в сепаратор, де відбувається відділення повітря від рідини, щоб уникнути влучення її у вакуум-насос. Із сепараторів фільтрат відкачується в збірник фільтрату (поз. 37). З метою економії води, освітлений фільтрат не зливається в каналізацію, а направляється на гасіння вапна. Осад, який утворюється на фільтруючій тканині, підсушується продувкою повітрям. Утворена крейдяна

						Арк
					ДП.03.01.ПЗ	27
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

паста з вмістом вологи 35-60%(мас.) і температурою 30-40°C віддувається від фільтруючої тканини стисненим повітрям і направляється в петльову сушарку (поз. 38). В якості сушильного агенту в петльовій сушарці використовуються продукти згоряння природного газу.

Висушений продукт з кінцевою вологістю 1%(мас.) і температурою 90°C виводиться з сушарки шнеком на дезінтегратор (поз. 42) для подрібнення. Далі подрібнена хімічно осаджена крейда шнеком (поз. 43) і елеватором (поз. 44) подається на сито-бурат (поз. 46) для просіювання. Готовий продукт затаровується в мішки і направляється на склад готової продукції [1].

2.3 Матеріальні розрахунки

2.3.1 Матеріальний баланс стадії гасіння вапна

Матеріальний розрахунок виконується на 1 т 85%-вого вапна.

Матеріальні розрахунки стадії гасіння вапна проводяться таким чином: спочатку складається матеріальний потік твердих компонентів вапняного молока, а потім складається матеріальний баланс води [20].

Таблиця 2.1 – Склад твердих компонентів вапняного молока

Найменування компоненту	Вапно, %мас.	Крупний недопал, %мас.	Дрібний недопал, % мас.	Шлам після вібрасита, % мас.
CaO + MgO	77,9	7,45	42,7	11,0
Ca(OH) ₂	4,1	–	–	–
CaCO ₃	8,9	72,1	28,6	64,6
Домішки	9,1	17,95	19,9	22,4
H ₂ O	–	2,5	8,8	2,0

В перерахунку на стандартне вапно (85%мас. CaO) кількість вапна, що подається на гасіння складає

$$\bar{\sigma} = \frac{1000 \cdot 85}{77,84} = 1092 \text{ êã.}$$

В цій кількості вапна міститься:

$$\text{CaO} + \text{MgO} \quad \frac{1092 \cdot 77,9}{100} = 850,0 \text{ êã;}$$

$$\text{CaCO}_3 \quad \frac{1092 \cdot 8,9}{100} = 96,75 \text{ êã;}$$

$$\text{Ca(OH)}_2 \quad \frac{1092 \cdot 4,1}{100} = 44,77 \text{ êã;}$$

$$\text{домішки} \quad \frac{1092 \cdot 9,1}{100} = 99,37 \text{ êã.}$$

Кількість крупного недопала складає 30-35 кг на одну тунну 85 %-вого вапна. Приймаємо 35 кг.

Склад крупного недопала наступний:

$$\text{CaO} + \text{MgO} \quad \frac{35 \cdot 7,45}{100} = 2,6 \text{ êã;}$$

$$\text{CaCO}_3 \quad \frac{35 \cdot 72,1}{100} = 25,23 \text{ êã;}$$

$$\text{домішки} \quad \frac{35 \cdot 17,95}{100} = 6,28 \text{ êã;}$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad \frac{35 \cdot 2,5}{100} = 0,87 \text{ êã.}$$

Кількість дрібного недопалу складає 5 % від загальної кількості вивантажуваного вапна. Для розрахунку приймаємо 75 кг, кількість його після вібросита – 50 кг.

Склад дрібного недопалу:

$$\text{CaO} + \text{MgO} \quad \frac{75 \cdot 42,7}{100} = 32,02 \text{ êã;}$$

						Арк
						29
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.03.01.ПЗ	

$$\begin{aligned} \text{CaCO}_3 & \frac{75 \cdot 28,6}{100} = 21,45 \text{ êã}; \\ \text{домішки} & \frac{75 \cdot 19,9}{100} = 14,92 \text{ êã}; \\ \text{H}_2\text{O} & \frac{75 \cdot 8,8}{100} = 6,6 \text{ êã}. \end{aligned}$$

Склад шламу після вібросита:

$$\begin{aligned} \text{CaO} + \text{MgO} & \frac{50 \cdot 11,0}{100} = 5,5 \text{ êã}; \\ \text{CaCO}_3 & \frac{50 \cdot 64,6}{100} = 32,3 \text{ êã}; \\ \text{домішки} & \frac{50 \cdot 22,4}{100} = 11,2 \text{ êã}; \\ \text{H}_2\text{O} & \frac{50 \cdot 2}{100} = 1,0 \text{ êã}. \end{aligned}$$

Для визначення кількості слабкого вапняного молока, що подається в гасильник, складається матеріальний баланс кульового млина та мішалки слабкого вапняного молока.

Таблиця 2.2 – Матеріальний баланс кульового млина

Найменування компонентів	Прихід, кг		Витрата, кг
	Дрібний недопал	Вода	Слабке вапняне молоко
CaO + MgO	32,02	–	32,02
CaCO ₃	21,45	–	21,45
Домішки	14,92	–	14,92
H ₂ O	6,6	675	681,6
Разом	75	675	750

Таблиця 2.3 – Матеріальний баланс мішалки слабкого вапняного молока

Найменування компонентів	Прихід, кг		Витрата, кг
	Дрібний недопал	Вода	Слабке вапняне молоко
CaO + MgO	32,02	5,5	37,52
CaCO ₃	21,45	33,3	54,75
Домішки	14,92	11,2	26,12
H ₂ O	681,6	1,0	682,6
Разом	750	50	800

Концентрація слабкого вапняного молока приймається рівною 50 н.д.,
питома маса 1270 кг/м³.

Об'єм слабкого вапняного молока складає:

$$\frac{37,52}{70} = 0,5 \text{ л}^3 \quad \text{або} \quad \frac{37,52}{70} \cdot 1270 = 681 \text{ л}.$$

Таблиця 2.4 – Матеріальний баланс гасильника вапна

Найменування компонентів	Прихід, кг			Витрата, кг		
	Вапно з печей	Слабке вапняне молоко	Вода	Вапняне молоко	Крупний недопал	Кількість випареної води
CaO + MgO	850,01	37,52	–	887,53	2,6	–
Ca(OH) ₂	44,77	–	–	44,77	–	–
CaCO ₃	96,75	54,75	–	151,5	25,23	–
Домішки	99,37	26,12	–	125,49	6,28	–
H ₂ O	–	682,6	1693,02 + x	2340,73	0,87	x
Разом	1092	800	1693,02 + x	3550,02	35	x

Таблиця 2.5 – Матеріальний баланс сортувального барабана дрібного недопалу

Найменування компонентів	Прихід	Витрата	
	Вапняне молоко з гасильника	Вапняне молоко з сортувального барабана	Дрібний недопал
CaO + MgO	887,53	855,51	32,02
Ca(OH) ₂	44,77	44,77	–
CaCO ₃	151,5	130,05	21,45
Домішки	125,49	110,57	14,92
H ₂ O	2340,73	2334,13	6,6
Разом	3550,02	3475,02	75

Таблиця 2.6 – Матеріальний баланс вібросита

Найменування компонентів	Прихід	Витрата	
	Вапняне молоко з сортувального барабана	Шлам	Вапняне молоко
CaO + MgO	855,51	5,5	850,01
Ca(OH) ₂	44,77	–	44,77
CaCO ₃	130,05	33,3	96,75
Домішки	110,57	11,2	99,37
H ₂ O	2334,13	1,0	2333,13
Разом	3475,02	50	3425,02

Концентрація вапняного молока приймається рівною 248 н.д. з густиною 1312 кг/м³.

Вміст CaO + MgO в 1 м³ вапняного молока:

$$248 \cdot 1,4 = 347,2 \text{ кг/м}^3.$$

Кількість Ca(OH)₂ у вапняному молоці в перерахунку на CaO:

$$\frac{44,77 \cdot 56}{74} = 33,88 \text{ н.д.}$$

Об'єм вапняного молока:

$$\frac{850,01 + 33,88}{347,2} = 2,55 \text{ м}^3.$$

Годинна потужність виробництва складає

$$\frac{220000 \cdot 1000}{345 \cdot 24} = 26570 \text{ н.д./год.},$$

де 220000 – задана потужність виробництва, т/рік;

345 – ефективний фонд роботи виробництва, доба.

Коефіцієнт перерахунку кількісних величин матеріального балансу, складеного на 1000 кг 85%-вого вапна, на годинну потужність дорівнює

$$\hat{E} = \frac{26570}{3425,02} = 7,8,$$

де 3425,02 – кількість отриманого вапняного молока, кг/т вапна.

Отримане значення коефіцієнту перерахунку перемножуємо на розрахункові дані матеріального балансу, складеного на 1000 кг 85%-вого вапна, та заносимо їх в табл. 2.7.

									Арк
									32
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.03.01.ПЗ				

Таблиця 2.7 – Матеріальний баланс стадії гасіння вапна

Прихід				Витрата			
Стаття	кг	кг/годину	%мас.	Стаття	кг	кг/годину	%мас.
Гасильник вапна							
1. Вапно з печей	1092	8471,3	26,4	1. Вапняне молоко на сортувальний барабан дрібного недопалу	3550,02	27539,8	86,0
2. Слабке вапняне молоко з мішалки слабого вапняного молока	800	6206,2	19,4	2. Крупний недопал у вапняно-випалювальну піч	35	271,4	0,8
3. Вода	2237,02	17354,0	54,2	3. Випарена волога	544,0	4220,3	13,2
Разом:	4129,02	32031,5	100,0	Разом	4129,02	32031,5	100,0
Сортувальний барабан дрібного недопалу							
1. Вапняне молоко з гасильника вапна	3550,02	27539,8	100,0	1. Вапняне молоко на класифікатор	3475,02	26957,9	97,9
				2. Дрібний недопал на кульовий млин	75	581,9	2,1
Разом:	3550,02	27539,8	100,0	Разом:	3550,02	27539,8	100,0
Вібросито							
1. Вапняне молоко з сортувального барабану дрібного недопалу	3475,02	26957,9	100,0	1. Вапняне молоко	3425,02	26570,0	98,6
				2. Шлам на мішалку слабого вапняного молока	50	387,9	1,4
Разом:	3475,02	26957,9	100,0	Разом:	3475,02	26957,9	100,0
Кульовий млин							
1. Дрібний недопал з сортувального барабану дрібного недопалу	75	581,9	10,0	1. Слабке вапняне молоко на мішалку слабого вапняного молока	750	5818,3	100,0
2. Вода	675	5236,4	90,0				
Разом:	750	5818,3	100,0	Разом	750	5818,3	100,0
Мішалка слабого вапняного молока							
1. Слабке вапняне молоко з кульового млина	750	5818,3	93,8	1. Слабке вапняне молоко в гасильник вапна	800	6206,2	100,0
2. Шлам після класифікатора	50	387,9	6,2				
Разом:	800	6206,2	100,0	Разом:	800	6206,2	100,0
РАЗОМ:	12704,06	98553,7		РАЗОМ:	12704,06	98553,7	

Таблиця 2.8 – Таблиця витратних коефіцієнтів

Назва сировини, матеріалів і енергоресурсів	Одиниця вимірювання	Витрати на одиницю товарного продукту
Вапняк	кг	1465
Вода	м ³	8,8
Гідроксид магнію	кг	23,1
Повітря	м ³	15,9
Природний газ	м ³	88
Електрична енергія	кВт-година	55,5

2.4 Теплові розрахунки

2.4.1 Тепловий баланс гасильника вапна

Вихідні дані [20]:

- | | |
|---|--------|
| 1. температура вапна, що поступає на гасіння | 60 °С; |
| 2. температура води, що подається на гасіння | 80 °С; |
| 3. температура слабкого вапняного молока | 90 °С; |
| 4. температура вапняного молока, що виходить з гасильника | 95 °С; |
| 5. температура крупного недопала | 85 °С. |

Прихід тепла

- 1) З вапном

$$q_1 = 8471,3 \cdot 60 \cdot 0,795 = 404081 \text{ кДж/годину,}$$

де 0,795 – теплоємність вапна кДж/(кг · °С).

- 2) З водою, що поступає на гасіння:

$$q_2 = 17354,0 \cdot 605 = 10499170 \text{ кДж/годину,}$$

де 605 – ентальпія води при 80 °С, кДж/кг.

- 3) Зі слабким вапняним молоком

$$q_3 = 6206,2 \cdot 90 \cdot 3,2 = 1787385 \text{ кДж/годину,}$$

де 3,2 – теплоємність слабкого вапняного молока, кДж/(кг · °С).

- 4) Тепло, що виділяється при гасінні вапна:

$$q_4 = 6630 \cdot 1165 = 7723950 \text{ кДж/годину.}$$

де 6630,0 – вміст СаО + MgO у вапні, кг/годину;

1165 – теплота гасіння вапна, кДж/кг.

Прихід тепла складе:

									Арк
									34
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата					

$$Q_{\text{пр}} = 404081 + 10499170 + 1787385 + 7723950 = 20414586 \text{ кДж/годину.}$$

Витрата тепла

1) З вапняним молоком:

$$q_5 = 27539,8 \cdot 95 \cdot 3,1 = 8110471 \text{ кДж/годину,}$$

де 3,1 – теплоємність вапняного молока, кДж/(кг · °С).

2) Тепло, що відноситься крупним недопалом:

$$q_6 = 271,4 \cdot 85 \cdot 0,92 = 21161 \text{ кДж/годину.}$$

3) Тепло, що уходить з водяною парою:

$$q_7 = 2671 \cdot 4220,3 = 11272421 \text{ кДж/годину,}$$

де 2671 – ентальпія водяної пари при 95 °С, кДж/(кг · °С).

4) Втрати тепла в навколишнє середовище приймаються – 5 % від приходу тепла:

$$q_8 = 20414586 \cdot 0,05 = 1010533 \text{ кДж/годину.}$$

Витрата тепла складе:

$$Q_{\text{витр}} = 8110471 + 21161 + 11272421 + 1010533 = 20414586 \text{ кДж/годину.}$$

Таблиця 2.9 – Тепловий баланс гасильника вапна

Прихід		Витрата	
Стаття	кДж/годину	Стаття	кДж/годину
З вапном	404081	З вапняним молоком	8110471
З водою в гасильник	10499170	З крупним недопалом	21161
З водою в кульовий млин	1787385	З водяною парою	11272421
Тепло гасіння вапна	7723950	Втрати тепла в навколишнє середовище	1010533
Разом	20414586	Разом	20414586

2.5 Розрахунки основного апарату

2.5.1 Опис конструкції та принцип дії гасильника вапна

Для гасіння вапна застосовується обертовий гасильник безперервної дії. Гасильник представляє собою сталевий зварний барабан (поз. 3), який опирається бандажами (поз. 6) на дві пари опорних роликів (поз. 4, 10) і обертається з частотою 3 об/хв. Обертання гасильника здійснюється за допомогою електродвигуна (поз. 9) потужністю 3,5 кВт. Барабан встановлений з ухилом $0,5^\circ$ у бік виходу вапняного молока. Корпус гасильника захищений зсередини від механічної дії твердих частинок вапняного молока сталеву сорочкою (поз. 7) товщиною 10 мм. Для більш швидкого переміщення вапна та кращого перемішування всередині є гвинтова насадка (поз. 5).

З обох боків гасильник закритий кришками, що мають центральні отвори, через які з одного боку поступає вапно (штуцер В) та гасильна рідина – вода і слабке вапняне молоко (штуцер Е), а з іншого вивантажується міцне вапняне молоко та тверді відходи (штуцери К і Г, Д відповідно).

Сортувальний барабан обладнаний двома витяжними трубами для видалення утвореної в гасильнику пари (штуцер Ж) [1].

2.5.2 Конструктивний розрахунок гасильника вапна

За даними матеріального балансу стадії гасіння вапна (табл. 2.7) витрата вапняного молока з крупним недопалом становить 27811,2 кг/годину або $21,2 \text{ м}^3/\text{годину}$ (при густині вапняного молока $1312 \text{ кг}/\text{м}^3$).

Враховуючи коефіцієнт нерівномірності споживання вапняного молока, що дорівнює 1,2, витрата вапняного молока буде дорівнювати

$$21,2 \cdot 1,2 = 25,4 \text{ м}^3/\text{годину}.$$

						Арк
						36
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.03.01.ПЗ	

При тривалості гасіння вапна 10 хв. (0,2 години) і коефіцієнті заповнення барабану 80% об'єм вапняного молока, що знаходиться в гасильнику, дорівнює

$$V_6 = 25,4 \cdot 0,2 \cdot 0,8 = 4,1 \text{ м}^3.$$

Співвідношення довжини гасильника до його діаметра [21]:

$$L/D = 6 \quad \text{або} \quad L = 6D \quad (7)$$

$$V_a = \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) \cdot L = 0,785D^2 \cdot L \quad (8)$$

$$V_a = 0,785D^2 \cdot 6D = 4,71D^3 \quad (9)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{V_a}{4,71}} \quad (10)$$

Отже, діаметр барабана гасильника складає

$$D = \sqrt[3]{\frac{4,1}{4,71}} \approx 0,96 \text{ м.}$$

Приймаємо стандартний гасильник діаметром 1 м, тоді його довжина складатиме

$$L = 6 \cdot 1 = 6 \text{ м.}$$

Для одержання вапняного молока приймається гасильник діаметром 1 м і довжиною 12 м.

2.5.3 Механічний розрахунок на міцність гасильника вапна

Міцнісний розрахунок гасильника вапна полягає в визначенні товщини стінки барабану та перевірці його на міцність і згин.

Товщина стінки барабану визначається за формулою [22]:

									Арк
									37
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.03.01.ПЗ				

$$\delta = (0,007 \div 0,01) \cdot D_{\delta}, \quad (11)$$

де $D_{\delta} = 1,0$ – внутрішній діаметр барабану, м.

$$\delta = (0,007 \div 0,01) \cdot 1,0 = 0,007 \div 0,01 \text{ м}$$

Середнє значення

$$\frac{0,007 + 0,01}{2} = 0,0085 \text{ м} = 8,5 \text{ мм}$$

Приймаємо $\delta = 10$ мм.

В найбільш простій розрахунковій схемі (рис. 2.1) барабан можна представити у вигляді балки, що вільно лежить на двох опорах і навантажена розподіленим навантаженням q від ваги барабану G_{δ} і завантажуваного матеріалу G_m .

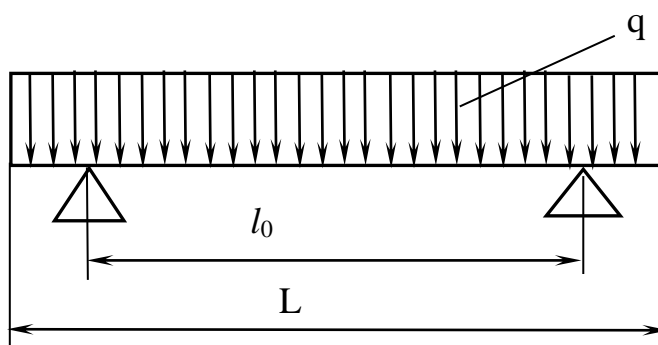


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема

В найбільш небезпечному перетині балки (посередині між опорами) забезпечується мінімальний згинальний момент [22]

$$M = \frac{G_{\delta} + G_m}{2} \cdot \frac{l_0}{2} - q \frac{l_0^2}{8}, \quad (12)$$

де l_0 – відстань між опорами

$$l_0 = 0,585L_{\delta}, \quad (13)$$

$$l_0 = 0,585 \cdot 6 = 3,5 \text{ м.}$$

Маса гасильника вапна складає 18 т, тоді вага барабану буде дорівнювати [22]

$$G_6 = m_6 \cdot g, \quad (14)$$

$$G_6 = 18 \cdot 10^3 \cdot 9,81 = 176580 \text{ Н} = 0,177 \text{ МН.}$$

Вага вапна, що знаходиться в гасильнику, визначається за формулою [22]:

$$G_M = 0,785 \cdot D_6^2 \cdot L_6 \cdot \beta \cdot \rho_M \cdot g, \quad (15)$$

де $\beta = 0,8$ – коефіцієнт заповнення барабану;

$\rho_M = 1100$ – насипана маса вапна, кг/м^3 .

$$G_i = 0,785 \cdot 1,0^2 \cdot 6,0 \cdot 0,8 \cdot 1100 \cdot 9,81 = 40660 \text{ Ї} \approx 0,041 \text{ Ї.}$$

Рівномірно розподілене навантаження q розраховується за формулою [22]

$$q = \frac{G_6 + G_M}{L}, \quad (16)$$

$$q = \frac{0,177 + 0,041}{6} = 0,036 \text{ Ї.}$$

$$\dot{I} = \frac{0,177 + 0,041}{2} \cdot \frac{3,5}{2} - 0,036 \cdot \frac{6^2}{8} = 0,029 \text{ Ї} \cdot \dot{i}.$$

Барабану передається також крутильний момент від приводу, необхідний головним чином для підняття центру тяжіння матеріалу на певну висоту. Крутильний момент визначається з рівняння [22]:

$$M_{кр} = \left(\frac{N}{2\pi n} \right) \cdot 10^{-3}, \quad (17)$$

						Арк
						39
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

де $N = 3,5$ – потужність приводу, кВт;

$n = 3$ – частота обертання, об/хв.

$$\dot{I}_{\text{до}} = \left(\frac{3,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \right) \cdot 10^{-3} = 0,0002 \text{ Ї} \cdot \dot{i}$$

Розрахунковий момент розраховується за формулою [22]

$$M_p = 0,35M + 0,65\sqrt{M^2 + M_{\text{кр}}^2}, \quad (18)$$

$$\dot{I}_{\text{до}} = 0,35 \cdot 0,029 + 0,65\sqrt{0,029^2 + 0,0002^2} = 0,029 \text{ Ї} \cdot \dot{i}$$

Момент опору кільцевого перетину барабана визначається з рівняння [22]

$$W = 0,785 \cdot D_6^2 \cdot \delta, \quad (19)$$

$$W = 0,785 \cdot 1,0^2 \cdot 0,01 = 0,008 \text{ м}^3.$$

Умова міцності барабану має вигляд [23]

$$\sigma_{\text{згин.}} = \frac{M_p}{W} \leq [\sigma]_{\text{згин.}}, \quad (20)$$

$$\sigma_{\text{факт.}} = \frac{0,029}{0,008} = 3,6 \text{ Їа} \leq [\sigma_{\text{факт.}}]_{\text{доп.}} = 134 \text{ Їа},$$

де $[\sigma_{\text{згин.}}]_{\text{доп.}} = 134 \text{ МПа}$ – допустиме напруження сталі ВСт.3 при температурі $100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Умова міцності барабану на згин виконується.

Після перевірки на міцність барабану перевіряють на прогин. Для нормальної роботи допускається прогин f не більше $1/3 \text{ мм}$ на 1 м довжини, тобто [22]

$$f \leq f_{\text{доп.}} = 0,0003 l_0 \quad (21)$$

						Арк
						40
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.03.01.ПЗ	

Прогин від рівномірно розподіленого навантаження визначається за формулою [22]

$$f = \frac{5q \cdot l_0^4}{384 \cdot E \cdot I}, \quad (22)$$

де $E = 1,91 \cdot 10^5$ – модуль пружності матеріалу барабану, МПа;

I – осьовий момент інерції для поперечного перетину барабану, м^4 .

$$I = \frac{\pi \cdot D_{\text{сэд.}}^3 \cdot \delta}{8}, \quad (23)$$

$$I = \frac{3,14 \cdot (1,0 - 0,01)^3 \cdot 0,01}{8} = 0,004 \text{ м}^4.$$

$$f = \frac{5 \cdot 0,036 \cdot 3,5^4}{384 \cdot 1,91 \cdot 10^5 \cdot 0,004} = 0,9 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

$$f = 0,9 \cdot 10^{-4} \text{ м} \leq f_{\text{доп.}} = 0,0003 \cdot 3,5 = 10 \cdot 10^{-4} \text{ м}.$$

Умова міцності барабану на прогин виконується.

2.6 Розрахунок та вибір технологічного обладнання

2.6.1 Вибір і розрахунок гідроциклону для тонкої очистки вапняного молока

Згідно матеріального балансу стадії одержання вапняного молока (табл. 2.7) на гідроциклони (поз. 26) для тонкої очистки надходить вапняне молоко в кількості 26570 кг/годину або 20,4 м^3 /годину (при густині вапняного молока після вібросита 1300 $\text{кг}/\text{м}^3$). З урахуванням витрати вапняного молока на очистку вибирається гідроциклон ГЦК-250 з наступною технічною характеристикою:

діаметр циліндричної частини (D)	250 мм
діаметр штуцера вводу вапняного молока ($d_{\text{жив}}$)	100 мм

									Арк
									41
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.03.01.ПЗ				

діаметр штуцера виводу очищеного вапняного молока ($d_{зл}$)	80 мм
діаметр шламового штуцера ($d_{шл}$)	76 мм
висота циліндричної частини ($H_{ц}$)	365 мм
кут конусності конусної частини (α)	20°
тиск на ввіді ($P_{жив}$)	0,05-0,25 МПа
об'ємна продуктивність	27-80 м ³ /годину

Корпус гідроциклону складається з циліндричної частини (поз. 1) з плоскою кришкою (поз. 2) зверху і фланцевим з'єднанням знизу, яким сполучається з конічною частиною корпусу (поз. 3). По осі циліндричної частини корпусу встановлений центральний патрубок (поз. 4).

Вапняне молоко під тиском поступає по тангенціально розташованому штуцеру вводу (поз. 5) в верхню частину циліндру та отримує обертовий рух. Під дією відцентрових сил тверді частки пересуваються до стінок апарату та концентруються в зовнішніх шарах обертового потоку. Потім вони пересуваються по спіральній траєкторії вздовж стінок гідроциклону вниз до шламового штуцера (поз. 7). Очищене вапняне молоко видаляється через штуцер (поз. 6) [23].

Продуктивність гідроциклону при вибраних геометричних розмірах визначається за формулою [23]:

$$Q_{\text{ввд}} = 9,58 \cdot 10^3 \cdot d_{\text{ввд}} \cdot d_{\text{зл}} \sqrt{g \cdot \Delta P}, \quad (24)$$

де $d_{\text{жив}} = 100$ і $d_{\text{зл}} = 80$ – діаметри штуцерів для вводу вапняного молока та виводу очищеного вапняного молока, мм;

$\Delta P = 0,1$ – втрати тиску в гідроциклоні, МПа.

$$Q_{\text{ввд}} = 9,58 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 0,08 \sqrt{g \cdot 0,1} = 75,9 \text{ м}^3/\text{годину}.$$

Кількість гідроциклонів визначається за виразом [23]:

$$n = \frac{Q}{Q_{\text{ввд}}}, \quad (25)$$

						Арк
						42
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.03.01.ПЗ	

де $Q = 20,4$ – витрата вапняного молока на гідроциклон, $\text{м}^3/\text{годину}$.

$$n = \frac{20,4}{75,9} = 0,3 \text{ год.} \approx 1 \text{ год.}$$

Швидкість осадження (гідрравлічна крупність) розраховується за формулою [23]:

$$\omega_0 = 15,33 \cdot \frac{k \cdot D^3}{a \cdot Q}, \quad (26)$$

де $D = 0,25$ – діаметр циліндричної частини гідро циклону, м;

$Q = 0,0057$ – секундна витрата вапняного молока на гідроциклон, $\text{м}^3/\text{с}$.

$k = 0,04$ – коефіцієнт, що враховує вплив концентрації домішок і турбулентність потоку;

$a = 0,45$ – коефіцієнт, що враховує затухання тангенціальної швидкості.

$$\omega_0 = 15,33 \cdot \frac{0,04 \cdot 0,25^3}{0,45 \cdot 0,0057} = 3,74 \text{ м/с}.$$

Витрата шламу розраховується за формулою [23]:

$$Q_{\text{шл}} = 93,17 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{D^{1,45} \cdot d_{\text{ср}}^{0,239} \cdot d_{\text{шл}}^{2,859} \cdot \dot{V}_{\text{шл}}^{0,087}}{d_{\text{ср}}^{2,318} \cdot \alpha^{0,457} \cdot D_{\text{ср}}^{0,315}}, \quad (27)$$

$$Q_{\text{шл}} = 93,17 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{250^{1,45} \cdot 100^{0,239} \cdot 76^{2,859} \cdot 365^{0,087}}{80^{2,318} \cdot 20^{0,457} \cdot 0,1^{0,315}} = 0,7 \text{ м}^3/\text{год.}$$

2.6.2 Стисла характеристика технологічного обладнання стадії одержання вапняного молока

В табл. 2.10 наведена стисла характеристика технологічного обладнання стадії гасіння вапна [1, 18, 19].

						Арк
						43
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.03.01.ПЗ	

Таблиця 2.10 – Перелік основного та допоміжного обладнання стадії гасіння вапна

Позначення апарата	Найменування обладнання	Призначення і коротка характеристика	Матеріал	Кількість
1	2	3	4	5
поз. 22	Мішалка слабого вапняного молока	Призначена для зберігання деякого запасу, а також для вирівнювання коливань концентрації вапняного молока. Представляє собою вертикальний ємкісний апарат, що постачається рамною мішалкою. D = 1500 мм, H = 2280 мм, V = 5 м ³ , частота обертання – 45 об/хв., N = 5,5 кВт	Вуглецева сталь Ст. 3	1
поз. 24	Вібраційне сито	Призначене для очищення вапняного молока від твердих часток. Представляє собою раму, на яку натягнута решітка з нержавіючої проволочки. Розмір отворів решітки – 0,3 мм; габаритні розміри: довжина – 1770 мм, ширина – 1128 мм, висота – 1500 мм. Продуктивність 30 м ³ /годину	Сталь 12X18H10T	1
поз. 25	Мішалка брудного вапняного молока	Призначена для зберігання вапняного молока, а також попередження його розшаровування. Представляє собою вертикальний ємкісний апарат, що постачається рамною мішалкою. D = 2400 мм, H = 3615 мм, V = 16 м ³ , частота обертання – 45 об/хв., N = 5,5 кВт	Сталь 12X18H10T	1
поз. 27	Мішалка міцного вапняного молока			1
поз.23, 26, 28	Гідроциклон	Призначений для тонкої очистки вапняного молока. D = 250 мм, H = 365 мм, Q = 27-80 м ³ /годину	Сталь 12X18H10T	3
поз. 29	Мішалка шламу	Призначена для тимчасового зберігання вапняного шламу. Представляє собою вертикальний ємкісний апарат, що постачається рамною мішалкою. D = 1600 мм, H = 1560 мм, V = 3,2 м ³ , частота обертання – 32 об/хв., N = 15 кВт	Сталь 12X18H10T	1
поз. 30	Кульовий млин	Призначений для помелу дрібного недопалу і перепалу. Внутрішній діаметр – 1800 мм, довжина – 3000 мм. Частота обертання 26 об/хв. Розмір часток готового продукту 0,25 мм. Продуктивність 10 т/добу	Сталь 12X18H10T	

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.03.01.ПЗ

Арк

44

Продовження табл. 2.10

1	2	3	4	5
поз. 31	Шламо-накопичувач	Призначена для накопичування вапняного шламу. Представляє собою вертикальний ємкісний апарат, що постачається рамною мішалкою. D = 3000 мм, H = 450 мм, V = 32 м ³ , частота обертання – 50 об/хв., N = 20,5 кВт	Сталь 12X18H10T	1
поз. 40	Бак гарячої води	Призначений для зберігання гарячої води. D = 1200 мм, H = 3000 мм, V = 3 м ³	Вуглецева сталь Ст. 3	1

									Арк
									45
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата					

ДП.03.01.ПЗ

3 КОНТРОЛЬ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

Ведення технологічного процесу на оптимальному рівні залежить від правильності вибору точок контролю та автоматичного керування процесом, можливістю автоматичного підтримування основних технологічних параметрів на необхідному рівні за допомогою засобів автоматизації.

Основними вимогами, які характеризують гасіння вапна в гасильнику, є:

- відповідність навантаження стадії гасіння вапна потребі в вапняному молоці;
- підтримування необхідної концентрації вапняного молока на виході апарата.

Забезпечити відповідність навантажень стадії гасіння вапна потребі виробництва можна шляхом регулювання кількості вапна, що завантажується у гасильник. Для чого необхідно на подачі вапна у гасильник мати пристрій, що вимірює витрату вапна.

При виконанні другої умови необхідно враховувати, що концентрація вапняного молока залежить від багатьох факторів. Найбільш важливим з них є співвідношення кількості вапна і води. Необхідно вимірювати не тільки витрату вапна, але і води та регулювати її подачу регулятором співвідношення.

Дуже важливим є підтримування на певному рівні температури води, підвищення якої збільшує не тільки швидкість гасіння, але й ступінь дисперсності одержуваного вапняного молока. Для контролю за цим параметром на вході води у гасильник встановлюється термометр.

Але як би не підтримувалося співвідношення «вапно – вода», наявність випадкових впливів на процес може привести до небажаної зміни концентрації вапняного молока на виході з гасильника.

					<i>ДП.03.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Контроль та автоматизація виробництва</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арку</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>	<i>Ганечко О.В.</i>						46	95
<i>Керівник</i>	<i>Зубцов Є.І.</i>					<i>СНУ ім. В. Даля каф. ХІЕ, гр.ТНР-19зм</i>		
<i>Консультант</i>								
<i>Н.Контроль</i>								
<i>Зав. каф.</i>	<i>Суворін О.В.</i>							

Оскільки промисловість не випускає автоматичних концентратомірів вапняного молока, то можна використовувати в якості показника концентрації вапняного молока непрямий параметр – густину вапняного молока. Щоб густина вапняного молока однозначно визначала його концентрацію, вапняне молоко перед вимірюванням необхідно очистити від твердих часток недопалу. Тому вимірюють густину вапняного молока вже після вібросита. Таким чином можна регулювати концентрацію вапняного молока, змінюючи подачу води, в залежності від щільності очищеного молока на виході з гасильника.

Для побудови такої системи регулювання в регулятор співвідношення «вапно-вода» вводять сигнал кореляції за густиною вапняного молока. Навантаження гасильника за вапном регулюють в залежності від рівня вапняного молока у мішалці готового молока, тобто якщо споживач стане брати більше вапняного молока, зменшиться рівень у мішалці, що є сигналом для збільшення подачі вапна у гасильник. Тобто необхідно контролювати також рівень у мішалках вапняного молока. Для контролю за кількістю отриманого вапняного молока необхідно встановити витратомір вапняного молока [1].

3.1 Вибір і опис технічних засобів автоматизації

Гасіння вапна не є пожежовибухонебезпечним процесом, тому можливе застосування як електричних, так і пневматичних приладів. Оскільки застосування пневматичних засобів автоматизації потребує побудови комплексної станції стисненого повітря, то обираємо засоби електричної гілки ГСП з уніфікованим вхідним і вихідним сигналами 0-5мА. Це дифманометри РП-160, які можна застосовувати в якості вторинних приладів для вимірювання будь-яких технологічних параметрів: температури, тиску, витрати тощо. Вони дозволяють підключати до них: термопари, термометри опору та інші датчики, що мають вихідний сигнал 0-5мА.

						Арк
						47
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

ДП.03.01.ПЗ

В якості датчиків температури вибираємо термометри опору ТСМ-1088.

Регулятори вибираємо типу Р-25, які в залежності від модифікації працюють з будь-яким з датчиків температури, рівня, витрат та ін. Вони мають вбудовані перемикачі для переходу з автоматичного на дистанційне керування.

Виконавчі механізми МЕО 40/25 мають достатнє зусилля на валу двигуна та невеликі габарити.

Для вимірювання густини вапняного молока краще за все підходять радіоізотопні прилади типу ПР-1025, що дозволяють вимірювати густину вапняного молока безконтактним методом, тобто без безпосереднього контакту з вимірюваним середовищем [20].

3.2 Опис функціональної схеми автоматизації

Автоматизація технологічного процесу гасіння вапна включає контроль наступних технологічних параметрів.

1. Вимірювання температури гарячої води та слабкого вапняного молока (поз. 3, 8, 11). Вимірювання здійснюється за допомогою мідних термометрів опору. Принцип вимірювання полягає у вимірюванні опору провідника при нагріванні. Вторинним приладом є уніфікований прилад РП-160.

2. Вимірювання витрати гарячої води на гасіння (поз. 2), слабкого вапняного молока (поз. 5), гарячої води, що подається в кульовий млин (поз. 10). В основу вимірювання покладений метод змінного перепаду тиску, який полягає в тому, що у трубопроводі, по якому протікає рідина, встановлюється стандартний звужуючий пристрій – діафрагма. В залежності від витрати рідини, на діафрагмі створюється перепад тисків, що є мірою витрати рідини. Для вимірювання перепаду тиску застосовується дифманометр ДМТ-3583М і вторинні прилад РП-160.

						Арк
						48
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.03.01.ПЗ	

3. Вимірювання рівня у мішалках вапняного молока здійснюється гідростатичним методом шляхом вимірювання тиску стовпа рідини, що знаходиться в ємності (поз. 4, 7). Для цього використовуються ті ж прилади, що й для вимірювання витрати, дифманометри ДМТ-3583М з вторинним приладами РП-160, що сприяє уніфікації застосовуваних систем вимірювання.

4. Вимірювання густини вапняного молока (поз. 6) здійснюється радіоізотопним щільноміром ПР-1025, чутливий елемент якого сприймає γ -промені, які протинають трубопровід з вапняним молоком. В залежності від щільності вапняного молока здійснюється послаблення потоку γ -промінів в більшому або меншому ступені, що й фіксується вторинним приладом, як міра зміни щільності.

5. Вимірювання витрати вапна (поз. 1), що поступає у гасильник, та гідроксиду магнію (поз. 10), що подається у змішувач, здійснюється шляхом зважування вапна, яке знаходиться на стрічці вагового транспортера – дозатора 4273ДН32.

Схемою автоматизації передбачається автоматичне регулювання співвідношення «вапно-вода». Ця САР є складною системою регулювання.

Таблиця 3.1 – Замовлена специфікація приладів і засобів автоматизації стадії гасіння вапна

Номер позиції	Найменування параметра	Граничне значення параметру	Місце встановлення	Найменування і характеристика приладу	Тип, модель
1	2	3	4	5	6
1-1; 1-2	Витрата вапна у гасильник	8500 кг/годину	За місцем	Ваговимірюючий пристрій стрічкового дозатора з тензорезисторним датчиком ваги	4273 ДН32-12-2
1-3	– // –		На щиті	Вторинний універсальний самописний прилад з регулятором	РП-160М-54
1-4	– // –		За місцем	Виконавчий механізм	МЕО-40

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
10-1; 10-2	Витрата гідроксиду магнію в змішувач	25,5 кг/годину	За місцем	Ваговимірюючий пристрій віброживильника з тензорезисторним датчиком ваги	4273 ДН32-12-2
10-3	– // –		На щиті	Вторинний універсальний самописний прилад з регулятором	РП-160М-54
10-4	– // –		За місцем	Виконавчий механізм	МЕО-40
2-1	Витрата води на гасіння	17,4 м ³ /годину	Трубопровід	Діафрагма камерна, нормальна	ДКС-250
5-1	Витрата слабкого вапняного молока	4,9 м ³ /годину	Трубопровід		ДКС-80
11-1	Витрата води на кульовий млин	0,5 м ³ /годину	Трубопровід		
2-2; 5-2; 11-2	– // –		За місцем		Дифманометр
3-1	Температура води на гасіння	80 °С	За місцем	Термометр опору мідний	ТСМ-1088
8-1	Температура вапняного молока	90-95 °С	За місцем		
11-1	Температура води на кульовий млин	80 °С	За місцем		
3-2; 8-2; 11-2	– // –	– // –	На щиті	Вторинний універсальний самописний прилад	РП-160-66
4-1; 7-1;	Рівень в мішалках	2,5 м	За місцем	Гідростатичний рівнемір	ДМТ-3583М
4-2; 7-2;	– // –	– // –	На щиті	Вторинний універсальний самописний прилад	РП-160-54
6-1	Густина вапняного молока	1250 кг/м ³	За місцем	Джерело γ-випромінювання	ИГИ-Ц-4
6-2	– // –	– // –	На щиті	Радіоізотопний щільномір	ПР-1025М

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.03.01.ПЗ

Арк

50

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

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

Охорона праці на Україні розглядається як один з найважливіших соціально-економічних і соціально-гігієнічних заходів, направлених на забезпечення безпечних і здорових умов праці.

Основні положення з охорони праці та здоров'я працівників викладені в трудовому законодавстві. Трудове законодавство регламентує питання трудового права; техніка безпеки та виробнича санітарія спрямована на забезпечення здорових і безпечних умов праці; протипожежна безпека є системою заходів щодо попередження пожеж і боротьбі з ними.

Численні та різноманітні технологічні процеси хімічної промисловості засновані на використанні високих температур, високих і надвисоких тисків, вибухо- і пожежебезпечних і токсичних речовин у різних агрегатних станах. Для забезпечення сприятливих і безпечних умов праці працюючих необхідне застосування різних технічних прийомів і способів захисту, створення нової техніки і технології, що забезпечують оптимальні умови праці.

Охорона праці, техніка безпеки, промислова санітарія і охорона навколишнього середовища безпосередньо впливають на захворюваність робітників та службовців, що, у свою чергу, відображається на продуктивності праці, а, отже, і на техніко-економічні показники виробництва.

Відповідальність за стан охорони праці несе адміністрація підприємства, організацій і установ [24].

					ПД.03.01.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Ганечко О.В.			Охорона праці	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
Керівник		Зубцов Є.І.					51	95
Консультант						СНУ ім. В. Даля каф. ХІЕ, гр.ТНР-19зм		
Н.Контроль								
Зав. каф.		Суворін О.В.						

4.1 Основні фізико-хімічні властивості, токсичність, пожежо- та вибухонебезпечність речовин, що застосовано та одержано в проектуваному виробництві

Основні фізико-хімічні властивості та характеристика токсичності хімічних речовин, які використовуються та одержують в проектуваному виробництві хімічно осадженої крейди представлені в табл. 4.1, 4.3 [25].

В табл. 4.2 наведені характеристики пожеженебезпечності використовуваних та одержуваних речовин [26].

Таблиця 4.1 – Основні фізико-хімічні властивості речовин

Назва речовини		Емпірична формула	Структурна формула	Агрегатний стан	Температура плавлення, °С	Температура кипіння, °С
Раціональна номенклатура	Систематична номенклатура					
Кальцій карбонат	Карбонат кальцію	CaCO ₃	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{O}-\text{C}-\text{O} \\ \quad \backslash \quad / \\ \quad \quad \text{Ca} \end{array}$	Тверда речовина	825 (кальцит)	–
	Хімічно осаджена крейда				1339 (арагоніт)	
Кальцій оксид	Оксид кальцію	CaO	Ca = O	Тверда речовина	2570	2850
Карбон (IV) оксид	Оксид вуглецю (IV)	CO ₂	O = C = O	Газ	–	–
Кальцій гідроксид	Гідроксид кальцію	Ca(OH) ₂	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{O}-\text{Ca} \\ \\ \text{O}-\text{H} \end{array}$	Рідина	–	–
Природний газ	Метан	CH ₄	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Газ	–182,5	–161,6
Магній гідроксид	Гідроксид магнію	Mg(OH) ₂	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{O}-\text{Mg} \\ \\ \text{O}-\text{H} \end{array}$	Тверда речовина	350	–

Таблиця 4.2 – Показники вибухо- і пожежебезпечності

Речовина	Температура спалаху °С	Температура самозапалення °С	Межі розповсюдження полум'я концентраційні				Межі спалахування температурні, °С	
			г/м ³		% об.		нижня	верхня
			нижня	верхня	нижня	верхня		
Метан	87,8	537,8	16,6	102,6	5,28	14,1	5	15,0

Таблиця 4.3 – Характеристики застосовуваних і одержаних речовин

Речовина	Клас шкідливості	Характер дії на організм людини	Граничнодопустима концентрація				Засоби індивідуального захисту
			у повітрі, мг/м ³			у воді, мг/л	
			робочої зони	населеного пункту			
1	2	3	4	С _{мр} *	С _{сд} **	7	8
Карбонат кальцію	4	При потраплянні в очі: викликає подразнення. При вдиханні: кашель.	6	–	–	–	Респіратор «Пелюстка-200». Бавовняний костюм або комбінезон, берет, захисні окуляри, гумові рукавички, шкіряні чоботи
Хімічно осаджена крейда							
Оксид кальцію	2	При потраплянні в очі: сильна сльозотеча, набряк повік, почервоніння кон'юнктиви, подразнення радужної оболонки ока. При вдиханні: кашель, нежить, біль у горлі; порушення ритму дихання.	1	–	–	–	Респіратор «Пелюстка-200»

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8
		При потраплянні на шкіру: почервоніння, набряк; на мокру шкіру – можливі опіки					Бавовняний костюм або комбінезон, берет, захисні окуляри, гумові рукавички, шкіряні чоботи
Оксид вуглецю (IV)	4	Не токсичний. Небезпечний лише в дуже великих кількостях (чинить задушливу дію)	9000	–	–	–	Бавовняний костюм або комбінезон, берет, шкіряні чоботи
Гідроксид кальцію	3	При потраплянні на шкіру: почервоніння, свербіння, опіки. При потраплянні в очі: сльозотеча, біль, помутніння роговиці ока, порушення зору. При ковтанні: першіння в горлі, кашель, чхання, опіки слизуватих оболонок, бронхів.	2,0	–	–	–	Бавовняний костюм або комбінезон, берет, захисні окуляри, гумові рукавички, шкіряні чоботи
Природний газ	4	Не чинить токсикологічної дії на організм людини, але при концентраціях, що знижують вміст кисню в атмосфері до 15-16%об, викликає задуху.	300	–	–	–	Бавовняний костюм або комбінезон, берет, захисні окуляри, гумові рукавички, шкіряні чоботи
Гідроксид магнію	4	В малих дозах токсичної дії не чинить. У вигляді пилу може викликати подразнення слизових оболонок очей та носу	6	–	–	–	Респіратор «Пелюстка-200». Бавовняний костюм або комбінезон, берет, захисні окуляри, шкіряні чоботи

4.2 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори на проектуваному виробництві

Основні небезпеки виробництва хімічно осадженої крейди:

- виділення пилу вапна, вапняного молока, що можуть викликати термічні та хімічні опіки, а також виділення газів, вдихання яких може викликати отруєння, в результаті порушень технологічного режиму, нещільностей у технологічному устаткуванні;
- апарати та трубопроводи, зовнішня поверхня яких має температуру вище 40°C при відсутності ізоляції;
- апарати з рухомими деталями при відсутності на них огорожень;
- бункери при відкритих кришках;
- струмопровідні елементи при відсутності ізоляції;
- система газопостачання;
- гарячі рідини (вода, вапняне молоко, крейдяне молоко), які при потраплянні на шкіру та в очі можуть викликати опіки [1].

4.3 Класифікація і категорійність виробництва та його приміщень

Таблиця 4.4 – Класифікація виробництва за вибухопожежо-небезпечністю, ступенем вогнестійкості, електроустаткування та санітарною характеристикою

Найменування відділення	Категорія пожежонебезпечності виробництва по ОНТП 24-86	Класифікація приміщень і зовнішніх установок по ел. устаткуванню (ПУЕ-85)		Група виробничих процесів по санітарній характеристиці по СНтаП 2.09.04.37
		Клас приміщення за правилами пристрою електричного устаткування	Категорія і група вибухонебезпечних сумішей за правилами виготовлення вибухозахисного електричного устаткування	
Виробництво хімічно осадженої крейди	В	П-Ша	–	Іа

4.4 Заходи запобігання шкідливим і небезпечним виробничим факторам

4.4.1 Вентиляція виробничих приміщень

Правильна експлуатація вентиляційних установок у цеху повинна забезпечувати стан повітряного середовища в робочій зоні, що відповідає вимогам санітарних норм, а також створювати найбільш сприятливі умови при веденні технологічного процесу, збереження устаткування, будівельних конструкцій.

Для запобігання накопичення в приміщеннях газів у вибухонебезпечних концентраціях або в концентраціях, які перевищують санітарні норми, у нормальних умовах експлуатації передбачена безперервно діюча примусова припливна і природна витяжна вентиляція.

Для сповіщення про порушення в роботі припливної вентиляції передбачена світлова і звукова сигналізація з виносом на щит у центральному пульті керування. Передбачена також подача повітря до щитів біля компресорів і у ЦПК, в яких найбільш тривалий час знаходиться персонал.

У приміщеннях з виробництвами категорій А, Б, В, Е всі металеві повітроходи та припливні і витяжні вентиляційні системи мають бути заземлені.

Вентиляційні камери, майданчики та інші місця й установки вентиляційного устаткування мають бути забезпечені електричним освітленням. Майданчики для обслуговування вентиляційних систем, стаціонарні сходи і отвори в перекриттях мають та бути обмежені перилами висотою не менш 1 м. Вентиляційні камери мають бути забезпечені засобами пожежогасіння.

Вентиляційні установки не повинні створювати шуму, що перевищує припустимі норми.

Для обслуговування вентиляційних установок розпорядженням по цеху призначаються відповідальні особи з обслуговування вентиляційних установок. У випадку зупинки вентиляційної установки в зв'язку з ремонтом

									Арк
									56
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ПД.03.01.ПЗ				

або аварією майстер зміни зобов'язаний підтвердити своїм підписом у рапорті майстра зміни причини й тривалість перерви в роботі вентиляційної установки.

Крім постійно діючих припливних систем передбачений також пристрій аварійної припливної вентиляції з видаленням повітря природним шляхом – через шахти в покрівлі будівлі, що забезпечує 8-кратний повітрообмін. Пряжки для конденсатних насосів і водопровідні канали обслуговуються постійно діючою припливною вентиляцією, що забезпечує в них 10-кратний повітрообмін.

Керування електродвигунами вентиляційних систем здійснюється у біля місць установки вентиляційних агрегатів. Їхнє відключення проводиться з щита ЦПУ.

При аварійній зупинці робочих вентиляторів припливних систем передбачене автоматичне включення електродвигунів резервних вентиляторів.

Припливні осьові вентилятори, установлені за зовнішніми стінами машинного залу корпусу компресії, виконуються в іскрозахищеному виконанні з електродвигуном у вибухобезпечному виконанні.

Аварійна вентиляція включається тільки автоматично по сигналізації датчика газоаналізатора типу ГОА 5501, ГОА - 21.

Для аварійної вентиляції слід використовувати:

- основні та резервні системи загально-обмінної вентиляції та системи місцевих відсмоктувань, що забезпечує витрату повітря необхідного для аварійної вентиляції;
- тільки системи аварійної вентиляції, якщо використання основних резервних систем неможливе й недоцільне.

Витяжні пристрої (грати, патрубки) для видалення газів і пари, що поступають у приміщення, необхідно розміщувати:

- під стелею або покриттям, але не нижче 2 м від підлоги до низу отворів для видалення надлишку шкідливих газів;

						Арк
						57
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ПД.03.01.ПЗ	

- не нижче 0,4 м від площини стелі або покриття для верху отвору при видаленні вибухонебезпечних сумішей газів, парі і аерозолів (окрім водню з повітрям);
- не нижче 0,1 м від площини стелі або покриття до верху отвору в приміщення висотою 4 м і менш або нижче за 0,025 висоти приміщення (але не більш 0,4 м), у приміщеннях більше 4 м при видаленні суміші водню з повітрям [27].

Виконаємо розрахунок вентиляції приміщення лабораторії в цеху виробництва хімічно осадженого карбонату кальцію.

Кількість повітря, яку необхідно подавати в приміщення, визначається за формулою [28]:

$$W = K \cdot V, \quad (28)$$

де $K = 6$ – кратність повітрообміну, година⁻¹;

V – об'єм робочого приміщення, м³.

$$V = a \cdot b \cdot c, \quad (29)$$

де $a = 9$ – довжина робочого приміщення, м;

$b = 7$ – ширина робочого приміщення, м;

$c = 3,5$ – висота робочого приміщення, м.

$$V = 9 \cdot 7 \cdot 3,5 \approx 220,5 \text{ м}^3.$$

$$W = 6 \cdot 220,5 = 1323 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Вибирається вентилятор типа В-Ц4-70 звичайного виконання для приміщень неагресивних середовищ з температурою не вище 150°C.

Характеристики вентилятора:

Продуктивність 1350 м³/годину

Номер вентилятора 2,5

Натиск 67 мм. вод. ст.

Частота обертання	2500 об/хв.
Електродвигун	
Тип	4AA63 В2
Потужність	0,55 кВт.

4.4.2 Опалення виробничих приміщень

Опалювання приміщенні лабораторії виробництва хімічно осадженого карбонату кальцію здійснюється від ТЕЦ, в якості опалювальних приладів використовуються радіатори.

Розрахункова витрата теплоти на опалювання лабораторії визначається за формулою [28]:

$$Q_0 = q \cdot F \cdot (1 + K), \quad (30)$$

де $q = 152$ – укрупнений показник максимальної витрати на опалювання 1 м² площі приміщення, Вт/м²;

$F = 63$ – площа приміщення, м²;

$K = 0,34$ – коефіцієнт, який враховує витрату теплоти на опалювання.

Тоді витрата теплоти на опалювання:

$$Q_0 = 152 \cdot 63 \cdot (1 + 0,34) \approx 12832 \text{ Вт.}$$

Площа поверхні опалювальних приладів визначається за формулою [28]:

$$H = \frac{Q}{506}, \quad (31)$$

де $E_{\text{км}}$ – еквівалентний квадратний метр – площа поверхні нагріву приладу, що віддає 506 Вт теплоти при різниці середньої температури теплоносія і температури повітря в приміщенні, що дорівнює 64,5°С. $1 E_{\text{км}} = 0,82 \text{ м}^2$.

$$H = \frac{12832}{506} = 48 E_{\text{км}} = 20,8 \text{ м}^2.$$

						ПД.03.01.ПЗ	Арк
							59
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			

Вибирається радіатор типа М-140 АТ, у якого площа поверхні нагріву однієї секції 0,299 м², об'єм 4,1 м³, кількість секцій 70 шт.

4.4.3 Освітлення виробничих приміщень

Непостійність природного освітлення, яке міняється протягом короткого проміжку часу, викликає необхідність нормувати природне освітлення за допомогою коефіцієнта природної освітленості (КПО), що представляє собою відношення у відсотках освітленості в даній точці приміщення до спостережуваного на тому ж рівні, у той же час освітленості дифузійним світлом відкритого небозводу, і виражається в %.

Природне освітлення, здійснюване через світлові прорізи в стінах будівель (бічне світло) або у світлових ліхтарях (верхнє світло), розраховують виходячи з відношення площі світлових прорізів до площі підлоги (світловий коефіцієнт). Штучне освітлення призначене для освітлення робочих поверхонь у темний час доби або при недостатності природного освітлення.

Штучне освітлення може бути загальним і комбінованим. Застосування одного місцевого освітлення неприпустимо. Для штучного освітлення використовують: лампи накаливання, йодні лампи, люмінесцентні лампи.

Сполучене освітлення – поєднання природного та штучного освітлення.

Виробничі приміщення хімічних виробництв за зоровими умовами роботи здебільшого відносяться до IV (роботи малої точності) і V (грубі роботи) розрядів. Цехи з крупним і нескладним устаткуванням в основному відносять до V розряду (грубі роботи).

Розрахунок природного освітлення зводиться до визначення кількості віконних отворів [30].

Природне освітлення, яке відбувається через вікна, розраховують виходячи із співвідношення площі світлових отворів до підлоги, по формулі [28]:

						Арк
					ПД.03.01.ПЗ	60
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{\text{в\textsubscript{ик}}} = \frac{1}{5} \cdot S_{\text{п}}, \quad (32)$$

де $S_{\text{в\textsubscript{ик}}}$ – площа віконних отворів, м²;

$S_{\text{п}} = 63$ – площа підлоги, м².

В результаті отримаємо:

$$S_{\text{в\textsubscript{ик}}} = \frac{63}{5} = 12,6 \text{ м}^2.$$

Площа одного вікна 3,06 м², розмір вікна $S_{\text{в\textsubscript{ик}}} = 1,7 \times 1,8$ м, кількість вікон 5 шт.

Кількість світильників, необхідна для освітлення приміщення, визначається методом світлового потоку за формулою [28]:

$$n = \frac{E \cdot S \cdot K}{F \cdot U \cdot Z}, \quad (33)$$

де $E = 400$ – мінімально допустима освітленість робочих поверхонь, лк;

$S = 63$ – освітлювана площа, м²;

$F = 1720$ – світловий потік однієї лампи, залежний від її потужності, лм;

$K = 1,5$ – коефіцієнт запасу для люмінесцентних ламп у приміщеннях з малим виділенням забруднень;

$Z = 1$ – поправочний коефіцієнт, що залежить від конструкції світильника, тип світильника люмінесцентний;

$U = 1$ – коефіцієнт використання освітлювальної установки, що залежить від конструкції світильника, коефіцієнта відображення стелі та стін.

Для штучного освітлення вибираємо світильник підвісний з двома люмінесцентними лампами з дифузними віддзеркаленням. Ці лампи є найбільш поширеними джерелами світла побутових і виробничих приміщень,

						Арк
						61
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

що пояснюється наступними їх перевагами: вони прості у виготовленні, зручні в експлуатації, не вимагають додаткових пристроїв для включення в мережу.

Розміри світильника 1260×220 мм.

$$n = \frac{400 \cdot 63 \cdot 1,5}{1720 \cdot 1 \cdot 1} \approx 20 \text{ шт.}$$

Визначаємо кількість світильників [28]:

$$N = \frac{n}{n_1}, \quad (34)$$

де $n = 20$ – кількість ламп для освітлення приміщення;

$n_1 = 2$ – число ламп для одного світильника.

$$N = \frac{20}{2} = 10 \text{ шт.}$$

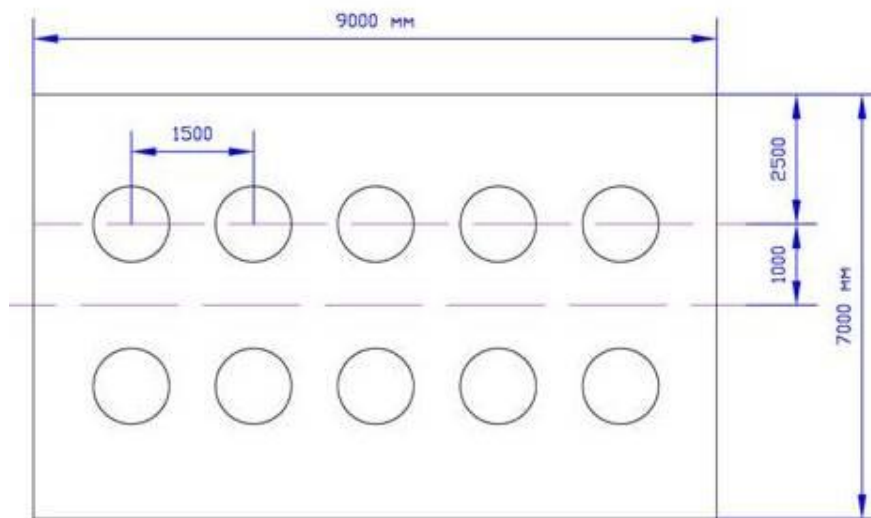


Рисунок 4.1 – Розміщення світильників

Потужність електроосвітлювальної установки з урахуванням місцевого освітлення визначається по формулі [28]:

$$N = \frac{n \cdot W + (0,1 \div 0,2) \cdot n \cdot W}{1000}, \quad (35)$$

де n – розрахункова кількість ламп для даного приміщення;

$W = 40$ – потужність однієї лампи, Вт;

$(0,1 \div 0,2) \cdot n \cdot W$ – додаткова потужність для ламп місцевого освітлення, Вт.

$$N = \frac{20 \cdot 40 + 0,1 \cdot 20 \cdot 40}{1000} = 0,88 \text{ кВт.}$$

4.4.4 Заходи боротьби з шумом та вібрацією

В якості заходів боротьби з шумом та вібрацією рекомендовано застосовувати як організаційні, так і технічні заходи:

- амортизація та віброізоляція з допомогою сталевих пружин (ресор) і пружних матеріалів (гума, повсть, деревина, пробка);
- балансування (врівноваження) рухомих і особливо обертових деталей і механізмів;
- застосування динамічних віброгасників;
- усунення або зменшення вібрації і шуму в джерелах їх утворення, а потім застосування заходів зменшення шуму на шляху його розповсюдження, а також засобів індивідуального захисту;
- зниження рівню шуму, що утворюється за руху газів і повітря в трубопроводах, шляхом збільшення площі поперечевого перетину газоходів тощо;
- жорстке кріплення віброуючих деталей та вузлів, усунення надлишкових зазорів в супраженнях машин і механізмів;
- збільшення загальної маси фундаменту і використання металічних масивних плит в фундаментних опорах;
- ізоляція фундаменту устаткування від ґрунту за допомогою повітряних розривів (акустичних швів);

						Арк
						63
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ПД.03.01.ПЗ	

- зміна числа обертів джерела вібрації для збільшення розриву між власною частотою коливань і резонансною частотою;
- заповнення потенційних резонуючих порожнин демпфуючими матеріалами (гума, повсть, азбест, тощо);
- заміна ударного устаткування безударним.

Оскільки на проектованому виробництві є вібруючі та гучні машини та деталі, то для захисту персоналу, який працює у безпосередній близькості до цього обладнання передбачено такі засоби індивідуального захисту від шуму: заглушки (антифони), які вкладаються в зовнішній слуховий прохід, і протишумні (шумозахисні) навушники та шлеми, які закривають вушну раковину ззовні. Для захисту від вібрації передбачають віброізолююче взуття і рукавички [27].

4.4.5 Заходи захисту від статичної електрики

До заходів від статичної електрики відносяться:

- запобігання накопичення зарядів на металевому устаткуванні (досягається заземленням всіх металевих частин, на яких можуть з'явитись заряди);
- послаблення генерації зарядів на твердих тілах і в рідинах (за рахунок збільшення їхньої поверхневої провідності шляхом підвищення відносної вологості повітря, хімічної обробки поверхні, зменшення швидкості переміщення матеріалів, що заряджаються, тощо);
- запобігання можливості утворення вибухонебезпечних сумішей горючих речовин з повітрям в місцях, де можуть утворюватись і накопичуватись заряди (шляхом вентиляції або використання інертних газів);
- нейтралізація накопичених зарядів на твердих і в рідких діелектриках у процесах їх виникнення або накопичення (шляхом іонізації навколишнього повітря або шляхом виконання поверхонь стикання з матеріалів з різними діелектричними проникністями);

						Арк
						64
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ПД.03.01.ПЗ	

- запобігання накопичення зарядів на твердих і в рідких діелектриках (шляхом збільшення їхньої електричної провідності з допомогою антистатичних присадок тощо).

Для відведення статичної електрики, яка накопичується на людині, передбачають:

- улаштування електропровідних підлог або заземлених зон, підмостів і робочих ділянок, заземлення ручок дверей, поручнів сходів або рукояток приладів, машин і апаратів;
- забезпечення працюючих струмопровідним взуттям;
- заборона одягу з синтетичних матеріалів та шовку, а також обручок і металевих прикрас, тощо [30].

4.4.6 Заходи електробезпеки

До заходів електробезпеки відносяться: забезпечення недоступності струмоведучих частин, що знаходяться під напругою; електричний розподіл мережі; усунення небезпеки поразки за з'явлення напруги на корпусах, кожухах та частинах електроустаткування, що досягається використанням малих напруг; застосуванням подвійної ізоляції, вирівнюванням потенціалу, захисним заземленням, зануленням, захисним відключенням; застосування спеціальних електрозахисних засобів – переносних приладів і пристроїв; організація безпечної експлуатації електроустановок тощо.

Для усунення переходу напруги на корпус і на неструмоведучі частини електричного і технологічного обладнання за замкнення на них одної з фаз застосовують захисне заземлення або занулення [29].

Розрахунок заземлюючого контуру здійснюють, виходячи з умови, що загальний опір заземлюючого контуру $R_{ззп}$, повинен бути меншим 4 Ом.

Загальний опір захисного заземлюючого пристрою визначається за формулою [28]:

						ПД.03.01.ПЗ	Арк
							65
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			

$$R_{\text{ззп}} = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot n_n \cdot \eta_3 + R_3 \cdot \eta_n}, \quad (36)$$

де R – опір заземлення, в якості якого використовуються стрижні, Ом;

R – опір лінії, що з'єднує заземлювачі, Ом;

n – кількість заземлювачів, шт.;

$\eta_3 = 0,8$ – коефіцієнт екранування заземлювача;

$\eta_n = 0,7$ – коефіцієнт екранування, що з'єднує смуги.

Опір заземлювача визначається за формулою [28]:

$$R_3 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\frac{\ln 2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{(4t+1)}{(4t-1)} \right), \quad (37)$$

де $\rho = 700$ – питомий опір ґрунту, Ом · м;

$l = 10$ – довжина стрижня, м;

$d = 0,03-0,05$ – діаметр стрижня, м;

$t = 0,5$ – відстань від середини забитого в ґрунту заземлювача до рівня землі, м;

Опір лінії, що з'єднує заземлювачі, визначається за формулою [28]:

$$R_n = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \frac{\ln 2 \cdot L}{b \cdot t'}, \quad (38)$$

де $L = 30$ – довжина смуги, що з'єднує заземлювачі, м;

$b = 0,03$ – ширина смуги при прокладці всередині будівлі, м;

$t' = 0,5$ – глибина заземлення від рівня землі, м.

Кількість заземлювачів захисного заземлюючого пристрою визначається за формулою [28]:

$$n = \frac{2R_3}{4 \cdot \eta_3}, \quad (39)$$

де 4 – допустимий загальний опір, Ом;

2 – коефіцієнт сезонності.

						Арк
						66
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t = \frac{1-t'}{2} = \frac{10 \cdot 0.5}{2} = 4,75.$$

$$R_3 = \frac{700}{2 \cdot 3,14 \cdot 10} \left(\ln \frac{2 \cdot 10}{0,03} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 4,75 + 10}{4 \cdot 4,75 - 10} \right) = 65,95 \text{ Ом.}$$

$$R_{3M} = \frac{700}{2 \cdot 3,14 \cdot 30} \cdot \ln \frac{2 \cdot 30^2}{0,03 \cdot 0,5} = 43,4 \text{ Ом.}$$

$$n = \frac{2 \cdot 65,95}{4 \cdot 0,8} = 41,22 = 42 \text{ шт.}$$

$$R_{3\text{ЗП}} = \frac{65,95 \cdot 43,4}{43,4 \cdot 42 \cdot 0,8 + 65,95 \cdot 0,7} = 1,90 \text{ Ом.}$$

Після проведення всіх розрахунків значення $R_{3\text{ЗП}}=1,90 \text{ Ом} \leq 4 \text{ Ом}$, то захисний заземлюючий пристрій зможе забезпечити електробезпеку виробничої будівлі.

4.5 Заходи пожежної безпеки на виробництві

Вимоги пожежної безпеки передбачають основні заходи як запобігання виникнення і поширення пожеж і вибухів, так і ефективного протипожежного захисту об'єкту (заводу, цеха, ділянки, лабораторії тощо), який проектується.

До таких заходів відносяться:

- технічні і організаційні заходи з запобігання утворення пожежо- та вибухонебезпечних середовищ;
- технічні і організаційні заходи з запобігання виникнення і проявлення імпульсів загоряння (організація місць для виробництва вогневих робіт, вибір відповідного електрообладнання, у тому числі світильників, усунення вияву зарядів статичної електрики, блискавкозахист і таке інше);
- технічні і організаційні заходи з запобігання виникнення пожеж і

						Арк
						67
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- вибухів (необхідно вказати ступінь вогнестійкості будівель і споруд, спосіб розміщення вогнеперекривачів, брандмауерів, водяних завіс, огороження технологічних установок, аварійні заходи тощо);
- протипожежний водопровід (низького або високого тиску) на території об'єкта і пожежний водопровід в будівлях виробництв і складів;
 - упорядкування пожежонебезпечних приміщень спринклерними або дренчерними пристроями автоматичного гасіння пожеж водою;
 - стаціонарні установки в цехах систем пінного і вуглекислотного вогнегасіння, спеціальний підвід водяної пари або азоту концентрацією, не меншою за 97 % об.;
 - улаштування пожежного депо з автомашинами і іншими пересувними пристроями для гасіння пожеж;
 - мережа пожежних проїздів на території об'єкта, який проектується;
 - улаштування резервуарів (наземних і підземних) або інших водоймищ для недоторканого запасу води та ін [31].

Вогнеприпинювачами називають захисні пристрої, які вільно пропускають паро-, пило- або газоповітряну суміш, але не пропускають полум'я. Вони встановлюються на дихальних лініях резервуарів, мірників і апаратів з легко спалахуючими рідинами і горючими газами. Вогнеприпинювачі є корпусами з металевою насадкою в вигляді гофрованих пластин, пакету металевих сіток, фольгованих касет, гравію, мінеральної вати або кілець Рашига.

Принцип дії вогнеприпинювача оснований на тому, що горюча суміш, яка проходить через нього, розбивається у насадці на тонкі струмені. За окиснення горючої суміші в каналах малого діаметра можливість тепловтрати перевищує тепловиділення, і горіння припиняється.

На особливо відповідальних ділянках газопроводів, газоходів, пилопроводів в сполученні з вогнеприпинювачами ставлять розривні мембрани.

						Арк
						68
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Рекомендовано також застосовувати автоматичні системи відсікання полум'я механічної або гідравлічної дії (перекриття заслінками газопроводу, подача води для охолодження).

За розробки протипожежних заходів слід звернути особливу увагу на склади, а саме на склади і злив небезпечних рідин, насосні для вогненебезпечних рідин, склади горючих рідин і кислот, які зберігаються в скляній тарі, склади балонів з стисненими, зрідженими і розчиненими газами. Пожежна профілактика на складах повинна забезпечувати ефективну безпечну роботу на виробництві, що проектується.

Розрахунок потреби кількості недоторканого протипожежного запасу води здійснюється з урахуванням таких рекомендацій:

- тривалість пожежі приймається рівною 3 годинам;
- за нормами припускається вірогідність виникнення одної пожежі на підприємстві, розміщеному на площі 150 га, і двох пожеж на підприємстві, яке займає площу понад 150 га.

Витрати води для зовнішнього гасіння нормуються залежно від ступеню вогнестійкості будівель і категорійності виробництва за пожежною безпекою.

Оскільки проектоване виробництво має категорію за пожежною безпекою – Б та ступінь вогнестійкості будівель II, а об'єм будівель складає близько 7500 м³, то витрати води на зовнішнє вогнегасіння через гідрант на одну пожежу приймається рівним 15 л/с.

Для внутрішнього гасіння пожежі приймається додаткова витрата води 5 л/с (два струменя по 2,5 л/с). За наявності спринклерної установки для її постачання приймається витрата води 10 л/с.

До первинних найпростіших засобів гасіння осередків загорянь відносяться ручні вогнегасники: хімічнопінні, повітрянопінні (ОП-5, ОХП-10, ОПВ-5,10 та ін.), вуглекислотні ЕОУ-5,10), ящики з піском, щити з пожежним інвентарем, вовняні або азбестові ковдри та ін [32].

						Арк
					ПД.03.01.ПЗ	69
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

5 КОМПОНОВКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Основою для компоновки технологічного обладнання служать: технологічна схема, специфікація технологічного обладнання та технологічні завдання на розробку всіх суміжних частин проекту.

На першому етапі виділяється обладнання, яке за експлуатаційними характеристиками або за вимогами технологічного процесу необхідно встановлювати в опалювальних будівлях (компресори, мішалки, фільтр-преси). Потім виділяється обладнання, що встановлюється під навісами (в основному насоси), і обладнання, що розташовується відкрито, але на підвищених відмітках (спеціально створюваних для цієї мети постаментів і етажерках).

Для виділеного обладнання визначаються наближені габарити будівель, постаментів, етажерок і навісів. Частіш за все постаменти одночасно виконують роль навісів для насосів, розташованих під ними. Габарити будівель визначаються з урахуванням допоміжних приміщень: вентиляційних камер, електрощитових і місцевих операторних. Інша частина обладнання, що встановлюється відкрито, групується в технологічні блоки. Блоки розділяються за функціональним призначенням, по висотному габарити і за іншими признаками.

Потім залучаючи відповідних спеціалістів визначаються наближені габарити приміщень і будівель для центральної операторної, розподільно-трансформаторної підстанції і протипожежної водопінної насосної станції.

Фасад виробничої будівлі виробництва хімічно осадженого карбонату кальцію виконано в простих архітектурних формах з горизонтальним розташуванням вікон. Віконні палітурки, прийняті по серії ПР-50173 ГОСТ-12-506-77 і ГОСТ-12-14-80. Двері дерев'яні по ГОСТ-6629-84. Ворота

					<i>ПД.03.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Ганечко О.В.</i>			<i>Компоновка технологічного обладнання</i>	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Зубцов Є.І.</i>					70	95
<i>Консультант</i>						<i>СНУ ім. В. Даля каф. ХІЕ, гр.ТНР-19зм</i>		
<i>Н.Контроль</i>								
<i>Зав. каф.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						

дерев'яні по серії 1.434.36629-84. Покриття без ліхтарів. Покрівля з внутрішнім водостоком. Утеплювач прийнято з розрахунку пінобетону $j = 500 \text{ кг/м}^3$.

Фундаменти під колони каркасу будівлі виробничого приміщення прийняті монолітними залізобетонними сталевого типу. Каркас будівлі запроектований у збірному варіанті, внутрішня етажерка запроектована із збірних залізобетонних колон і металевих майданчиків. Зовнішні стіни викладені в деяких місцях з червоної цегли. Обладнання, яке викликає вібрацію конструкції, в даному виробництві немає. Для вентиляційних установок передбачаються віброізолятори. За безпекою виробництво відноситься до категорії «В».

Евакуація з виробничого приміщення забезпечується на першому поверсі через двері та ворота. Захист конструкцій від руйнувань під час пожежі забезпечується застосуванням типових збірних залізобетонних та металевих конструкцій з необхідною межею вогнестійкості. Шум, виникаючий під час роботи технологічного обладнання в межах нормованого, за винятком вентиляційних установок, що встановлюються в окремому приміщенні на віброізолятори, конструкції яких розташовуються нижче за позначку 0.000 і покриваються гарячої бітумної мастикою за 2 рази по холодній бітумній ґрунтовці. Металоконструкції, розташовані на відкритому повітрі, покриваються атмосферним лакофарбовим складом. Заставні та з'єднуючі деталі залізобетонних конструкцій оцинковуються.

Побутові приміщення розміщені з максимальним наближенням до робочих місць, вбудовані до виробничої будівлі розміром у плані 12×36 м. При проектуванні побутових приміщень були враховані можливості обсягів об'єднання в окремо-технологічні вузли приміщення душових, туалетів та умивальників, створивши тим самим їх як в суміжному розміщенні на поверхах. Гардероб для зберігання домашнього і робочого одягу, туалети, умивальники, душові спроектовані для чоловіків і жінок.

						Арк
					ПД.03.01.ПЗ	71
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Склад і кількість обладнання побутових приміщень, їх розмір необхідної площі обраний з урахуванням кількості працюючих даного цеху. На першому поверсі розташовані приміщення масового користування: гардероб з туалетами, умивальниками, душові, медичний пункт, кімната прийому їжі. На верхньому поверсі розміщені цехові, адміністративно-конторські приміщення, лабораторія.

На відкритих майданчиках розташовуються шахтні вапняно-випалювальні печі, циклони, склад вапняку.

Зона ремонту включає в себе майданчики для виконання ремонтних робіт, площу для монтажу і демонтажу обладнання.

Зона технологічного обладнання та ремонту розташовується по периметру обладнання на рівні 2 м від підлоги. У місцях обслуговування обладнання на висоті понад 2 м спроектовані майданчики з постійною сходами до них, на одній стороні яких вільний прохід шириною 0,7 м. Настил виконаний на майданчику з рифленої сталі. По периметру майданчиків обслуговування влаштовані огороження висотою 1 м із забитою на 15 см знизу суцільний бортовий обшивкою.

Службові сходи на майданчиках обслуговування виконані з поручнями. Ширина маршу 0,7-0,9 м, висота підсходинки 250-280 мм, кут нахилу до підлоги 45 °

Ширина вільного проходу між обладнанням визначена з урахуванням висоти виступаючих елементів сусідніх агрегатів. Цей прохід не використовується для обслуговування і ремонту самого устаткування. Він потрібен для переходу робітників з однієї ділянки агрегату на інший.

У місцях відсутності приладів, допоміжного обладнання відстань від стіни до агрегатів чи суміжному обладнанню одно не менше 0,8 м [1].

						Арк
					ПД.03.01.ПЗ	72
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона навколишнього середовища на хімічному підприємстві характеризується комплексом вжитих заходів, які спрямовані на попередження негативного впливу людської діяльності підприємства на навколишню природу, що забезпечує сприятливі та безпечні умови людської життєдіяльності. Враховуючи стрімкий розвиток науково-технічного прогресу, перед людством постала складна задача – охорона найважливіших складових навколишнього середовища (земля, вода, повітря), схильних сильному забрудненню техногенними відходами і викидами, що призводить до окислення ґрунту і води, руйнування озонового шару землі та кліматичним змінам. Промислова політика всього світу привела до таких незворотних і суттєвих змін в навколишньому середовищі, що це питання (охорона навколишнього середовища на підприємстві) стало загальносвітовою проблемою і примусило державні апарати розробити довгострокову екологічну політику зі створення внутрішньодержавного контролю за ПДВ.

Основними умовами для поліпшення екології в країні є: раціональне використання, охорона і витрата запасів природного резерву, забезпечення безпеки екології та протирадіаційні заходи, підвищення і формування екологічного мислення у населення, а також контроль над екологією в промисловості [33].

Досконалість технології виробництва будь-якого продукту оцінюється кількістю одержуваних відходів і ступенем їх утилізації.

Твердими відходами в виробництві хімічно осадженої крейди є: вапняк фракцією менше 40 мм, вапно фракцією менше 20 мм, відходи гасіння в вигляді недопалу і пилу, осадженого при очищенні газів вапняно-випалювальних печей; рідкі – вапняна суспензія з гідроциклонів,

					<i>ДП.03.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Ганечко О.В.</i>			<i>Екологія та охорона навколишнього середовища</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Зубцов Є.І.</i>					73	95
<i>Консультант</i>						<i>СНУ ім. В. Даля каф. ХІЕ, гр.ТНР-19зм</i>		
<i>Н.Контроль</i>								
<i>Зав.каф.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						

фільтрат після розділення крейдної суспензії і забруднена вода зі зрошуваних циклонів випалювальних печей, шлам з вібросит при очищенні крейдної суспензії.

Газоподібні викиди в атмосферу – це відпрацьовані гази з карбонізаторів (запиленість не більше 10 мг/м³) і димові гази із сушарок (запиленість не більше 20 мг/м³). Вміст в димових газах шкідливих речовин після очищення нижче гранично допустимих концентрацій.

В табл. 6.1 наведений хімічний і гранулометричний склад відходів виробництва хімічно осадженої крейди.

Таблиця 6.1 – Хімічний і гранулометричний склад відходів виробництва хімічно осадженої крейди

Відходи	Масовий вміст компонентів, %				Гранулометричний склад % мас.				
	CaCO ₃	CaO	Доміш-ки	H ₂ O	40-20 мм	20-3 мм	3-0,5 мм	0,5-0,3 мм	менше 0,3 мм
Вапняк	87-91	–	5-8	1-3	20-35	50-55	20-25	7-8	1-3
Вапно	4-6	85-91	7-9	–	–	70-75	20-25	7-10	3-5
Крупний недопал	80-85	3-6	4-8	6-10	–	–	–	–	–
Дрібний недопал	30-35	23-28	7-9	25-30	10-20	30-45	25-30	5-10	–
Вапняна суспензія із гідроциклонів	4-6	20-25	6-9	60-70	–	–	–	–	100
Шлам із вібросит	30-40	–	10-15	40-55	–	–	–	–	100
Пил із пічних газів	45-60	30-35	5-8	10-12	–	–	3-4	10-15	80-90

У виробництво знову повертаються: фільтрат крейдної суспензії, який використовується після відстоювання або фільтрації у процесі гасіння вапна; недопал крупніше 40 мм, який повертається на випал в шахтні печі.

Вапно фракцією менше 20 мм продається споживачам в якості будівельного вапна.

На будівельне вапно перероблюється осад після фільтрації вапняної суспензії з гідроциклонів і пил вапняно-випалювальної печі.

Із осаду після фільтрації вапняної суспензії з гідроциклонів одержують меліорант для обробки підзолистих та кислих ґрунтів.

Вапняк з розміром часток менше 40 мм може бути використаний в якості будівельного щебеню, а відфільтрований осад після гідроциклонів і вібросита – у виробництві силікатної цегли [1].

					ДП.03.01.ПЗ	Лист
						75
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

7.1. Загальна характеристика проєктованих заходів

7.1.1 Вихідні дані до обґрунтування економічної ефективності проєктованих заходів

Проєктна потужність виробництва хімічно осадженої крейди 220 тис. т/рік. Виробництво складається з одної технологічної лінії.

Калькуляція діючого виробництва хімічно осадженої крейди станом на 2020 р. приведена в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Калькуляція діючого виробництва хімічно осадженої крейди

Найменування статей витрат	Одиниця вимірювання	Витрати на одиницю продукції		
		кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Сировина і основні матеріали, в т.ч.				
Вапняк	кг	1465	0,15	219,75
Природний газ	м ³	88	11,81	1071,84
Разом сировина і основні матеріали	грн			1291,59
Енерговитрати, в т.ч.				
Електроенергія	кВт/год	55,5	2,27	125,98
Вода річкова фільтрована	м ³	8,8	9,492	83,53
Повітря	м ³	15,9	0,16	2,54
Разом енерговитрати	грн			212,05
Зарплата основна з нарахуваннями	грн			41,27
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування (ВУЕУ)	грн			98,74
в т.ч. амортизація				28,62
Загальновиробничі витрати	грн			32,42
Інші				20,89
Повна собівартість	грн			1465,58

					ПД.03.01.ПЗ		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Ганечко О.В.			Літ.	Аркуш	Аркушів
Керівник		Зубцов Є.І.				76	95
Консультант					Техніко-економічні розрахунки СНУ ім. В. Даля каф. ХІЕ, гр.ТНР-19зм		
Н.Контроль							
Зав. каф.		Суворін О.В.					

Дані з графіка ППР:

1. Календарний фонд часу $T_{\text{кал}} = 8760$ годин.
2. Плановані простої в ремонті $T_{\text{рем}} = 480$ годин

Структура основних виробничих фондів виробництва хімічно осадженої крейди представлена в табл. 7. 2.

Таблиця 7. 2 – Структура основних виробничих фондів

Найменування	Кошторисна вартість, тис. грн
1. Будівлі	12998,58
2. Споруди	79848,42
Усього будівлі і споруди	92847
3. Основне технологічне устаткування	43328,6
4. Допоміжне устаткування	18569,4
Усього устаткування	61898
Усього основні фонди	154745,0

7.1.2 Проектовані організаційно-технічні заходи

Новим технічним рішенням пропонується процес гасіння вапна здійснювати в присутності добавки – гідроксиду магнію в кількості 3% від маси активного оксиду кальцію в вихідному вапні з метою зниження в'язкості вапняної суспензії, зменшення втрат активного CaO, а також зниження вмісту домішок в суспензії.

Впровадження нового технічного рішення в діючу технологію дасть можливість підвищити якість готової продукції – хімічно осадженої крейди – за рахунок поліпшення фізико-хімічних властивостей вапняного молока.

7.2 Розрахунок річної виробничої потужності

Виробництво хімічно осадженої крейди є безперервним виробництвом.
Річна виробнича потужність визначається за формулою:

$$\Pi_p = q_{\Gamma} \cdot N \cdot T_{\text{еф}}, \quad (40)$$

де $q_{\Gamma} = 26,6$ – годинна продуктивність устаткування, т/годину;

$N = 1$ – кількість паралельно працюючих одиниць однотипного устаткування, шт;

Ефективний фонд робочого часу:

$$T_{\text{еф}} = T_{\text{кал}} - T_{\text{рем}}, \quad (41)$$

де $T_{\text{кал}}$ – календарний фонд часу, година;

$T_{\text{рем}}$ – річний час простою устаткування в ремонтах, година.

$$T_{\text{еф}} = 8760 - 480 = 8280 \text{ годин.}$$

Річна виробнича потужність:

$$\dot{I}_{\delta} = 26,6 \cdot 1 \cdot 8280 = 220000 \text{ т/рік.}$$

Річний обсяг проектного виробництва (Q_1) приймаємо на рівні розрахованої річної виробничої потужності (Π_p):

$$\Pi_p = Q_1 \quad (42)$$

При цьому не відбувається збільшення випуску продукції (ΔQ) в порівнянні з виробництвом, що діє (Q_0).

Індекс потужності підприємства визначається за формулою:

$$J_Q = \frac{Q_1}{Q_0}, \quad (43)$$

$$J_Q = \frac{220000}{220000} = 1,00.$$

						Арк
						78
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.03.01.ПЗ	

7.3 Розрахунок одноразових витрат на впровадження проектованих заходів

При впровадженні проектованих заходів здійснюються одноразові витрати на придбання, транспортування і монтаж необхідного устаткування. Прейскурантна вартість впроваджуваного устаткування представлена в табл. 7.3.

Таблиця 7.3 – Прейскурантна вартість впроваджуваного устаткування

Найменування устаткування	Кількість одиниць	Прейскурантна ціна одиниці, грн/шт	Прейскурантна вартість, грн.
Бункер гідроксиду магнію	1	96000	96000
Змішувач	1	325000	325000
Разом вартість устаткування		421000	421000

Кошторисна вартість впроваджуваного устаткування з урахуванням додаткових витрат на транспортування і монтаж представлена в табл. 7.4.

Таблиця 7.4 – Кошторисна вартість впроваджуваного устаткування з урахуванням додаткових витрат

Найменування устаткування	Прейскурантна вартість, грн.	Додаткові витрати, грн		Всього кошторисна вартість, грн.
		транспортні витрати	монтаж і установка	
Бункер гідроксиду магнію	96000	2880	17280	116160
Змішувач	325000	9750	58500	393250
Усього вартість устаткування	421000	12630	75780	509410

7.4. Аналіз зміни собівартості продукції

7.4.1 Обґрунтування і розрахунок індексів зміни витрат

Індекси зміни норм витрат на одиницю продукції (питомих витрат) окремих видів матеріально-сировинних і енергетичних ресурсів (I^B) в результаті впровадження заходів проекту розраховуються за формулою:

$$I^B = \frac{H_{B_1}}{H_{B_0}}, \quad (44)$$

де H_{B_0} , H_{B_1} – норми витрат окремих видів матеріально-сировинних і енергетичних ресурсів на виробництво одиниці продукції до і після впровадження заходів проекту відповідно.

Індекси зміни цін (I^C) на окремі види матеріально-сировинних і енергетичних ресурсів розраховуються за формулою:

$$I^C = \frac{C_1}{C_0} \quad (45)$$

де C_0 , C_1 – ціни на окремі види матеріально-сировинних і енергетичних ресурсів до і після впровадження заходів проекту.

У даному випадку впровадження проектованих заходів не робить впливу на зміну цін матеріальних і енергетичних ресурсів, $I^C = 1$.

Індекс зміни річних витрат за статтею «Витрати на утримання та експлуатацію устаткування» може бути прийнятий рівним індексу зміни вартості устаткування підприємства (підрозділу) при впровадженні заходів, що проектуються ($I^{B_{yc}}$):

$$I^{B_{yc}} \approx I^{B_{yc}} = \frac{B_{yc1}}{B_{yc0}} = \frac{B_{yc0} + \Delta B_{yc}}{B_{yc0}} \quad (46)$$

де B_{yc0} , B_{yc1} – вартість устаткування підприємства (підрозділу) до і після впровадження заходів проекту відповідно;

ΔB_{yc} – витрати на придбання впровадженого устаткування, млн. грн.

$$I^{B_{yc}} = \frac{61,898 + 0,509410}{61,898} = 1,0082.$$

						Арк
						80
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

7.4.2 Розрахунок зміни собівартості продукції в проектованому періоді

Розрахунок проводиться за калькуляційними статтями з урахуванням їх питомої ваги в загальній собівартості продукції.

Зміна повної собівартості за статтею «Сировина і матеріали»:

За проектом додається гідроксид магнію вартістю 248,33 грн/т (23,1кг/т за ціною 10,75 грн/кг):

$$\Delta C = 100 \cdot \frac{1191,59}{1465,58} = 6,599\%.$$

Зміна повній собівартості за статтею «ВУЕУ»:

$$\Delta C = 100 \cdot \left(\frac{I_{ст}}{I_Q} - 1 \right) \cdot d_{ст} \cdot d_{ам}, \quad (47)$$

де $d_{ст}$ – питома вага статті «ВУЕУ» у собівартості продукції;

$$\Delta C = 100 \cdot \left(\frac{1,0082}{1,0} - 1 \right) \cdot 0,14 \cdot 0,07 = 0,034\%.$$

Згідно розрахунків отримані результати приведені в табл. 7.5.

Таблиця 7.5 – Зміна собівартості продукції

Статті витрат	Витрати на діючому виробництві		Зміна витрат		Витрати в проектованому виробництві
	грн/т	питома вага, $d_{ст}$	%	грн	грн/т
Сировина і матеріали	1191,59	0,81	6,6	48,33	1239,92
Енерговитрати	212,05	0,14	-	-	212,05
Зарплата основна нарахуваннями з	41,27	0,28	-	-	41,27
ВУЕУ	98,74	0,07	0,0344	0,32	99,1
Загальновиробничі витрати	32,42	0,02	-	-	32,42
Інші витрати	20,89	0,14	-	-	20,89
Усього	1465,58	1,0	26,63	248,65	1645,65

7.5 Розрахунок техніко-економічних показників

Зміна річного обсягу виробництва:

у натуральному виразі:

$$\Delta Q = Q_1 - Q_0, \quad (48)$$

$$\Delta Q = 0.$$

у вартісному виразі:

$$Q^B = Q \cdot C, \quad (49)$$

де C – ціна 1 тонни хімічно осадженої крейди, $C_0 = 1555$ грн, $C_1 = 1780$ грн.

$$Q_0^{\hat{a}} = 220000 \cdot 1555 = 101075 \text{ òñ.ãđí.}$$

$$Q_1^{\hat{a}} = 220000 \cdot 1780 = 115700 \text{ òñ.ãđí.}$$

$$\Delta Q^B = 115700 - 101075 = 14625 \text{ тис. грн.}$$

або в процентному відношенні зміна вартісного обсягу виробництва складе:

$$\Delta Q^B = \left(\frac{Q_1^B}{Q_0^B} - 1 \right) \cdot 100\%, \quad (50)$$

$$\Delta Q^B = \left(\frac{115700}{101075} - 1 \right) \cdot 100 = 24,7\%.$$

Зміна собівартості одиниці продукції:

$$\Delta C = C_1 - C_0, \quad (51)$$

де C_0, C_1 – собівартість продукції на діючому та проектованому виробництвах, відповідно.

$$\Delta C = 1645,65 - 1465,58 = 180,7 \text{ грн/тонну.}$$

або в процентному відношенні зміна собівартості складе:

$$\Delta C = \left(\frac{C_1}{C_0} - 1 \right) \cdot 100\%, \quad (52)$$

$$\Delta C = \left(\frac{1645,65}{1465,58} - 1 \right) \cdot 100 = 22,8\%$$

									Арк
									82
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.03.01.ПЗ				

Прибуток на одиницю продукції:

$$\Pi = \text{Ц} - \text{С}, \quad (53)$$

$$\Pi_0 = 1555 - 1465,58 = 89,42 \text{ грн/тонну};$$

$$\Pi_1 = 1780 - 1645,65 = 134,35 \text{ грн/тонну}$$

Зміна прибутку на одиницю продукції:

$$\Delta\Pi = \Pi_1 - \Pi_0 \quad (54)$$

$$\Delta\Pi = 134,35 - 89,42 = 44,93 \text{ грн/тонну.}$$

у процентному виразі:

$$\Delta\Pi = \left(\frac{\Pi_1}{\Pi_0} - 1 \right) \cdot 100\%, \quad (55)$$

$$\Delta\Pi = \left(\frac{134,35}{89,42} - 1 \right) \cdot 100 = 50,3\%.$$

Вартість основних фондів:

Основні фонди на виробництві, що діє, складають:
 $\Phi_0 = 154745,0$ тис. грн.

Основні фонди на проектованому виробництві знаходяться за формулою:

$$\Phi_1 = \Phi_0 + \Phi_{\text{вв}}, \quad (56)$$

де $\Phi_{\text{вв}}$ - витрати на введення устаткування.

$$\Phi_1 = 154745 + 509,41 = 155254,41 \text{ тис. грн.}$$

Фондовіддача:

на діючому виробництві:

$$f = \frac{Q^{\text{в}}}{\Phi}, \quad (57)$$

						Арк
					ДП.03.01.ПЗ	83
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$$f_0 = 101075/154745 = 0,44 \text{ грн/грн.}$$

на проектованому виробництві:

$$f_1 = 115700/155254,41 = 0,58 \text{ грн/грн.}$$

Зміна фондівдачі:

у абсолютному виразі:

$$\Delta f = f_1 - f_0, \quad (58)$$

$$\Delta f = 0,74 - 0,65 = 0,09 \text{ грн/грн.}$$

у процентному виразі:

$$\Delta f = (f_1/f_0 - 1) \cdot 100 \%, \quad (59)$$

$$\Delta f = (0,58/0,44 - 1) \cdot 100 = 21,8 \%.$$

Річний прибуток:

$$\Pi^P = \Pi \cdot Q \quad (60)$$

на діючому виробництві:

$$\ddot{\text{I}}_0^{\delta} = 89,42 \cdot 220 = 5812,3 \text{ тис. грн.}$$

на проектованому виробництві:

$$\ddot{\text{I}}_1^{\delta} = 134,35 \cdot 220 = 8732,75 \text{ тис. грн.}$$

$$\Delta \Pi^P = \left(\frac{\Pi_1^P}{\Pi_0^P} - 1 \right) \cdot 100\% \quad (61)$$

$$\Delta \Pi = \left(\frac{8732,75}{5812,3} - 1 \right) \cdot 100 = 50,3\%.$$

Рентабельність витрат на виробництво:

$$P = \frac{\Pi}{C} \cdot 100\%, \quad (62)$$

на діючому виробництві:

						Арк
						84
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.03.01.ПЗ	

$$P_0 = \frac{89,42}{1465,58} \cdot 100 = 13,0\%.$$

на проектованому виробництві:

$$P_1 = \frac{134,35}{1645,65} \cdot 100 = 16,7\%.$$

Зміна рентабельності витрат на виробництві:
у абсолютному вигляді:

$$\Delta P = P_1 - P_0 \quad (63)$$

$$\Delta P = 16,7 - 13 = 3,7 \%$$

Продуктивність праці основних робітників:

$$\Pi^n = \frac{Q}{N}, \quad (64)$$

де $N = 27$ – чисельність основних робітників, особа.

$$\dot{I}_0^i = \dot{I}_1^i = \frac{220000}{27} = 8148 \text{ ò/ĕpàĕĭâ.}$$

Зміна продуктивності праці основних робітників:
у абсолютному виразі:

$$\Delta \Pi^n = 0 \text{ т/людина.}$$

у процентному виразі:

$$\Delta \Pi^n = 0,0\%.$$

Річний економічний ефект від збільшення прибутку:

$$\Delta \Pi = 8732,75 - 5812,3 = 2920,45 \text{ тис. грн.}$$

Термін окупності одноразових витрат визначається за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\Phi_{\text{вв}}}{E_{\text{п}}} \quad (65)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{509,410}{2920,45} = 0,1 \text{ року.}$$

						Арк
						85
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.03.01.ПЗ	

Результати розрахунків зведено в табл. 7.6.

Таблиця 7.6 – Техніко-економічні показники

Показники	Одиниці вимірювання	Виробництво, що діє	Проектоване виробництво	Зміна показників, %
1. Річний обсяг виробництва продукції:				
• у натуральному вигляді	тис. т	220	220	-
• у вартісному вигляді	млн. грн	101075	115700	24,7
2. Ціна одиниці продукції	грн/т	1555	1780	24,7
3. Річна собівартість виробництва продукції	тис. грн	95262,7	106967,25	26,6
4. Річний прибуток від виробництва продукції	тис. грн	5812,3	8732,75	50,3
5. Собівартість одиниці продукції	грн/т	1465,58	1645,65	22,8
6. Прибуток на одиницю виробленої продукції	грн/т	89,42	134,35	50,3
7. Рентабельність витрат на виробництво продукції	%	13,0	16,7	3,7
8. Вартість основних виробничих фондів	тис. грн	154745,0	155254,41	0,33
9. Фондовіддача	грн/грн	0,44	0,58	21,8
10. Чисельність основних робітників	осіб	27	27	-
11. Продуктивність праці основних робітників	т/люд	8141,0	8141,0	-
12. Одноразові витрати на заходи	тис. грн	-	509,41	-
13. Річний економічний ефект від збільшення прибутку	тис. грн	-	2920,45	-
14. Термін окупності одноразових витрат	років	-	0,1	-

Аналіз техніко-економічних показників показує що запропоновані заходи, не приведуть до зміни потужності виробництва та чисельності робітників, але збільшиться вартість матеріальних ресурсів, що збільшить

собівартості одиниці продукції на 22,8%. При цьому, за рахунок підвищення якості готової продукції – хімічно осадженої крейди, прибуток на одиницю продукції збільшиться на 50,3%. Одноразові витрати на заходи складають 509410 грн. Вартість основних фондів збільшиться на 0,33%. Фондовіддача збільшиться на 21,8%. Рентабельність витрат на виробництво зросте на 3,7%.

Річний економічний ефект від збільшення прибутку 2920,45 тис. грн, при цьому витрати окупляться за 0,1 року.

Після розрахунку змін техніко-економічних показників можна зробити висновок про доцільність запропонованих заходів.

						Арк
						87
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.03.01.ПЗ	

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті розроблена стадія гасіння вапна в виробництві хімічно осадженої крейди потужністю 220 тис. т/рік.

Нове технічне рішення, прийняте за результатами огляду та аналізу патентно-технічної літератури та рекомендоване до впровадження в діючу технологію, дасть можливість знизити собівартість готової продукції, що у свою чергу приведе до зростання рентабельності на 3,7% у порівнянні з діючим виробництвом, річний економічний ефект від збільшення прибутку складатиме 2920,45 грн.

В дипломному проекті на підставі прийнятого технічного рішення була удосконалена технологічна схема виробництва хімічно осадженої крейди, виконаний розрахунок матеріального та теплового балансів стадії гасіння вапна, а також його конструктивний та механічний розрахунок, вибрано основне і допоміжне технологічне обладнання.

Запропонована система автоматизації стадії гасіння вапна дозволяє проводити технологічний процес відповідно до норм технологічного режиму, що забезпечує високу якість продукції, яка відповідає нормам ГОСТу.

Організація охорони праці на проектованому виробництві дозволяє забезпечувати безпеку, збереження здоров'я та працездатність робітників в процесі праці.

Охороні навколишнього середовища від відходів виробництва хімічно осадженої крейди приділена значна увага в дипломному проекті.

					<i>ДП.03.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ганечко О.В.</i>			<i>Висновки</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Зубцов Є.В.</i>					88	95
<i>Консультант</i>						<i>СНУ ім. В. Даля каф. ХІЕ, гр.ТНР-19зм</i>		
<i>Н.Контроль</i>								
<i>Зав. каф.</i>		<i>Свєорін О.В.</i>						