

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок
та косметичних засобів**

«До захисту в ЕК»
Директор інституту ННІХТ
Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

«__» червня 2023 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри ТЖХТ
Тамара НОСЕНКО
(підпис) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

«__» червня 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Хімічна технологія
на тему: Удосконалення технології одержання магній гідроксиду
з бішофіту

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ХТ-4-13

КРЕЩУК Анатолій Миколайович
(ПРІЗВИЩЕ, Ім'я та По батькові повністю) (підпис)

Керівник ФЕСИЧ Ігор Володимирович
(ПРІЗВИЩЕ, Ім'я та По батькові повністю) (підпис)

Консультанти Ігор ЖИТНЕЦЬКИЙ
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Рецензент Віра ІЩЕНКО
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач(ка) _____
(підпис)

Київ – 2023 р.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	Житнецький І.В. к.т.н., доцент кафедри МАХтаФВ	05.05.2023	31.05.2023

7. Дата видачі завдання _____ 01 квітня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	01.05.2023	
2	РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	02.05.2023-04.05.2023	
3	РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	05.05.2023-10.05.2023	
4	РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	11.05.2023-15.05.2023	
5	РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	16.05.2023-18.05.2023	
6	РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	19.05.2023-24.05.2023	
7	РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	25.05.2023-29.05.2023	
8	ВИСНОВКИ	30.05.2023-31.05.2023	
9	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	02.05.2023-30.05.2023	
10	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	03.05.2023-15.05.2023	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10.05.2023-20.05.2023	
12	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	01.06.2023-05.06.2023	

Здобувач _____
(підпис)

Анатолій КРЕЩУК _____
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____
(підпис)

Ігор ФЕСИЧ _____
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ЗАПИСКА ПОЯСНЮВАЛЬНА: 78 С., 14 РИС., 21 ТАБЛ., 23 ДЖЕРЕЛ.

У даній кваліфікаційній роботі наведено удосконалену технологію одержання магній гідроксиду. Робота складається із вступу, п'яти розділів та висновку.

В першому розділі наведено аналіз науково-технічної літератури з загальних характеристик гідроксиду магнію, його використання та методів отримання магній гідроксиду.

В другому розділі наведено характеристику вихідної сировини для виробництва магній гідроксиду, розраховано матеріальний і тепловий баланси, наведено принципову технологічну та апаратурно-технологічну схеми та їх опис та здійснено підбір обладнання.

В третьому розділі наведено техніко-економічне обґрунтування виробництва магній гідроксиду та показано економічний розрахунок доцільності виготовлення гідроксиду магнію.

В четвертому розділі наведено показники якості одержаного гідроксиду магнію та представлена організація системи контролю якості на виробництві.

В п'ятому розділі наведено заходи з охорони навколишнього середовища на виробництві та представлено основні правила з техніки безпеки.

У висновках узагальнено і наведено результати досліджень.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МАГНІЙ ГІДРОКСИД, Е528, УДОСКОНАЛЕННЯ, ОСАДЖЕННЯ, БІШОФІТ, ОДЕРЖАННЯ, ВИРОБНИЦТВО, МОКРИЙ СПОСІБ, ЗАСТОСУВАННЯ, ГІДРОКСИД МАГНІЮ.

ABSTRACT

EXPLANATORY NOTE: 78 p., 14 FIG., 21 TABLES, 24 SOURCES.

In this qualification work, an improved technology for obtaining magnesium hydroxide is given. The work consists of an introduction, two chapters and a conclusion.

The first chapter provides an analysis of the scientific and technical literature on the general characteristics of magnesium hydroxide, its use and methods of obtaining magnesium hydroxide.

In the second chapter, the characteristics of the raw materials for the production of magnesium hydroxide are given, the material and heat balances are calculated, the basic technological and equipment-technological schemes are given and their description, and the selection of equipment is carried out.

In the third chapter, the technical and economic rationale for the production of magnesium hydroxide is given and the economic calculation of the feasibility of manufacturing magnesium hydroxide is shown.

In the fourth chapter, the quality indicators of the obtained magnesium hydroxide are given and the organization of the quality control system at the production site is presented.

In the fifth chapter, environmental protection measures at work are given and basic safety rules are presented.

The results of research are summarized and given in the conclusions.

KEY WORDS: MAGNESIUM HYDROXIDE, E528, IMPROVEMENT OF PRECISION, BISCHOPHITE, PRODUCTION, PRODUCTION, WET METHOD, APPLICATION, MAGNESIUM HYDROXID

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ I АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1 Загальні відомості про магній гідроксид.....	10
1.2 Роль магнію в організмі людини	14
1.3 Аналіз існуючих технологій виробництва магній гідроксиду та їх вплив на навколишнє середовище.....	15
1.3.1 Виробництво гідроксиду магнію "сухим" способом	15
1.3.2 Виробництво гідроксиду магнію "мокрим" способом.....	17
1.4 Сфери застосування гідроксиду магнію	20
РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	24
2.1 Характеристика вихідної сировини для виробництва гідроксиду магнію.	24
2.1.1 Характеристика магній хлориду	24
2.1.2 Характеристика кальцій гідроксиду	25
2.1.3 Хімізм процесу осадження.....	26
2.2 Принципова технологічна схема та її опис	27
2.3 Розрахунок матеріального балансу виробництва магній гідроксиду...	32
2.4 Тепловий баланс стадії сушіння гідроксиду магнію.....	39
2.5 Підбір обладнання.....	42
2.6 Розрахунок реактора осадження з якірною мішалкою	50
2.7 Опис апаратурно-технологічної схеми виробництва магній гідроксиду	53
РОЗДІЛ III ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	56
РОЗДІЛ IV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ.....	60
РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ.....	64
5.1 Заходи з охорони навколишнього середовища на виробництві	64

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.006.КР.ПЗ</i>		
Змн.	Арк.Ар	№ докум.№	ПідписПі	Дата			
Розроб.		Крещук А.М.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Фесич І.В.			6	77	
Н. Контр.		Подобій О.В..			ЗМІСТ		
Затверд.		Носенко Т.Т.			НУХТ Каф. ТЖХТ		

5.2 Охорона праці.....	66
5.2.1 Перелік шкідливих речовин на виробництві магній гідроксиду та заходи із забезпечення нормативного мікроклімату та чистоти повітря..	66
5.2.2 Засоби індивідуального захисту робітників на виробництві	68
5.2.3 Заходи безпеки від ураження електричним струмом на виробництві	68
5.2.4 Показники пожежної небезпеки речовин та матеріалів, забезпечення евакуації робітників при пожежах	71
5.2.5 Вібрація технологічного обладнання, аналіз та нормування вібрації, засоби колективного та індивідуального захисту від загальних вібрацій	72
ВИСНОВКИ.....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	76

					ЗМІСТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ВСТУП

Магній і його сполуки є одними із найбільш розповсюджених на Землі. Ці сполуки є у вигляді сухопутних мінералів: карбонатів, магнезитів та серпентинітів. Трапляються і прояви мінералу бруситу. Одержання гідроксиду магнію з бруситової руди є простим та економічним способом, проте родовища високоякісного бруситу, придатні для промислової розробки, трапляються рідко. Крім того, цей продукт містить велику кількість домішок, але існує альтернатива. Найбільше сполук магнію існують у вигляді розчинів його солей у водах морів і океанів, солоних озер та лиманів або ж у вигляді бішофіту – насиченого розчину хлориду магнію.

Продукція, що отримується з морської води і розсолів, характеризується високою якістю та вмістом $Mg(OH)_2$. Бішофіт містить у своєму складі до 40% магнію, через що добре підходить як сировина для виробництва гідроксиду магнію, а наявність родовищ з великим запасом бішофіту в Україні свідчить, що цю сировину доцільно використовувати з економічного погляду.

Тому **актуальним** є отримання гідроксиду магнію з бішофіту «мокрим способом». Отримана «мокрим» способом магнезія характеризується високою чистотою і відмінними споживчими властивостями. Цей спосіб використовують тільки для отримання високочистої магнезії різних марок.

Мета роботи: проаналізувати наукову-технічну літературу по темі кваліфікаційної роботи, інтенсифікувати процес виробництва гідроксиду магнію із бішофіту за рахунок проведення осадження з розбавленого розчину при нагріванні. Це дозволить отримати крупнокристалічний осад та зменшити тривалість стадії фільтрації.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.008.КР.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Крещук А.М.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Фесич І. В.</i>				8	78
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О. В.</i>			ВСТУП		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>			<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		

Для реалізації сформульованої мети потрібно виконати наступні завдання:

1. Знайти більш вигідний технологічний та економічний спосіб одержання гідроксиду магнію з бішофіту.
2. Розробити удосконалену принципову технологічну схему виробництва магній гідроксиду із врахуванням параметрів, які дозвлять інтенсифікувати, пришвидшити процес.
3. Розрахувати матеріальний баланс одержання 200 кг/гідроксиду магнію з бішофіту.
4. Розробити апаратурно-технологічну схему виробництва гідроксиду магнію та описати її.
5. Підібрати та розрахувати основне обладнання для одержання гідроксиду магнію
6. Описати вплив на навколишнє середовище від виробництва гідроксиду магнію.
7. Навести основні правила з охорони праці на виробництві.

Предмет дослідження: гідроксид магнію.

Об'єкт дослідження: технологія виробництва магній гідроксиду осадженням з бішофіту.

					ВСТУП	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Загальні відомості про магній гідроксид

Магній гідроксид — неорганічна сполука складу $Mg(OH)_2$. У вигляді білих кристалів, які погано розчиняються у воді. В природі зустрічається у вигляді мінералу бруситу. Сполука проявляє слабкі оснóвні властивості. Температура плавлення гідроксиду магнію - $350^{\circ}C$ (з розкладанням), щільність при $20^{\circ}C$ - $2,36 \text{ г/см}^3$. Розчинність у воді при $20^{\circ}C$ - $0,0012 / 100 \text{ см}^3$. Ентальпія утворення – мінус 925 кДж/моль . Кристали $Mg(OH)_2$ мають показник заломлення $1,559$. З точки зору хімії неорганічна речовина є дуже слабкою важкорозчинною основою. Навіть у малих кількостях здатне утворювати лужне середовище.



Рисунок 1.1 Зовнішній вигляд магній гідроксиду

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.010.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Крещук А.М.</i>					10	78
<i>Перевір.</i>		<i>Фесич І. В.</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О. В.</i>				<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

У вигляді суспензії у воді магній гідроксид часто називають магнезіальним молоком через його зовнішній вигляд, схожий на молоко.

Термін «магнезіальне молочко» вперше був використаний для білої, водної, помірно лужної суспензії гідроксиду магнію, розробленої Чарльзом Філіпсом у 1880 році з концентрацією приблизно 8% за вагою та продаваної під торговою маркою Phillips' Milk of Magnesia для використання в медицині.

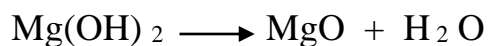


Рисунок 1.2 Магнезійне молочко

Водні суспензії магнію гідроксиду (магнезіального молока) застосовують як антацидний засіб для нейтралізації шлункової кислоти та проносний засіб. Це може спричинити діарею та втрату калію з супутніми м'язовими судомами. Гідроксид магнію також використовується як антиперспірантний дезодорант під пахвами. Магнезіальне молочко корисне проти «афт» (афт) при місцевому застосуванні. Молоко магnezії продається в медичних цілях для полегшення запорів, а також для полегшення травлення та печії. Молочко магnezії також використовують як народний засіб, наносячи і втираючи (за кілька хвилин до вмивання) для зняття симптомів «себореї» і «лупи». Кажуть, що його також використовують при себорейному дерматиті, який є сухість і лущення шкіри, схожі на лупу, але часто виникають на обличчі.
[2]

Порошок гідроксиду магнію використовується промислово як нешкідливий луг для нейтралізації кислотних стічних вод. Твердий гідроксид магнію також має властивості придушення диму та затримки пожежі. Це

пов'язано з ендотермічним розкладанням, якому він піддається при 332 °С (630 °F):



Тепло, поглинене реакцією, діє як сповільнювач, затримуючи займання пов'язаної речовини. Вода, що виділяється, розбавляє будь-які горючі гази та перешкоджає кисню, який сприяє горінню. [1]

Будова. Гідроксид магнію має шарувату будову. Ромбодричну комірку гідроксиду магнію показано на рис. 1, а. У кристалі $\text{Mg}(\text{OH})_2$ можна виділити структурні шари, що містять плоскі листи гідроксильних груп, між якими знаходиться лист іонів Mg^{2+} (рис. 1, б). Кожний іон магнію в структурному шарі координується трьома гідроксилами верхнього листа і трьома гідроксилами нижнього листа. Досконала спаяність між шарами не забезпечена міцними зв'язками, тому під час нагрівання $\text{Mg}(\text{OH})_2$ здійснюється розшарування кристала. [2]

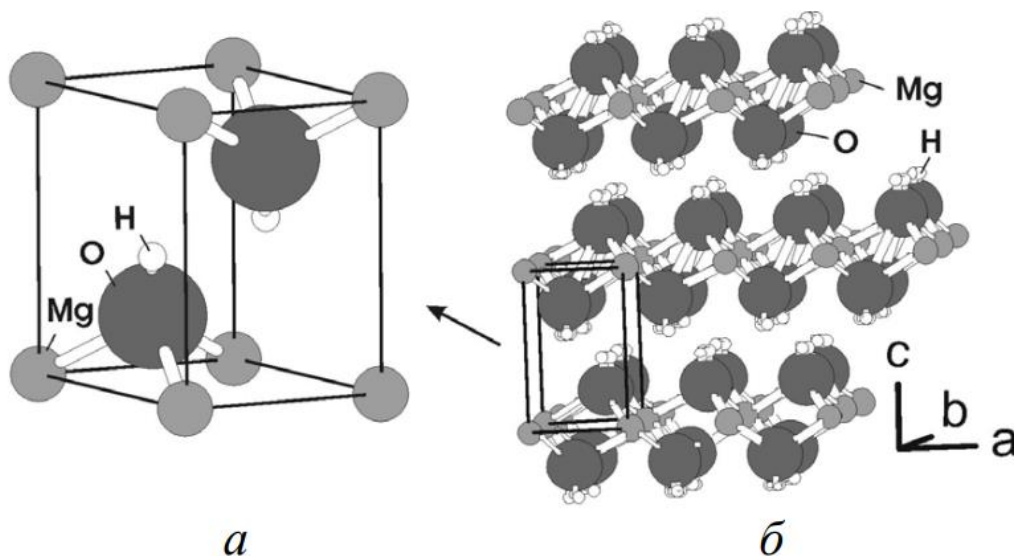


Рисунок.1.3 Кристалічна будова $\text{Mg}(\text{OH})_2$: елементарна комірка (а) та структурні шари матеріалу (б) [2]

У промисловому масштабі добавку магній гідроксид отримують переважно методом випалу природної сировини з подальшим взаємодією з розчином магнію хлориду. Другий спосіб: шляхом осадження гідроксиду магнію з природних магнієвих солей, що містяться в озерній рапі, підземних розсолах, морській воді, бурових водах та подібних джерелах. Можливе

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

отримання добавки методом дроблення та помелу природного мінералу, але спосіб застосовують рідко через недостатньо великі запаси сировини.

Гідроксид магнію, як харчова добавка (E528) віднесена до категорії емульгаторів. Основна технологічна функція - регулятор кислотності, що додатково застосовують для стабілізації забарвлення продукту.

За своєю структурою, а також властивостями харчової емульгатор E528 Гідроксид магнію є речовиною, що відноситься до групи неорганічних сполук магнію. Причому сам метал магній має деякі відмітні характеристики, які надалі передаються харчовій добавці і визначають властивості харчового емульгатора E528 Гідроксид магнію. Варто також наголосити, що як і інші схожі за будовою речовини харчовий емульгатор E528 Гідроксид магнію вважається в хімічній промисловості складною основою. [3]

Причому органічно активне з'єднання гідроксид магнію досить погано взаємодіє з водомісткими розчинами, тому даний вид хімічних основ зараховують до нерозчинних. У стандартних для з'єднання температурних умовах харчовий емульгатор E528 Гідроксид магнію знаходиться в кристалічному агрегатному стані. Причому, гідроксид магнію не відрізняється кольором чи запахом. При збільшенні температури зовнішній вигляд, а також властивості харчового емульгатора E528 Гідроксид магнію зазнають істотних змін. Наприклад, при температурі 350С харчовий емульгатор E528 Гідроксид магнію розпадається на дві окремі та незалежні сполуки - вода і оксид магнію. Оскільки харчовий емульгатор E528 Гідроксид магнію досить погано розчиняється у воді, ці відмінні властивості речовини перешкоджають широкому використанню сполуки в харчовій промисловості.

Харчова промисловість індивідуально стабілізатор E528 не використовує. У суміші з іншими гідроксидами речовина виступає регулятором кислотності у виробках на основі шоколаду та какао (загальна кількість добавок не повинна перевищувати 70 г/кг сухої маси). Завдяки властивості гідроксиду магнію вступати в реакцію з кислотами, добавку застосовують для зв'язування діоксиду сірки (E 220) у солоних, квашених,

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

маринованих продуктах переробки овочів. Сірчиста кислота спочатку виконує важливу функцію: захищає консерви від мікробного псування та перекисного окислення. Гідроксид магнію знижує шкідливий вплив діоксиду сірки на організм людини. Додатково продукт сприяє збереженню кольору овочів у процесі термічної обробки. [3]

1.2 Роль магнію в організмі людини

Магній – важливий мінерал, що бере участь у понад 300-х реакціях в організмі людини. Більшість із них пов'язана з роботою м'язів та нервової системи, регулюванням артеріального тиску, підтримці імунної системи та стійкості до нервового стресу. [4]

Побічні ефекти добавок магнію. Добавки магнію можуть викликати нудоту, судоми та діарею, пом'якшення стільця.

Дефіцит магнію в організмі ще називають гіпомагнеземією. Нестача магнію може проявлятися у вигляді втоми, втрати апетиту, нудоти, блювоти, слабкості.

Магній є поширеним елементом, який надходить із їжею та водою. Продукти, що містять магній:

- горіхи та насіння: мигдаль, кеш'ю, насіння льону, насіння гарбуза;
- бобові: квасоля, сочевиця, арахіс;
- цільнозернові: пшениця, кіноа;
- молоко, йогурт;
- зелень: шпинат;
- чорний шоколад;
- мінеральна вода.

Гідроксид магнію був відомий багато століть тому як чудовий порошок який мав сильну послаблюючу дію і швидко позбавляв небажаних кілограмів. Але про побічні ефекти порошку, у вигляді порушення водно-сольової рівноваги в організмі людини не здогадувалися. Через послаблюючий ефект добавку використовують зазвичай в комбінації з солями алюмінію, що володіють закріплюючими якостями.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Магній гідроксид, як харчова добавка (E528) при розумному споживанні є нешкідливою для людини. Поступаючи з продуктами харчування, речовина всмоктується в стінки кишечника тільки у разі нестачі магнію в організмі і тільки необхідної для заповнення запасу кількості. Надлишок виводиться нирками. Велика доза речовини може спричинити розлад шлунка, нудоту. Проносний ефект настає через 4-6 годин. Безконтрольний прийом препарату небезпечний порушенням водно-сольового балансу, розвитком захворювань шлунково-кишкового тракту. Речовина протипоказана вагітним і жінкам, що годують, людям з хворобою Альцгеймера.

Важливо знати, що ні в якому разі не треба перенасичувати організм магнієм, оскільки він не зможе засвоїти великі його об'єми, тому краще постійно підтримувати необхідний рівень цього макроелементу в організмі. Засвоєння магнію затримується, якщо людина приймає ліки, оскільки лікарські засоби пришвидшують виведення його з організму. У такому випадку лікарі радять приймати подвійну дозу магнію, а також забезпечити вживання достатньої кількості білкових продуктів. [4]

1.3 Аналіз існуючих технологій виробництва магній гідроксиду та їх вплив на навколишнє середовище

1.3.1 Виробництво гідроксиду магнію "сухим" способом

Продукти на основі природного гідроксиду магнію (бруситу), як правило, характеризуються масовою часткою основної речовини в межах 92-95%. Їх виробництво здійснюється шляхом підготовки, розмелювання та фракціонування природного мінералу бруситу. Товарні продукти на основі бруситу виробляються і поставляються як у "чистому", тобто у необробленому, подрібненому вигляді, так і у вигляді поверхнево оброблених спеціальними модифікуючими добавками марок бруситу. Такий спосіб виробництва гідроксиду магнію називається "сухим" способом і характеризується тим, що якість та характеристики товарного продукту безпосередньо залежать від якості вихідної мінеральної сировини – бруситу.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Якість гідроксиду магнію, що виділяється гідрохімічними методами обробки та збагачення мінеральної сировини, зазвичай значно вища за відповідні показники продукту, одержуваного безпосередньо з природних мінералів. Це зумовлено тим, що гідрохімічні процеси осадження гідроксиду магнію включають технологічні стадії очищення розчинів і суспензій, у той час як усі домішки з вихідної мінеральної сировини (бруситу) при його переробці (підготовці, помелі, фракціонуванні, поверхневій обробці) практично повністю переходять у продукт. [5]

У той же час при ретельному відборі, контролі та підготовці сировини вміст основних домішок, що повністю переходять у продукт, навіть у якісному мінералі першого сорту на порядок перевищує аналогічні показники для синтетичного гідроксиду магнію, одержуваного "мокрим" способом.

Синтетичний гідроксид магнію, що отримується "мокрим" способом, у порівнянні з природним бруситом має наступні переваги:

- Вища температура початку розкладання - $>350^{\circ}\text{C}$ (у природного - $>300^{\circ}\text{C}$);
- Відсутність небажаних (так званих шкідливих) домішок;
- Вищий ступінь білизни.

Гідроксид магнію виготовлений сухим способом (з бруситу) часто застосовується як добрива та добавки в корми тваринам, а також для очищення природної води, нейтралізації та очищення стічних вод.

Фактори, що характеризують сталий розвиток виробництва за "сухим" методом, пов'язані з наявністю родовищ високоякісного бруситу для збереження запасів у найближчому майбутньому. З погляду геології брусит - мінерал, що має обмежене поширення у природі. У зв'язку з цим дуже проблематично знайти родовища, які повною мірою відповідають наступним характеристикам і вимогам:

- Запаси, які забезпечують експлуатацію виробництва протягом 30 років та більше;
- висока хімічна чистота сировини;

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

- Специфічні фізичні та механічні характеристики сировини;
- Наявність інфраструктури, зручної та сприятливої для транспортування сировини;
- Гарантований захист навколишнього середовища, включаючи збереження екологічних систем, що склалися в районі видобутку сировини. [5]

Основними факторами, що характеризують охорону навколишнього середовища під час виробництва гідроксиду магнію з природного мінералу бруситу "сухим" способом є:

- Питоме споживання енергоресурсів;
- Питомі викиди забруднюючих речовин, що утворюються під час виробництва;
- Контроль забруднення повітря (запиленість);
- Удосконалення стадій підготовки сировини та фасування готового продукту.

Одержання гідроксиду магнію з бруситової руди є простим та економічним способом, проте родовища високоякісного бруситу, придатні для промислової розробки, трапляються рідко. Крім того, цей продукт містить велику кількість домішок. [6]

1.3.2 Виробництво гідроксиду магнію "мокрим" способом

Технологія виробництва Гідроксиду магнію базується на попередньому отриманні гідроксиду магнію шляхом взаємодії сильного лугу (гідроксиду кальцію) з розчинами хлориду магнію (бішофіту) і подальше осадження гідроксиду магнію. Дана технологія отримала тривіальне назва «мокрый спосіб виробництва гідроксиду магнію».

Запропонований спосіб отримання гідроксиду магнію взаємодією 0,2-5,0% водного розчину магнію хлориду з водним розчином лужного реагенту. Процес проводять у періодичному або безперервному режимі при одночасному дозуванні вихідних реагентів суспензію гідроксиду магнію. Даний спосіб дозволяє отримувати крупнозернистий гідроксид

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

магнію з кристалами та агрегатами кристалів, середні розміри яких перевищують 30 мікрон. Такий продукт з успіхом може використовуватися: як сорбент у водопідготовці та водоочищенні; для нейтралізації кислих промислових та побутових стоків, очищення газів, видалення важких металів, видалення запахів; у виробництві іонообмінних смол, реагентів, засобів для чищення, магнезіальних в'язучих, вогнетривких цегли, базальтового волокна, у виробництві скла та кераміки. Згідно з патентом за цим способом отримують частинки гідроксиду магнію пластинчастоподібної форми з товщиною 30-200 і середнім розміром частинок близько 1 мкм.

В якості розчину магнію хлориду використовують розчини солей магнію природного походження (морська або океанічна вода, озерна ропа, підземні розсоли і бурові води, бішофіт). При отриманні високоякісного гідроксиду магнію розчини хлориду магнію піддають очищенню від сполук, що містять бром, бор, сірку, залізо, алюміній, важкі метали, а також сульфідів, сульфатів, карбонатів і лужних металів фосфатів.

Виділення гідроксиду магнію проводять різними способами: декантацією, згущенням, фільтруванням з подальшим промиванням від солей, сушінням і помолом. Сушіння гідроксиду магнію переважно проводять у сушарці зваженого шару або розпилювальній сушарці, а помел - у кульовому або струминному млині або дезінтеграторі. Можливе проведення сушіння та помелу одночасно в ультра-ротаторі.

Пропонований спосіб дозволяє цілеспрямовано отримувати гідроксид магнію, що складається з мікро- або нанометричних вторинних та первинних частинок з питомою поверхнею 3-100 м²/г. Вторинні частинки є агломерати з первинних частинок невпорядкованої або впорядкованої форми і мають середній розмір 0,1-50 мкм. Первинні частинки мають переважно пластинчасту форму з поздовжнім розміром 50-600 нм та товщиною 5-60 нм. Питому поверхню визначали методом БЕТ, середній розмір агломератів частинок (d₅₀) - на приладі Mastersizer методом лазерної дифракції, форму і

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

розмір первинних частинок визначали за зображенням скануючого електронного мікроскопа (SEM).

Гідроксид магнію, отриманий за пропонованим способом, є не тільки ефективним антипіреном і пригнічувачем диму, але і надає полімерам покращені фізико-механічні властивості. При цьому використання зазначеного магнію гідроксиду дозволяє значно підвищити продуктивність обладнання при переробці полімерних композицій.

Основними факторами, що характеризують сталий розвиток виробництва гідроксиду магнію "мокрим" способом, є:

- наявність, вартість транспортування, собівартість та якість другого сировинного компонента – гідроксиду натрію.

наявність та близькість розташування родовищ високоякісного бішофіту з метою збереження запасів протягом 40-50 років та забезпечення виробництва сировиною. [6]

В Україні, Новоподільське родовище бішофіту . розташоване в північно-західній частині Дніпровсько-Донецької западини на північному заході Срібнянської депресії. Відкрите при проведенні пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ. Дослідно-промислове видобування бішофіту здійснюється з 1991 р. Полтавське родовище є найбільш глибоким (2,5 км), а у Чернігівській області зафіксовані великі прогнозні ресурси бішофіту — 1171,7 млн тонн. У світі мінеральні скупчення бішофіту є лише в декількох місцях планети: Туркменістані (затока Кара-Богаз-Гол), Ізраїлі (Мертве море), Росії (Волгоградська обл., Астрахань — ропа оз. Мале Лиманське), Україні (Полтавська обл., Чернігівська обл.), Болгарії (ропа Поморського озера). [7]

Основними факторами, що характеризують охорону навколишнього середовища при виробництві гідроксиду магнію "мокрим" способом, є:

- Питоме споживання енергоресурсів, включаючи природний газ;
- Питомі викиди забруднюючих речовин, які є у димових газах;

- Наявність та ефективність утилізації (використання) або очищення водно-сольового розчину стадії осадження та промивання гідроксиду магнію;
- Контроль забруднення повітря (запиленість);
- Удосконалення стадії фасування готового продукту.

1.4 Сфери застосування гідроксиду магнію

В даний час гідроксид магнію використовують у кількох галузях промисловості, основні з яких наведені в таблиці 13.

Таблиця 1.1

Основні сфери застосування гідроксиду магнію

Галузь застосування	Деталі (опис) застосування
Виробництво вогнестійких полімерних композицій, ЛКМ та пластиків	Використання як наповнювач та антипірен для полімерних матеріалів, ЛКМ, пластикатів.
Харчова промисловість	Використання як харчової добавки E528; емульгатора, регулятора кислотності;
Виробництво хімічних реактивів, хімічна промисловість	Використання для виробництва чистих та високочистих хімічних речовин, реактивів, оксиду магнію.
Медицина, косметична, фармацевтична промисловість	Використання як компонент лікарських та косметичних засобів; антацидний засіб
Інші сфери застосування (охорона навколишнього середовища)	Використання як флокулянт для очищення природних та стічних вод

Одна з основних сфер застосування магній гідроксиду - очищення стічних вод. Гідроксид магнію вирішує промислово значущі завдання: лужить воду, знижує її корозійну активність; пов'язує молекули небажаних речовин,

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

утворює з ними колоїдний осад (його легко прибрати за допомогою спеціальних систем). [8]

Один із головних споживачів добавки магній гідроксиду – медицина. Препарат вступає у реакцію із соляною кислотою шлунка, нейтралізує її агресивну дію, але не руйнує антимікробні властивості. Використовують при загостренні хронічного гастриту та виразкової хвороби, печії, спричиненої підвищеною кислотністю шлункового соку. Надмірне вживання гідроксиду провокує пронос, розлад шлунка, оскільки речовина всмоктує рідину, що знаходиться в кишечнику, тим самим посилюючи його моторику. Виступає як осмотичний проносний засіб, у тому числі для дітей віком з 2 років. Застосовують для лікування запорів, урологічних захворювань, очищення організму при отруєннях, для підготовки до операцій. [9]

У косметичній галузі продукт знайшов застосування як джерело магнію, сорбент, регулятор кислотності у складі зубних паст, антиперспірантів, гігієнічних тальків, бомб для ванн. Має відбілюючі властивості.

У тваринництві гідроксид магнію під торговим найменуванням АгроМаг використовують для мінерального підживлення. Засіб сприяє збільшенню приросту молодняку, підвищенню удоїв та якості молока. У сільському господарстві добавку магній гідроксид застосовують як мінеральне магнієве добриво.

Гідроокис магнію – ефективний засіб пожежогасіння. На відміну від інших антипіренів речовина не виділяє отруйних продуктів, має дуже високі димопридушливі якості. [10]

Також досить важливою галузю застосування гідроксиду магнію - це виробництво негорючих проводів та кабелів (автомобільні та безгалогенові силові кабелі), покрівельних листів. Інші сфери застосування мають другорядне значення (електротехніка та електроніка (корпуси, з'єднувальні елементи), кабельні канали, профілі, труби, транспортні контейнери). Залежно від застосування використовуються різні марки – починаючи від дешевого

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

подрібненого природного бруситу та закінчуючи високоякісним поверхнево обробленим гідроксидом магнію.

Гідроксид магнію, що застосовується при виробництві автомобільних проводів та кабелів, зазвичай є поверхнево оброблений продукт високої якості. Це характерно для японських автовиробників, таких як Toyota, що використовують марки Kisuma і Magnifin. Німецькі виробники автомобілів також будуть використовувати ці сорти, як тільки традиційні композиції ПВХ будуть замінені композиціями з більш високою термостабільністю. Французькі автомобільні виробники PSA та Renault вже використовують композиції кабелів і проводів, засновані на гідроксиді магнію, проте вони нижчої якості та засновані на дешевому подрібненому брусіті, покритому стеаратами, який виробляється в Італії компанією Nuova Sima та застосовується в кабельній продукції компанією Prysmian (раніше - Pirelli).

Безгалогенові силові кабелі застосовуються у специфічних сферах, таких як атомні електростанції, військово-морський флот, центри обробки даних, а також все більшою мірою у громадських будівлях. Однак основні композиції, що використовуються - це композиції, засновані на зшитому поліетилену/гідроксиді алюмінію, а не на поліпропілені/гідроксиді магнію. Використання гідроксиду магнію все ще досить низьке порівняно із застосуванням тригідрату алюмінію. [10]

Для силових кабелів, що використовуються в Європі, які замінять ПВХ-кабелі у зв'язку з новими вимогами щодо кислотності, якісні вимоги можуть бути нижчими. Дешевші композиції, засновані на гідроксиду алюмінію або подрібненому гідроксиді магнію, також можуть бути використані в майбутньому

У той час як застосування вогнезахисних поліамідів в електротехніці та електроніці і далі збільшуватиметься в Європі приблизно на 6%-7% на рік, ринок використання гідроксиду магнію в поліаміді для електротехніки та електроніки все ще досить малий. Це пояснюється великою різноманітністю антипіренових композицій, заснованих на галогенових (бромованих,

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

хлорованих) і безгалогенових (фосфорних, азотистих, неорганічних) компаундах, які часто вимагають легшої обробки, меншого завантаження і часто дешевші.

Застосування гідроксиду магнію як термостабілізатор і антипірен різних пластиків і фарб недостатньо розвинене, що було пов'язано з відсутністю вітчизняного виробника даного матеріалу. Більшість споживачів використовують традиційні антипірени (бромсодержащіє, органічні, гідроксид алюмінію та ін.). Споживання імпортного антипірену (гідроксиду магнію) пов'язане з придбанням вітчизняними підприємствами зарубіжних технологій виробництва, які вимагають застосування антипірену лише певної марки.

Надалі збільшення споживання гідроксиду магнію в кабельних пластикатах буде пов'язане з посиленням вимог щодо пожежної безпеки для кабельної та іншої продукції, що застосовується в громадських, офісних та житлових будинках, а також у дитячих садках та школах.

Прогнозований темпи зростання потенційного споживання гідроксиду магнію становить середньому 10% на рік. [10]

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика вихідної сировини для виробництва гідроксиду магнію.

2.1.1 Характеристика магній хлориду

Основними сировинними матеріалами для виробництва гідроксиду магнію є два природних мінерали: брусит і бішофіт. Бішофіт містить у своєму складі до 40% магнію, через що добре підходить як сировина для виробництва гідроксиду магнію, а наявність родовищ з великим запасом бішофіту в Україні свідчить що цю сировину доцільно використовувати з економічного погляду.

Бішофіт — мінерал класу галогенідів, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$. Безбарвний або білий, іноді забарвлений тонкодисперсним гематитом в червоний колір. Блиск скляний або матовий. Крихкий. Твердість 1-2. Густина 1,6. Гігроскопічний, на повітрі (особливо холодному) розпливається. Добре розчинний у воді і спирті. Має пекучий, гіркий смак. За походженням головним чином осадовий, хемогенний. Добувається способом підземного розчинення.



Рисунок 2.1 Загальний вигляд бішофіту

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.024.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Крецул А.М.</i>					24	78
<i>Перевір.</i>		<i>Фесич І. В.</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О. В.</i>				<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

Вперше був виявлений у 1877 р. у Штасфуртських соленосних відкладах Німеччини. Мінерал названо на честь німецького геолога Густава Бішофа, щоб увіковічити його ім'я за досягнення в хімії та геології XIX ст. в Німеччині.

За своєю типовою місцевістю бішофіт це евапорит, який утворився на стародавньому морському дні, яке було відкладено понад 200 мільйонів років тому, під час пермського періоду. Його склад можна пояснити високим вмістом хлориду магнію в первісному океані.

Бішофіт є дешевою сировиною для одержання магнію і його сполук та виробництва магнезійного цементу. 99 % бішофіту видобувається для технічних цілей, й лише менше 1 % бішофіту Полтавського родовища — спеціально для потреб медицини та санаторно-курортного лікування.

У перші десятиліття після відкриття, бішофіт вважався рідкісним мінералом, проте в 1930-50-х роках в Поволжі були виявлені великі поклади бішофіту, а в 90-х роках XX століття в Полтаві відкрито найдавніше і глибоке родовище мінералу, глибина залягання якого 2,5 км.

Технологія виробництва Гідроксиду магнію базується на попередньому отриманні гідроксиду магнію шляхом взаємодії сильного луку (гідроксиду кальцію) з розчинами хлориду магнію (бішофіту) і подальшим осадженням гідроксиду магнію. Дана технологія отримала тривіальне назва «мокрый спосіб виробництва гідроксиду магнію».

2.1.2 Характеристика кальцій гідроксиду

Гідроксид кальцію $\text{Ca}(\text{OH})_2$, гашене вапно – безбарвна дрібнокристалічна речовина. Одержують додаванням води очищеної до порошку кальцію оксиду. У воді розчиняється важко: при 20 °С лише 0,165 г, а при 100 °С – 0,077 г на 100 г води. Насичений розчин гідроксиду кальцію називають вапняною водою, а суспензію $\text{Ca}(\text{OH})_2$ у воді – вапняним молоком. Властивості: рН 12,4 (насичений розчин при 25 °С), щільність — 2,08–2,34 г/см³, при нагріванні понад 580 °С втрачає вологу, перетворюючись на кальцію оксид. Розчиняється в розчинах гліцерину та

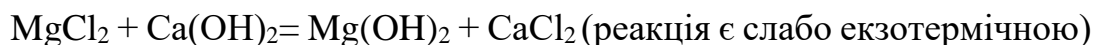
					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

амонію хлориду, у воді (1:600), кислотах (із виділенням тепла), не розчиняється в етанолі (95%). Несумісний із сильними кислотами, малеїновим ангідридом, фосфором, нітроетаном, нітрометаном, нітропарафінами та нітропропаном. При контакті з металами викликає корозію. При потраплянні на шкіру чи слизові оболонки може викликати подразнення.



Рисунок 2.2 Гідроксид кальцію $\text{Ca}(\text{OH})_2$

2.1.3 Хімізм процесу осадження



Процес виробництва гідроксиду магнію «мокрим» способом ґрунтується на процесі осадження. Хімізм процесу осадження характеризується додаванням магній хлорду до сильно розведеного розчину кальцій гідроксиду концентрацією 0,02 моль/л, утворюється магній гідроксид і кальцій хлорид. В результаті реакції частинки $\text{Mg}(\text{OH})_2$ набувають голкоподібної форми. Сильно розведений розчин $\text{Ca}(\text{OH})_2$ використовується для досягнення більш високого ступення фільтрації осаду магній гідроксиду в подальшому. [2]

Процес осадження відбувається при підвищені температури реакційного середовища з 20 до 80 °С . Зазначені умови осадження сприяють зростанню розмірів голкоподібних частинок $\text{Mg}(\text{OH})_2$, а також збільшенню кількості частинок. При цьому товщина частинок не збільшується. За рахунок збільшення розміру кристаликів також

полегшується фільтрування продукту, відповідно витрачається менше часу на його виготовлення, що позитивно сказується для виробництва.

Наприклад, за температури 20 °С (рис.б) довжина голкоподібних частинок $Mg(OH)_2$ становить 50-100 нм, діаметр 6-10 нм, а при 80 °С (рис.в) довжина частинок становить 80-150 нм, діаметр 8-15 нм. З даних фотографічних зображень впливає, що більші частинки і більший ступінь фільтрації одержується при більш високій температурі осадження ніж при кімнатній. [2]

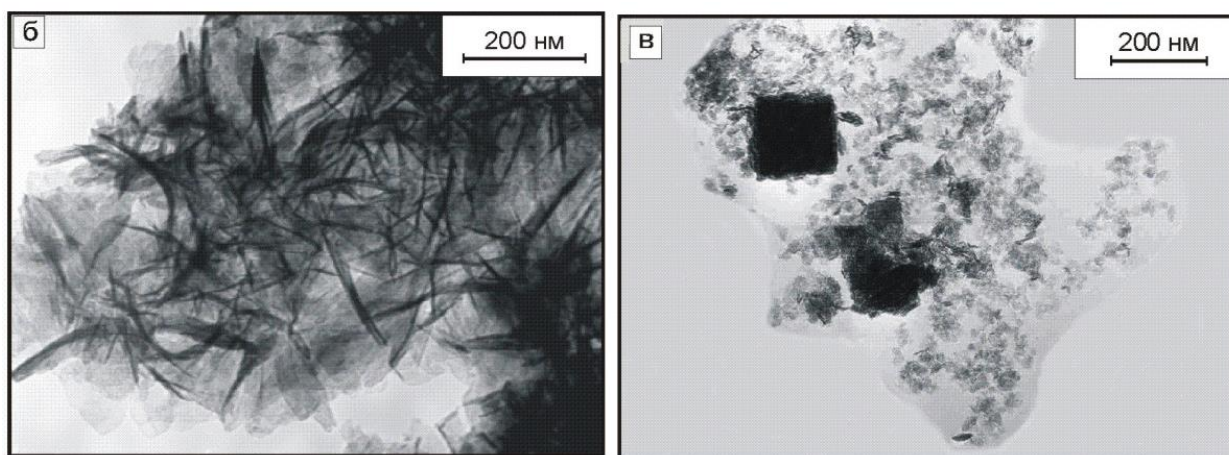


Рисунок 2.3 Фотографічні зображення голкоподібних частинок $Mg(OH)_2$

2.2 Принципова технологічна схема та її опис

Технологія виробництва гідроксиду магнію «мокрим» способом складається з наступних технологічних стадій:

- Осадження суспензії гідроксиду магнію;
- Відстоювання суспензії гідроксиду магнію;
- Репульпація гідроксиду магнію;
- Фільтрація суспензії гідроксиду магнію;
- Сушіння гідроксиду магнію;
- Охолодження гідроксиду магнію;
- Подрібнення гідроксиду магнію;
- Фасування і відвантаження готового продукту.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

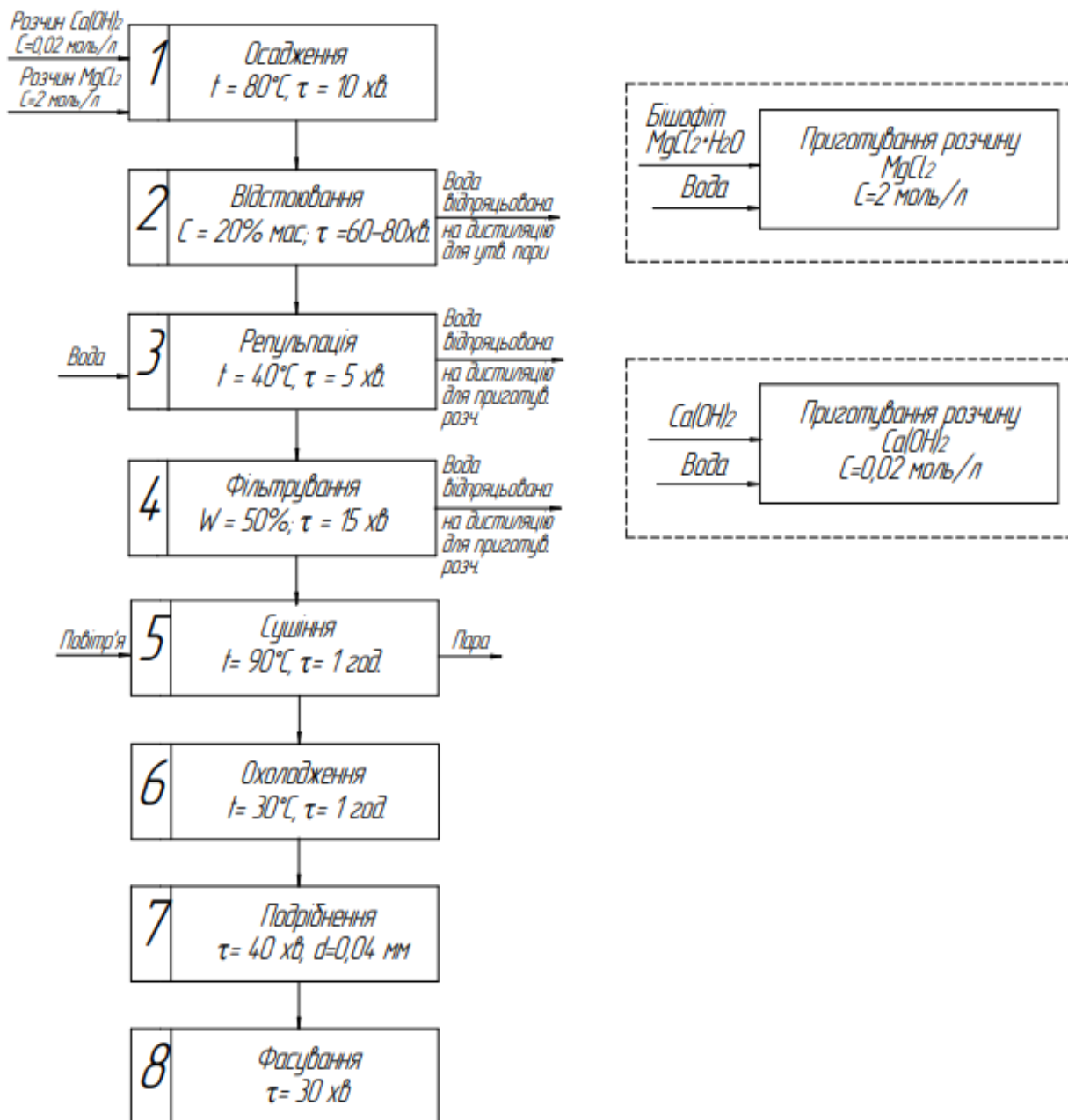


Рисунок 2.4 Принципова технологічна схема гідроксиду магнію

Осадження і відстоювання суспензії гідроксиду магнію

Осадження суспензії гідроксиду магнію, може здійснюватися як безперервному та періодичному режимі з використанням реактора з якірною мішалкою, при температурі реакційного середовища в межах 20°C – 80°C. Протікає реакція обміну яка є слабо екзотермічною, тому відбувається подача додаткової подача пари в реактор під в рубашку апарата, для підтримки температури в заданому діапазоні. Тривалість осадження гідроксиду магнію при температурі 80°C – складає 10 хвилин.

Ця стадія характеризується помірним питомим споживанням тепла у вигляді пари, необхідного для підтримки заданої температури осадження, помірним питомим споживанням електроенергії для роботи змішувача і насосного обладнання, а також дуже низькими викидами в атмосферу і відсутністю виробничих втрат.

Репульпація гідроксиду магнію

Стадія репульпації гідроксиду магнію проводиться з метою більш повного видалення хлориду кальцію та інших солей з напівпродукту – гідроксиду магнію. Репульпація гідроксиду магнію здійснюється при температурі навколишнього середовища в апараті з пристроєм, що перемішує. Співвідношення вихідного кеку гідроксиду магнію і промивної води контролюється. Загальна тривалість стадії репульпації становить 5 хвилин. Суспензія гідроксиду магнію прямує на стадію фільтрації.

Ця стадія характеризується низьким споживанням електроенергії та низьким рівнем викидів в атмосферу.

Фільтрування суспензії гідроксиду магнію

Суспензію гідроксиду магнію фільтрують через барабаний вакуумний фільтр для отримання твердого гідроксиду магнію і розведеного водно-сольового розчину. Отриманий осад гідроксиду магнію промивають демінералізованою водою (40°C-50°C) безпосередньо на барабаному вакуум-фільтрі. Отримана промивна вода

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

направляється в збірник стічних вод для очищення або подальшої утилізації.

Ця стадія характеризується помірним або низьким споживанням електроенергії та тепла, низьким споживанням питної води, високим споживанням демінералізованої промивної води, дуже низькими викидами в атмосферу та помірними викидами у стічні води.

На стадії фільтрації відбуваються фактичні або потенційні скиди у стічні води у вигляді розведеного розсолу (фільтрату) та промивних вод. Виробничі втрати на цій стадії, як правило, незначні. Очищений кек гідроксиду магнію транспортується спеціальними стрічковими конвеєрами на процес сушіння гідроксиду магнію.

Сушіння гідроксиду магнію

Метою сушіння є видалення вологи з кристалів $Mg(OH)_2$. Кристали сушать за температури $90\text{ }^{\circ}C$, до вмісту вологи в кристалах 0.5% . Процес сушіння триває 20 хвилин. Метою сушіння є видалення вологи з кристалів $Mg(OH)_2$. Вологість кристалів, що потрапляють на сушку становить 31% , а після процесу сушіння складає $0,5\%$ Для забезпечення цього гідроксид магнію сушать в умовах, що забезпечуює ефективне видалення вологи, для чого використовують конвеєрну сушарку. Впуск гарячого повітря відбувається з верхньої частини сушарки, а вихід пари через нижню частина по спеціальним вентеляційним каналам.

Охолодження гідроксиду магнію

Охолодження гідроксиду магнію здійснюється на гвинтовому конвеєрі. Конвеєр не лише траспортує продукт а й додатково охолоджує його за допомогою охолоджувальної води, яка розміщена всередині центрального валу, щоб отримати кращий охолоджувальний ефект.

Гідроксид магнію охолоджується до температури $30\text{ }^{\circ}C$. Тривалість охолодження 20 хвилин.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Подрібнення гідроксиду магнію

Гідроксид магнію подрібнюють у кульовому млині до розміру частинок 0,04 мм під дією ударів і стирання падаючих куль. Подрібнений продукт транспортується на стадію пакування за допомогою гвинтового конвеєра.

Ця стадія характеризується низьким споживанням енергії. Викиди пилу в атмосферу також відносно низькі завдяки використанню обладнання для видалення пилу з гідроксиду магнію. Виробничі втрати на цьому етапі, як правило, невеликі, оскільки пов'язані з періодичним очищенням технологічного обладнання через налипання продукту.

Фасування, зберігання і відвантаження готового продукту

Готовий гідроксид магнію подається конвеєром на ваговий шнековий дозатор. Ваговий шнековий дозатор призначені для автоматичного вимірювання заданої маси або об'єму твердого сипучого матеріалу (в даному випадку гідроксиду магнію). Основною перевагою шнекоковго дозатора є їх висока продуктивність і швидке перемикання між різними дозуваннями. Шнековий дозатор можна використовувати як в автоматичних, так і в напівавтоматичних пакувальних машинах.

Залежно від типу пакування, продукт упаковується в мішки по 25 кг на піддонах або в м'які контейнери. Упакований гідроксид магнію транспортується на склад готової продукції за допомогою електронавантажувача. Він також транспортується до транспортного засобу споживача за допомогою електричного навантажувача позаду вантажу.

Повітря пневмотранспортом подається з силосів, очищується касетними фільтрами і викидається в атмосферу за допомогою вентиляторів.

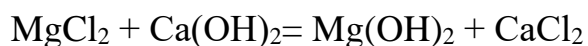
Ця стадія характеризується відносно низьким споживанням електроенергії, споживанням сухого технологічного повітря для пневмотранспортування, відсутністю викидів забруднюючих речовин зі

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

стічними водами та відносно низькими викидами пилу в атмосферу завдяки використанню ефективної системи пиловидалення гідроксиду магнію.

Виробничі втрати на цій стадії, як правило, невеликі і пов'язані з регулярним очищенням технологічного обладнання та періодичній заміні касетних або рукавних фільтрів у зв'язку з накопиченням продукту.

2.3 Розрахунок матеріального балансу виробництва магній гідроксиду



Для розрахунку матеріального балансу було використано дані, згідно з якими хімічний склад бішофіту Полтавського родовища наступний:

$\text{MgCl}_2 * 6\text{H}_2\text{O}$	416 (г/л) або 95,8 %
MgBr_2	6,3 (г/л) або 1,5 %
NaCl	4,5 (г/л) або 1,1 %
CaCl_2	3,6 (г/л) або 0,8 %
KCl	3,6 (г/л) або 0,8 %

Розрахунок матеріального балансу процесу виробництва гідроксиду магнію підлягає закону збереження маси; саме маса вихідних речовин процесу повинна дорівнювати масі кінцевих продуктів згідно формули:

$$\sum G_{\text{вихідні}} = \sum G_{\text{кінцеві}}$$

Де, $\sum G_{\text{вихідні}}$ – це сума мас вихідних реагентів процесу;

$\sum G_{\text{кінцеві}}$ – це сума мас мас кінцевих продуктів процесу в тих же одиницях виміру.

Втрати на кожній стадії складають 0,5-1%.

Матеріальний баланс стадії осадження гідроксиду магнію

У відповідності із запропонованою технологією необхідно одержати осад гідроксиду магнію з високим коефіцієнтом фільтрації. Для вирішення вказаної задачі проводиться лужне осадження гідроксиду магнію з розчину його хлориду із концентрацією 2 моль/л. Як осаджувач використовують розчин гідроксиду кальцію з концентрацією 0,02 моль/л, таким чином:

$$C(\text{MgCl}_2) = 2 \text{ моль/л} = 2 \times 95 = 190 \text{ г/л}$$

$$C(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,02 \text{ моль/л}$$

$$M(\text{MgCl}_2 * 6\text{H}_2\text{O}) = 95 + 18 \times 6 = 203 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 74 \text{ г/моль}$$

$$C(\text{MgCl}_2) = 2 \times 95 = 190 \text{ г/л}$$

$$190 \text{ г} \qquad X \text{ г}$$



$$95 \text{ г/моль} \qquad 203 \text{ г/моль}$$

$$X = \frac{190 \times 203}{95} = 406 \text{ г MgCl}_2 * 6\text{H}_2\text{O}$$

Тобто для приготування 1 л р-ну MgCl_2 з концентрацією 1,025 г/см³, необхідно:

$$m(\text{р-ну}) = \rho_{\text{р-ну}} \times V_{\text{р-ну}} = 1000 \times 1,025 = 1025 \text{ г}$$

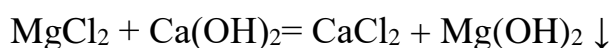
$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{р-ну}} - m(\text{MgCl}_2 * 6\text{H}_2\text{O}) = 1025 - 406 = 619 \text{ мл}$$

Таким чином 1 л р-ну MgBr_2 ($\rho = 1,025 \text{ г/см}^3$) з конц. 2 моль/л містить:

$$m(\text{MgCl}_2) = 190 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1025 - 190 = 835 \text{ г або мл}$$

В основі процесу осадження суспензії $\text{Mg}(\text{OH})_2$ лежить рівняння реакції:



Оскільки в природньому бішофіті вміст $\text{MgCl}_2 * 6\text{H}_2\text{O}$ становить 95,8 %, то для приготування 1 л, 2 моль/л р-ну MgCl_2 необхідно:

$$406 \text{ г} - 95,8 \%$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$X \text{ г} - 100 \%$$

$$X = \frac{406 \times 100}{95,8} = 423,8 \text{ г (MgCl}_2\text{)}$$

Також розчин бішофіту містить:

$$\text{MgBr}_2 \frac{423,8 \times 1,5}{100} = 6,4 \text{ г}$$

$$\text{NaCl} \frac{423,8 \times 1,1}{100} = 4,6 \text{ г}$$

$$\text{CaCl}_2 \frac{423,8 \times 0,8}{100} = 3,4 \text{ г}$$

$$\text{KCl} \frac{423,8 \times 0,8}{100} = 3,4 \text{ г}$$

За рівнянням реакції $\nu(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \nu(\text{MgCl}_2) = \nu(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 2$ моль

Для повного одержання необхідно $\nu(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 2$ моль

$$C = \frac{\nu}{V_{\text{р-ну}}}$$

Тоді $V_{\text{р-ну}}(\text{Ca}(\text{OH})_2)$ з конц. 0,02 моль/л потрібно:

$$V = \frac{\nu}{C} = \frac{2}{0,02} = 100 \text{ л}$$

Густина розчину $\text{Ca}(\text{OH})_2$ можна прийняти за 1 г/мл (1000г /л)

Маса розчину $\text{Ca}(\text{OH})_2$:

$$m(\text{р-ну}) = \rho \times V = 1000 \times 100 = 100000 \text{ г або } 100 \text{ кг}$$

Знаючи, що $M(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 74$ г/моль, то

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \nu \times M = 2 \times 74 = 148 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{р-ну}} - m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 100000 - 148 = 99852 \text{ г або } 99,852$$

кг

Маса гідроксиду магнію що утворилась становить:

$$m = M \times \nu = 58 \times 2 = 116 \text{ г}$$

$$M(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 24 + 34 = 58 \text{ г/моль}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Матеріальний баланс стадії осадження гідроксиду магнію

<i>Вхід</i>		<i>Вихід</i>	
<i>Речовина</i>	<i>Маса, кг</i>	<i>Сировина</i>	<i>Маса, кг</i>
1)Розчин MgCl ₂ з конц. С = 2 моль/л, в т.ч.:	1л = 1,025кг	1)Суспензія Mg(OH) ₂ , в т. ч.	101,025
Бішофіт MgCl ₂ * 6H ₂ O який містить:	0,4238:	Mg(OH) ₂	0,116
MgBr ₂	0,0064	MgBr ₂	0,0064
NaCl	0,0046	NaCl	0,0046
CaCl ₂	0,0034	CaCl ₂	0,222+0,0034 = 0,2254
KCl	0,0034	KCl	0,0034
H ₂ O	1,025- 0,4238=0,6012	H ₂ O	0,6012+99,852 = 100,4532
		Вода із бішофіту	0,216
2)Розчин Ca(OH) ₂ з конц. 0,02 моль/л, в тому числі:	100		
Ca(OH) ₂	0,148		
H ₂ O	99,852		
Всього:	101,025	Всього:	101,025

Маса CaCl₂, що утворилась в результаті реакції
 $v(\text{Ca}(\text{OH})_2) = v(\text{MgCl}_2) = v(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 2 \text{ моль}$

$$M(\text{MgCl}_2) = 40 + 71 = 111 \text{ г/моль}$$

$$m = 111 \times 2 = 222 \text{ г}$$

Матеріальний баланс стадії згущення

<i>Вхід</i>		<i>Вихід</i>	
<i>Речовина</i>	<i>Маса, кг</i>	<i>Речовина</i>	<i>Маса, кг</i>
1) Суспензія	101,025	1)	0,679
Mg(OH) ₂ , в т. ч.		Суспензія	
		Mg(OH) ₂	0,33
Mg(OH) ₂	0,116	Вода	0,116
CaCl ₂	0,2254	Mg(OH) ₂	0,2254
MgBr ₂	0,0064	CaCl ₂	0,0064
NaCl	0,0046	MgBr ₂	0,0046
KCl	0,0034	NaCl	0,0034
H ₂ O	100,6692	KCl	100,3392
		2) Вода	0,0068
		3) Солі в	0,0054
		т. ч.	0,0004
		CaCl ₂	0,0006
		MgBr ₂	0,0004
		NaCl	
		KCl	
Всього:	101,025	Всього:	101,025

Матеріальний баланс стадії репульпації

Для промивання осаду беремо таке співвідношення:

$$V_{\text{осаду}} : V_{\text{промивної води}} = 1 : 10$$

$$m (\text{осаду}) = 0,6 \text{ кг}$$

$$\rho (\text{осаду}) = 3000 \text{ кг/м}^3$$

$$V (\text{осаду}) = m / \rho = 0,6 / 3000 = 0,0002 \text{ м}^3 = 0,2 \text{ л}$$

$$V (\text{промивної води}) = 0,2 \times 10 = 2 \text{ л}$$

$$M (\text{промивної води}) = 2000 \text{ мл} \times 1 \text{ г/мл} = 2000 \text{ г} = 2 \text{ кг}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Матеріальний баланс стадії репульпації

<i>Вхід</i>		<i>Вихід</i>	
<i>Речовина</i>	<i>Маса, кг</i>	<i>Речовина</i>	<i>Маса, кг</i>
1) Суспензія	0,679	1) Суспензія	0,44
Mg(OH) ₂ , в т. ч.		Mg(OH) ₂ , в т. ч.	
Вода	0,33	Вода	0,33
Mg(OH) ₂	0,116	Mg(OH) ₂	0,11
CaCl ₂	0,22	2) Відпрацьована	
MgBr ₂	0,006	вода	2,239
NaCl	0,004	Вода	2,0
KCl	0,003	Mg(OH) ₂	0,006
2) Вода	2,0	CaCl ₂	0,279
		MgBr ₂	0,006
		NaCl	0,004
		KCl	0,003
Всього:	2,679	Всього:	2,679

Таким чином після репульпації отримали суспензію Mg(OH)₂ із масовою часткою Mg(OH)₂ 25 відсотків

$$W (\text{Mg}(\text{OH})_2) = 0,11 / 0,44 \times 100\% = 25\%$$

Матеріальний баланс стадії фільтрування

Приймаємо, що вологість осаду після фільтрування складає 10%

Маса вологих кристалів Mg(OH)₂:

$$0,1 = x/0,11+x$$

$$0,011+0,1x = x$$

$$X = 0,011/0,9$$

$$X = 0,012$$

Таблиця 2.4

Матеріальний баланс стадії фільтрування

<i>Вхід</i>		<i>Вихід</i>	
<i>Речовина</i>	<i>Маса, кг</i>	<i>Речовина</i>	<i>Маса, кг</i>
1) Суспензія	0,44	1) Вологий	0,122
Mg(OH) ₂ , в т. ч.		Mg(OH) ₂	
Вода	0,33	Вода	0,012
Mg(OH) ₂	0,11	Mg(OH) ₂	0,11
Всього:	0,44	Всього:	0,44

Таблиця 2.5

Матеріальний баланс стадії сушіння

<i>Вхід</i>		<i>Вихід</i>	
<i>Речовина</i>	<i>Маса, кг</i>	<i>Речовина</i>	<i>Маса, кг</i>
1) Вологий	0,122	1) Продукт	0,111
Mg(OH) ₂		Mg(OH) ₂	0,110
Вода	0,012	Вода	0,001
Mg(OH) ₂	0,11	2) Водяна пара	0,11
Всього:	0,122	Всього:	0,122

Коефіцієнт перерахунку для виходу продукту в 200 кг :

$$K = 200 / 0,111 = 1800$$

Таблиця 2.6

Матеріальний баланс виробництва 200 кг Mg(OH)₂

<i>Вхід</i>		<i>Вихід</i>	
<i>Речовина</i>	<i>Маса, кг</i>	<i>Речовина</i>	<i>Маса, кг</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження таблиці 2.6

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1)Розчин MgCl ₂ з конц. C = 2 моль/л, в т.ч.: Бішофіт Вода	1800 л = 1845 кг 762,84	1) Продукт Mg(OH) ₂ H ₂ O 2) CaCl ₂ 3) MgBr ₂	199,8 198 1,8 405,72 11,52
2)Розчин Ca(OH) ₂ з конц. 0,02 моль/л, в тому числі: Ca(OH) ₂ Вода	1082,16 180000 266,4 179733,6	4) NaCl 5) KCl 6) Вода 7) Втрати	8,28 6,12 181213,36 0,2
Всього:	181845	Всього:	181845

2.4 Тепловий баланс стадії сушіння гідроксиду магнію

Із врахуванням коефіцієнту перерахунку для виходу продукту в 200 кг:

$K = 200/0,111 = 1800$ та тривалості робочої зміни 8 годин, можемо оцінити продуктивність сушарки по висушеному гідроксиду магнію: $200/8 = 25$ кг/год. Тоді у відповідності з матеріальним балансом процесу сушіння, маємо:

1. Маса вологого гідроксиду магнію, що поступає на сушіння

$$G_{\text{п}} = 0,122 * 1800/8 = 27,45 \text{ кг/год.}$$

2. Температура вологого гідроксиду, що поступає на сушіння

$$T_{\text{мп}} = 90^{\circ}\text{C.}$$

3. В сушарці з гідроксиду випаровується волога $W = 2,45$ кг/год

ВОЛОГИ

4. Із сушарки видаляється $G_{\text{к}} = 25$ кг/год висушеного матеріалу при температурі $T_{\text{мк}} = 25^{\circ}\text{C.}$

5. Питома теплоємність матеріалу $C_{\text{м}} = 1\,327$ Дж/(кг·°C).

5. Питома теплоємність вологи (води) $c_{\text{в}} = 4\,190$ Дж/(кг·°C)

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

У сушарку входить повітря для сушіння кристалічного матеріалу гідроксиду магнію, який містить $L1 = 14,24$ кг/с абсолютно сухого повітря та повітря для охолодження, який містить $L2 = 31,94$ кг/с абсолютно сухого повітря. Ентальпія визначається з I-d діаграми.

Перед нагрівачем повітря та після нагрівання калорифер має ентальпію $I0 = 47\ 000$ Дж/кг, тобто на вході в сушарку.

В процесі сушіння ентальпія змінюється в результаті передачі тепла матеріалу, поглинання вологи з матеріалу і втрат тепла в навколишнє середовище, так що на виході з сушарки ентальпія відпрацьованого повітря дорівнює $I2 = 114\ 000$ Дж/кг.

При складанні теплового балансу враховано, що в нашій конструкції сушарки відсутнє додаткове транспортне обладнання (наприклад, візок) для переміщення матеріалу.

У цій схемі тепло Q_k підводиться до нагрівача, розташованого перед сушаркою. Тут передбачається, що тепло Q_{k2} не підводиться до нагрівачів.

Тоді, з урахуванням теплових втрат $Q_{втр}$ від сушарки до навколишнього середовища, тепловий баланс сушіння має вигляд, як показано в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Тепловий баланс стадії сушіння магній гідроксиду

<i>Прихід тепла</i>	<i>Витрати тепла</i>
1	2
З повітрям для сушіння $L1 \cdot I0 = 669\ 280$ Дж	З відпрацьованим повітрям $(L1 + L2) \cdot I2 = 5\ 680\ 140$ Дж
З повітрям для охолодження $L2 \cdot I0 = 1\ 501\ 180$ Дж	З висушеним матеріалом $G_k \cdot c_m \cdot T_{mk} = 829\ 375$ Дж
З вологим матеріалом, в тому числі з абсолютно сухим матеріалом $G_k \cdot c_m \cdot T_{мп} = 2985750$ Дж	Витрати тепла в атмосферу $Q_{втр}$ $= 0,06 \cdot Q_k = 27410$ Дж

1	2
В основному калорифері $Q_k = 456820$ Дж	
З вологою що випаровується з матеріалу $W \cdot c_v \cdot T_{мп} = 923895$ Дж	
Сума: 6 536 925 Дж	Сума: 6 536 925 Дж

При сталому процесі сушіння тепловий баланс виражається наступним рівнянням:

$$L1 \cdot I0 + L2 \cdot I0 + G_k \cdot c_m \cdot T_{мп} + W \cdot c_v \cdot T_{мп} + Q_k = (L1 + L2) \cdot I2 + G_k \cdot c_m \cdot T_{мк} + Q_{втр}$$

З цього рівняння розраховується загальна кількість тепла Q_k , необхідна для сушіння, Q_c . Витрати тепла становлять 6% в навколишнє середовище.

$$Q_k - 0,06 \cdot Q_k = (L1 + L2) \cdot I2 + G_k \cdot c_m \cdot T_{мк} - L1 \cdot I0 - L2 \cdot I0 - G_k \cdot c_m \cdot T_{мк} - W \cdot c_v \cdot T_{мп}$$

Отже:

$$Q_k = ((L1 + L2) \cdot I2 + G_k \cdot c_m \cdot T_{мк} - L1 \cdot I0 - L2 \cdot I0 - G_k \cdot c_m \cdot T_{мк} - W \cdot c_v \cdot T_{мп}) / 0,94$$

$$Q_k = (5680140 + 829375 - 669300 - 1501000 - 2985750 - 923895) / 0,94 = 456820 \text{ Дж/год}$$

Витрати пари на нагрівач розраховуємо за наступною формулою:

$$D = Q_k / (i - t_{кон})$$

де i – теплоємність, яку знаходимо по таблицях Вакуловича, $t_{кон}$ – температура конденсату.

$$D = 456820 / (648,3 - 124) = 871 \text{ кг/год}$$

Отже, з одержаних розрахунків можна зробити висновок, що тепловий баланс процесу сушіння кристалічного матеріалу гідроксиду магні, був розрахований правильно.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

2.5 Підбір обладнання

Лінія виробництва гідроксиду магнію включає в себе такі апарати: перемішувача, реактор з якірною мішалкою, відстійник, репульпатор, відцентрові насоси, шестеринчасті насоси, барабаний вакуум-фільтр, стрічковий конвеєр, конвеєрна сушарка, кульковий млин, гвинтовий конвеєр, ваговий дозатор.

Перемішувач

Використаний вертикальний резервуар із перемішуванням із полірованої нержавіючої сталі Webster об'ємом приблизно 344 літри 316 л. Пристрій має розміри приблизно 700 мм у діаметрі x 600 мм прямої сторони. Має зварні верхню та нижню головки. Номінальний внутрішній тиск 3,5 бар/повний вакуум при 150 °С. Включає 4-лопатеву мішалку з нержавіючої сталі з нижнім входом, двигун і редуктор GAST з повітряним приводом. Установка встановлена на мобільну раму з нержавіючої сталі.



Рисунок 2.5 Перемішувач

Таблиця 2.8

Основні технічні параметри перемішувача

№ поз	Характеристика	Значення
1	Маса	190 кг
2	Діаметр	0.6 м
3	Висота	0.7 м
4	Об'єм	344 л

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Реактор з якірною мішалкою

Ректори з механічним перемішувачем можуть бути вертикального і горизонтального виконання, в нашому випадку застосовано перший. Він являє собою вертикальний циліндричний апарат з якірною мішалкою. Емальований реактор з якірною мішалкою призначений для роботи з агресивними рідинами в малотоннажному виробництві. Робоче середовище в корпусі апарату - нейтральна, пожежонебезпечна, вибухонебезпечна або токсична рідина, емульсія, газорідинна суміш або суспензія з масовою часткою твердої фази не більше 30%. Робоче середовище в сорочці або змійовику - водопровідна вода або оборотна вода, розсіл, конденсат, насичена водяна пара або високотемпературний органічний теплоносій з температурою від мінус 30 до плюс 300 ° С. Ущільнення сальникове або торцеве (для особливо токсичних середовищ). Комплектується вентилем з подовженим слідом, яке дозволяє повністю усунути застійну зону в штуцері нижнього випуску. Мішалка і інші внутрішні пристрої можуть бути виготовлені з кислотостійких сталей, корозійностійких сталей.



Рисунок 2.6 Реактора з якірною мішалкою

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 2.9

Основні технічні параметри реактора з якірною мішалкою

№ поз	Характеристика	Значення
1	Об'єм	150 л
2	Діаметр валу мішалки	60 мм
	Діаметр мішалки	0,6 м
3	Висота	1,5 м
4	Ширина	0,8 м
5	Маса	800 кг
6	Потужність	1.5 кВт/год
7	Частота обертання електричного двигуна	1500 об/хв
8	Частота обертання мішалки	50 об/хв
9	Напруга	380 В
10	Температура	80°С

Відстійник

Відстійник призначений для освітлення транспортерно-мийних вод і згущення осаду, що видаляється та застосовується в схемі очищення.

[12]

Таблиця 2.10

Основні технічні параметри згущувача

№ поз	Характеристика	Значення
1	Технічна продуктивність по воді	100 м ³ /Год
2	Технічна продуктивність по згущеній суспензії	20 м ³ /Год
3	Маса	10 т
4	Діаметр	4 м
5	Висота	3,5 м

Репульпатор

Репульпатор використовують для якісного приготування пульпи, шляхом активного перемішування дрібнозернистого матеріалу (подрібнених руд, техногенної сировини або пісків розсипів) з водою.

Максимальна крупність перемішуємо матеріалу – 2 мм

Діапазон щільності приготування пульпи (вагові відносини твердого до рідкого), Т: Р – 1: 10

Ємність бака репульпатора конусної частини – 26 л

Таблиця 2.11

Основні технічні параметри репульпатора

№ поз	Характеристика	Значення
1	Довжина	600 мм
2	Ширина	500 мм
3	Висота	1000 мм
4	Оптимальна частота обертання	180-240 об/хв
5	Ємність бака репульпатора конусної частини	26 л
6	Діапазон щільності приготування пульпи (вагові відносини твердого до рідкого), Т:Р	1: 10

Конвеєрна сушарка

Конвеєрні сушарки призначені для зниження вологості харчових продуктів, а також паливних брикетів. Найчастіше їх використовують для сушіння олійних і зернових культур в процесі підготовки до тривалого зберігання. Таке обладнання ефективно для всіх видів сипучих продуктів, таких як борошно і цукор. Принцип роботи стрічкових сушарок полягає в тому, що гаряче повітря, яке рухається по конвеєрній стрічці, ефективно нагріває завантажений продукт через тунельну конструкцію, в якій розташовані трубчасті електронагрівачі (тени). Температурний режим

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

може регулюватися або підтримуватися оператором на постійному рівні. Весь процес сушіння відбувається на двох колосникових поверхнях: перша використовується для попереднього нагрівання і сушіння, а друга - для завершального етапу сушіння до заданого рівня вологості.



Рисунок 2.7 Конвеєрна сушарка

Таблиця 2.12

Основні технічні параметри конвеєрної сушарки

№ поз	Характеристика	Значення
1	Продуктивність	10-15 кг/год
2	Кількість ярусів (стрічок)	2
3	Ширина стрічки	800 мм
4	Нагрівачі елементи	15 шт
5	Потужність 1 нагрівачого елементу	0.6 кВт
6	Температура сушіння	90 °С
7	Висота	1250 мм
8	Довжина	5270 мм

Кульовий млин

У барабан містить сталеві або чавунні кулі діаметром 40 мм. Об'єм куль становить приблизно половину об'єму млина. При обертанні барабана кулі сповзають, скочуються або падають і подрібнюють продукт. Подрібнення відбувається головним чином внаслідок ударів подрібнювальних тіл і частково стиранням і роздавлюванням.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідний матеріал завантажується у млин через завантажувальну цапфу, а подрібнений продукт вивантажується з млина через розвантажувальну цапфу.



Рисунок 2.8 Кульовий млин

Таблиця 2.13

Основні технічні параметри кульового млина МК-1000

№ поз	Характеристика	Значення
1	Діаметр подрібненого продукту	0,04 мм
2	Об'єм	500 л
3	Вага кульок	20 кг
4	Потужність	16 кВт
5	Продуктивність	300 кг/добу
6	Вага	1,5 т

Охолоджувальний конвеєр

Охолоджувальні конвеєри використовуються для охолодження обсмаженого насіння та горіхів. Охолодження досягається за рахунок видалення гарячого повітря з продукту і одночасного видалення легких домішок. Після сушіння продукт подається в бункер охолоджувального конвеєра. Конвеєр не лише транспортує продукт а й додатково охолоджує його за допомогою охолоджувальної води, яка розміщена всередині центрального валу, щоб отримати кращий охолоджувальний ефект

Продукт рухається по конвеєру зі швидкістю, яку задає оператор. Продуктивність витяжної системи регулюється заслінкою. [13]

Таблиця 2.14

Основні технічні параметри охолоджувального конвеєра

№ поз	Характеристика	Значення
1	Продуктивність	80-100 кг/год
2	Напруга	380 В
3	Потужність	8 кВт/год
4	Маса	400 кг
5	Довжина	4400 мм
6	Ширина	2950
7	Температура входу матеріалу	100 °С
8	Температура виходу матеріалу	30 °С
9	Температура введення води	5 °С
10	Температура виведення води	15 °С

Дозатор ваговий ДВЛ-50Б

Ваговий дозатор ДВЛ-50Б - призначений для фасування і упаковки порошкоподібних, гранульованих та шматових продуктів: крейда, сухі будівельні суміші, комбікорми, торф, вугілля і т.п. в мішки тканинні, поліпропіленові або паперові мішки відкритого типу.

Ваговий дозатор встановлюється під накопичувальний наддозаторний бункер. Підключення дозатора до бункера - фланцеве. Подача продукту з наддозаторного бункера у вантажопідйомний пристрій дозатора здійснюється за допомогою стрічкового живильника. Тракт проходження матеріалу може мати як звичайне виконання, так і з нержавіючої сталі.

Оператор навішує мішок на царгу, затискає його мішкозатискачем і включає дозування. Після автоматичного формування точної дози

оператор заміняє мішок. У дозаторах застосовується ручний затискач мішка, що не вимагає наявності пневмомережі для роботи. Одночасно з дозуванням ведеться також облік сумарної маси й сумарної кількості сформованих доз.

Установка необхідної дози та зміна інших параметрів дозування здійснюється з пульта управління, на якому відображаються поточні значення параметрів роботи (маса дози, сумарна маса доз).

Електронна система керування дозволяє формувати точну дозу при змінюваному напрузі живильної мережі, температури і вологості дозується продукту і т.п.

Залежно від необхідної продуктивності задіяно від 1 до 3 осіб.



Рисунок 2.9 Ваговий дозатор

Таблиця 2.15

Основні технічні параметри дозатоар вагового ДВЛ-50Б

№ поз	Характеристика	Значення
1	Продуктивність	10 кг/хв
2	Об'єм бункера	100 л
3	Межі дозування	3 – 50 кг
4	Споживча потужність	1500 Вт
5	Висота	1,5 м
6	Маса	200 кг

2.6 Розрахунок реактора осадження з якірною мішалкою

Конструктивний розрахунок [15]

1. Об'єм робочого середовища виходячи матеріального балансу:

$$V_p = 0.101 \text{ м}^3$$

2. Об'єм повного апарату (беремо коефіцієнт заповнення 0.75):

$$V_{\Pi} = \frac{V_p}{K_3} = \frac{0.101}{0.75} = 0.14 \text{ м}^3$$

3. Номінально найближче значення об'єму $= 0.16 \text{ м}^3$. Дійсний коефіцієнт заповнення:

$$K_3 = \frac{V_p}{V_{\Pi}} = \frac{0.101}{0.160} = 0.63$$

4. Діаметр апарату беремо 600 мм. Знаходимо внутрішню площу поверхні днища.

$$F_{\text{дн}} = 0.44 \text{ м}^2.$$

5. Об'єм циліндричної частини днища:

$$V_{\text{ц}} = V_p - V_{\text{дн}} = 0.101 - 0.0352 = 0.066 \text{ м}^3$$

6. Висота циліндричної частини:

$$H_{\text{ц}} = \frac{4V_{\text{ц}}}{\pi D^2} = \frac{4 * 0.066}{\pi * 0.6^2} = 0.23 \text{ м}$$

7. Висота заповнення рівня рідини в реакторі:

$$H_p = \frac{4(V_p - V_{\text{дн}})}{\pi D} + h_1 + h_b = \frac{4 * (0.101 - 0.0352)}{\pi * 0.6} + 0.025 + 0.15 = 0.32 \text{ м}$$

8. Висота реактора відповідно до співвідношення якірної мішалки.:

$$\frac{H_p}{H} = 0.75$$

$$H = \frac{H_p}{0.75} = \frac{0.32}{0.75} = 0.43 \text{ м}$$

9. Висота лопатей мішалки:

$$h = H * 0.6 = 0.43 * 0.6 = 0.26 \text{ м}$$

10. Діаметр робочого органа:

$$d_M = \frac{D}{1.3} = \frac{0.6}{1.3} = 0.46 \text{ м}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Ширина лопаті мішалки:

$$b = d_M * 0.07 = 0.46 * 0.07 = 0.03 \text{ м}$$

12. Відстань від стінки реактора до лопаті:

$$\delta = \frac{D - d_M}{2} = \frac{0.6 - 0.46}{2} = 0.07 \text{ м}$$

Енергетичний розрахунок [15]

1. Швидкість обертання якірної мішалки, приймаємо 50 об/хв.

2. Коефіцієнт, що враховує заповнення ємності рідиною, що перемішується:

$$k_1 = \frac{H_p}{D} = \frac{0.32}{0.6} = 0.53$$

3. Коефіцієнти, що враховують початково зростаючу потужність і зростаючий опір середовища під час перемішування, становлять $k_2=1$.

4. ККД приводу приймаємо $\eta=0.85$.

5. Критерій Рейнольдса:

$$Re_B = \frac{n * d_M^2 * \rho}{\mu} = \frac{0.83 * 0.46^2 * 1010}{0.5} = 355$$

6. Для якірної мішалки $Re_B=10^2 - 3*10^5$ критеріальне рівняння має наступний вигляд ($C=12$ для мішалок з двома лопатями):

$$K_N = C * Re_B^{0.77} * \left(\frac{h}{d}\right) = 12 * 355^{0.77} * \left(\frac{0.26}{0.46}\right) = 624$$

7. Потужність, яка витрачається на перемішування:

$$N = K_N * \mu * n^2 * d^3 = 624 * 0.5 * 0.83^2 * 0.46^3 = 210 \text{ Вт} = 0.21 \text{ кВт}$$

8. Потужність, яка йде на витрати в сальнику:

$$\begin{aligned} N_c &= 9.84 * (P + 0.98 * 10^5) * f * l * n * d_B^2 \\ &= 9.84 * (25 * 10^5 + 0.98 * 10^5) * 0.2 * 0.16 * 0.83 * 0.035^2 = 832 \text{ Вт} \\ &= 0.83 \text{ кВт} \end{aligned}$$

9. Потужність приводу електродвигуна:

$$N_{ед} = \frac{k_1 * k_2 * N + N_c}{\eta} = \frac{0.53 * 1 * 0.21 + 0.83}{0.85} = 1.1 \text{ кВт}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

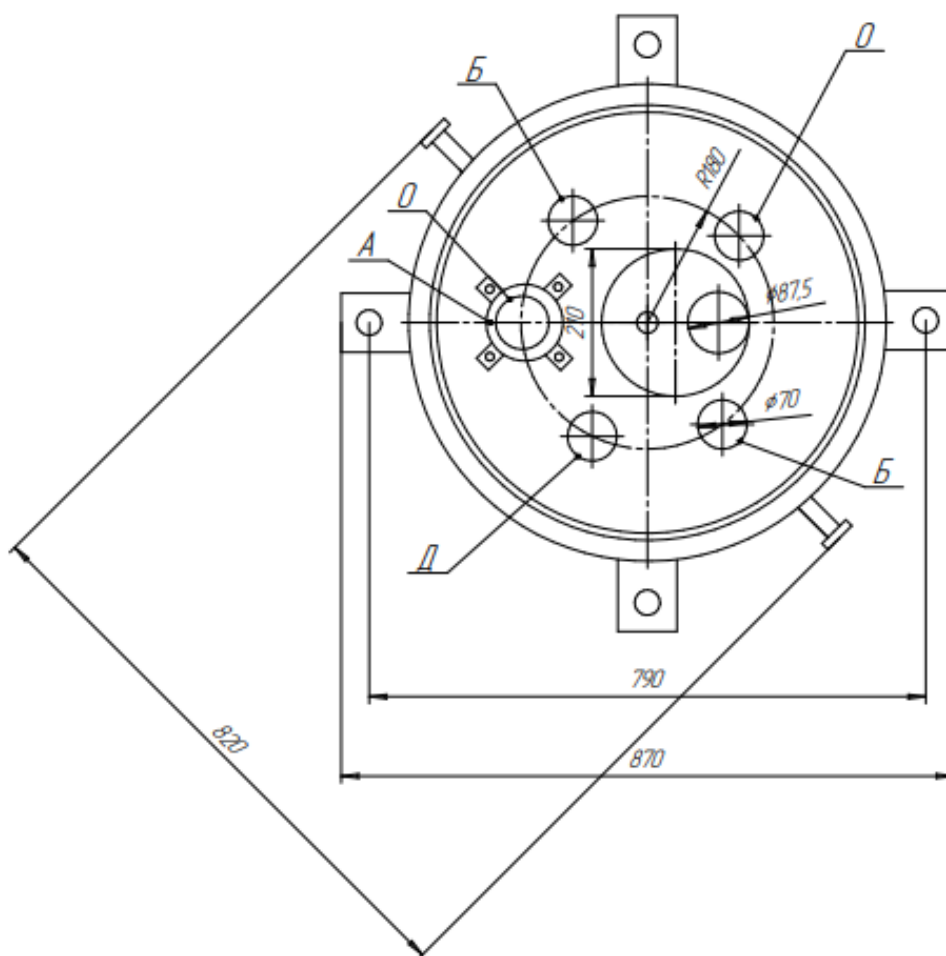
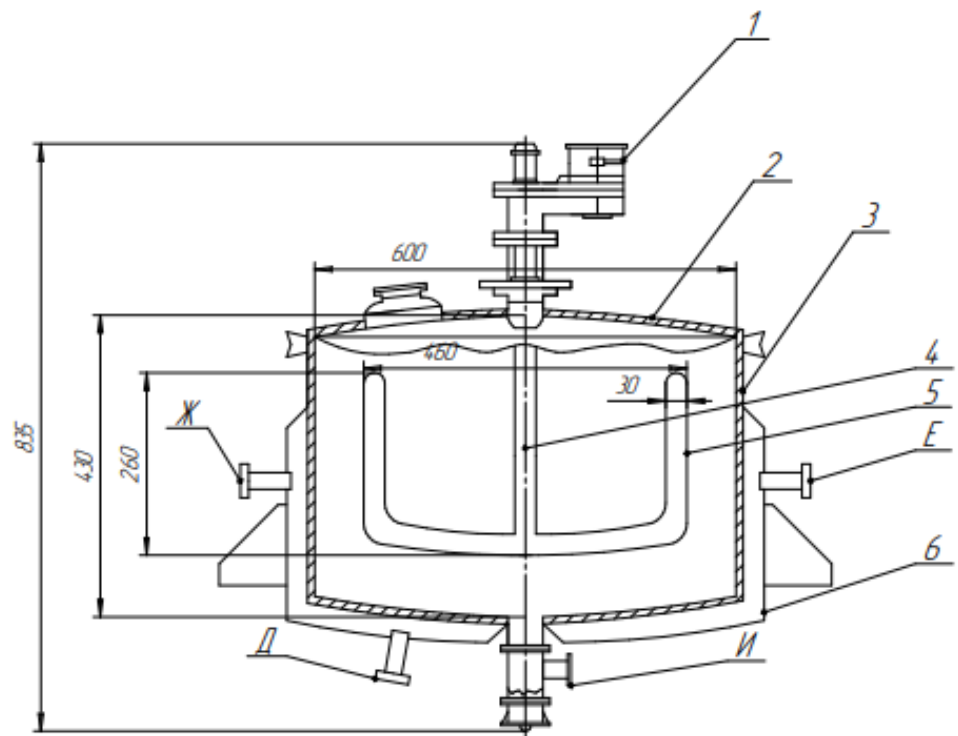


Рисунок 2.10 Загальний вигляд реактора з якірною мішалкою

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Арк.

52

2.7 Опис апаратурно-технологічної схеми виробництва магній гідроксиду

У змішувач **1** надходить Бішофіт $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ та вода для приготування розчину $MgCl_2$, концентрацією 2 моль/л.

У змішувач **3** поступає $Ca(OH)_2$ та вода для приготування розчину $Ca(OH)_2$, концентрацією 0,02 моль/л.

Осадження $Mg(OH)_2$ здійснюється у вертикальному циліндричному апараті з якірною мішалкою **5** куди подаються спочатку приготовлений розчин $MgCl_2$ за допомогою відцентрового насосу **2**, а потім розчин $Ca(OH)_2$ за допомогою відцентрового насосу **4**. Протікає реакція обміну $MgCl_2$ з $Ca(OH)_2$, яка є слабо екзотермічною, в зв'язку з цим передбачена додаткова подача пари в рубашку реактора для підтримки температури середовища в межах $80^\circ C$. Отримана суспензія з масовою часткою гідроксиду магнію в межах 5,0 % з реактора осадження **5** направляється за допомогою відцентрового насосу **6** в відстійник **7** для згущення під дією сили тяжіння. Згущена суспензія гідроксиду магнію з нижньої частини згущувача, за допомогою шестерінчастого насосу **8** направляється на стадію промивки (репульпації) на репульпатор **9**. Пульпа, що містить (після репульпації) 25 % $Mg(OH)_2$, за допомогою шестерінчастого насоса **10** направляють на барабанний вакуум-фільтр **11**. За допомогою обертання барабану на валу, відбувається чергування операцій фільтрування, промивки, підсушування та видалення осаду. Видалення з барабану осаду $Mg(OH)_2$ товщиною не менше за 8 – 10 мм здійснюється за допомогою ножа. Потім частково підсушений гідрооксид магнію йде на стрічковий конвеєр **12**, який додатково підсушує та направляє відфільтрований гідрооксид магнію на конвеєрну сушарку **12** для більш повного сушіння гідроксиду магнію. Висушений гідрооксид магнію направляється на спеціальний гвинтовий конвеєр **14**. Конвеєр не лише транспортує продукт а й додатково охолоджує його за допомогою охолоджувальної води, яка розміщена всередині центрального валу, щоб

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

отримати кращий охолоджувальний ефект. Охолоджений Гідроксид магнію направляється за на подрібнення у кульовий млин **15**. Гідроксид магнію подрібнюється у млині ударами падаючих куль і стиранням до розміру частинок 0,04 мм. А далі направляється за допомогою шнекового транспортера **16** на дозування на ваговий шнековий дозатор **17**. Фасований гідроксид магнію транспортується на склад готової продукції.

Таблиця 2.16

Основне технологічне обладнання, що використовується при виробництві гідроксиду магнію «мокрим» способом

<i>Найменування обладнання</i>	<i>Призначення обладнання</i>
Резервуар	Зберігання MgCl ₂
Реактор	осадження гідроксиду магнію
Згущувач	Згущення суспензії гідроксиду магнію
Барабанний вакуум-фільтр	Фільтрація і промивка гідроксиду магнію
Репульпатор з ефективною мішалкою	Відмивання гідроксиду магнію від хлоридів
Стрічковий конвеєр	Транспортування гідроксиду магнію
Конвеєрна сушарка	Просушування гідроксиду магнію
Кульовий млин	Подрібнення гідроксиду магнію
Охолоджувальний конвеєр	Охолодження гідроксиду магнію
Дозатор ваговий	Дозування та зважування гідроксиду магнію

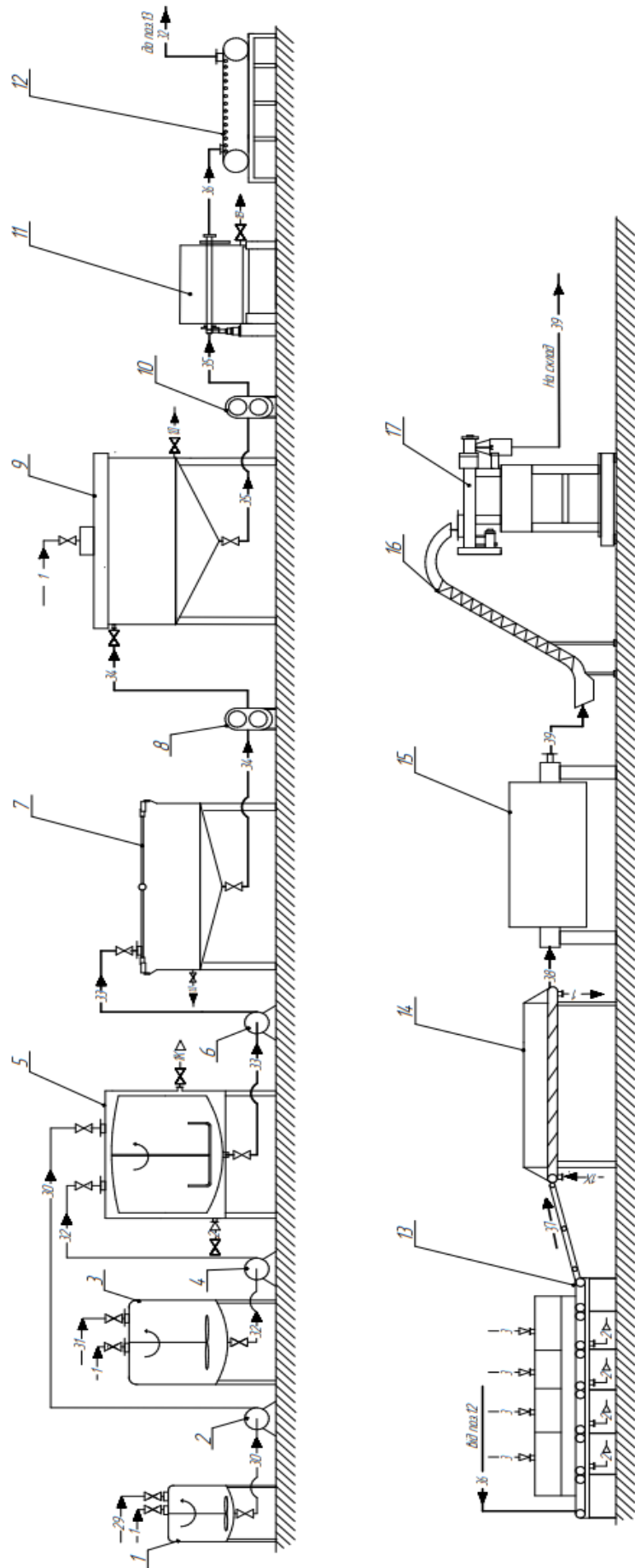


Рисунок 2.11 Апаратурно-технологічна схема виробництва магній гідроксиду

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

РОЗДІЛ III ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Для того, щоб визначити доцільність виробництва гідроксиду магнію, необхідно розрахувати виробничі витрати. У таблиці 3.1 наведено кількість сировини та основних матеріалів, необхідних для виробництва 200 кг. гідроксиду магнію.

Таблиця 3.1

Потреба у сировині для виробництва гідроксиду магнію

Сировина	Одиниця виміру	Норми витрат на 200 кг	Ціна одного кг сировини, грн	Сума, грн/100 кг
Бішофіт	кг	762,84	30	22884
Ca(OH) ₂	кг	266,4	8	2131
Вода	кг	180815.76	0,020	2700
ВСЬОГО	кг	-	-	27715

Витрати на сировину становлять 27715 грн на 200 кг продукції.

Транспортно-заготівельні витрати на основні матеріали та сировину приймаються на рівні 5%:

$$27715 * 0,05 = 1238,58 \text{ (грн)}$$

Загальна вартість сировини становить 28954 грн. Магній гідроксид фасується в мішки по 25 кг.

Отже, на 200 кг продукту потрібно вісім мішків.

Розрахунки для допоміжних матеріалів та упаковки наведені в таблиці 3.2.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.056.КР.ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Крещук А.М.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Фесич І. В.				56	78
Реценз .					НУХТ Каф. ТЖХТ		
Н. Контр.		Подобій О. В					
Затверд.		Носенко Т.Т.					
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ							

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5
Інженер-технолог	9	1	970	970
Апаратник				
1 зміна	9	3	750	6750
2 зміна	9	3	750	
3 зміна	6	3	750	
Оператор лінії	9	2	730	4380
1 зміна	9	2	730	
2 зміна	6	2	730	
3 зміна				
Охоронець				
1 зміна	9	1	620	1860
2 зміна	9	1	620	
3 зміна	6	1	620	
Підсобний працівник				
1 зміна	9	1	560	1680
2 зміна	9	1	560	
3 зміна	6	1	560	
Всього	-	-	-	15642

Отже, за одну добу працівникам потрібно сплатити 15642 грн.

Витрати на обслуговування обладнання складають 100% від З/П – 15642 грн. Витрати на освоєння і підготовку виробництва складають близько 10% від заробітної плати – 1564 грн. Загальнопромислові витрати 200% від заробітної плати – 31284 грн.

Виробнича собівартість:

$$28954 + 47.9 + 15642 + 15642 + 1564 + 31284 = 93134 \text{ грн.}$$

									Арк.
									58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ				

Витрати адміністративні 1.5% від виробничої собівартості:

$$93134 * 0.015 = 1397 \text{ грн.}$$

Витрати на збут 2% від виробничої собівартості:

$$93134 * 0.02 = 1862 \text{ грн.}$$

Інші операційні витрати 1.0% від виробничої собівартості:

$$93134 * 0.01 = 931 \text{ грн.}$$

Повні витрати:

$$93134 + 1397 + 1862 + 931 = 97324 \text{ грн.}$$

Повні витрати за рік:

$$97324 * 260 = 25304240 \text{ грн.}$$

Рентабельність складає 10%, тому прибуток:

$$25304240 * 0.1 = 2530424 \text{ грн.}$$

Загальна сума без ПДВ:

$$25304240 + 2530424 = 27834664 \text{ грн.}$$

ПДВ складає 20%:

$$27834664 * 0.2 = 5566932 \text{ грн.}$$

Загальна сума з ПДВ:

$$27834664 + 5566932 = 33401596 \text{ грн.}$$

Ціна 1 кг гідроксиду магнію складає:

$$33401596 / (200 * 260) = 64,23 \text{ грн.}$$

Середня ціна гідроксиду магнію складає 35-80 грн/кг

У даному розділі були проведені економічні розрахунки виробництва гідроксиду магнію. Були розглянуті основні економічні показники, такі як витрати на сировину, виробничі витрати та ціни на готову продукцію.

Результати розрахунків свідчать про те, що виробництво гідроксиду магнію є економічно вигідним видом діяльності. Вартість сировини, необхідної для виробництва, є риночною, що свідчить, що цей продукт буде продаватися.

Також були враховані фактори, що впливають на економічну ефективність виробництва, такі як енергетичні та транспортні витрати.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ ІV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Магній гідроксид виготовляють відповідно до вимог стандарту ГОСТ 34444-2018 за технологічним регламентом, затвердженим у встановленому порядку. [16]

Магній гідроксид виготовляють у вигляді немодифікованого порошку білого кольору наступних марок: А; А3; А5; А7; А10. Склад марок наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Показники якості компонентів магній гідроксиду

Найменування показника	Норма для марки				
	А	А3	А5	А7	А10
1	2	3	4	5	6
Масова частка магнію гідроксиду, %, не менше	99				
Масова частка заліза, %, не більше	0,01	0,005			
Масова частка кальцію, %, не більше	0,1	0,01			0,15
Масова частка алюмінію, %, не більше	0,03	-			
Масова частка бору, %, не більше	0,02				
Масова частка кремнію, %, не більше	0,025				
Масова частка натрію, %, трохи більше	-	0,02			-
Масова частка хлоридів, %, не більше	0,10	0,02			
Масова частка сульфатів, %, не більше	0,10	0,01	0,02		0,06

ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.060.КР.ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Крещук А.М.		
Перевір.		Фесич І. В.		
Н. Контр.		Подобій О. В.		
Затверд.		Носенко Т.Т.		
ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ			Літ.	Арк.
				60
			Аркушів 78	
<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>				

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6
Питома поверхня, м/г	-	3,0- 4,0	4,0- 6,0	6-9	9- 11
Гранулометричний склад, мкм, не більше:					
- Діаметр 10% частинок, мкм	-	1,3	1,1		
- Діаметр 50% частинок, мкм	2	1,8	1,7		
- Діаметр 90% частинок, мкм	-	4,4	4,1		
Масова частка летких речовин при температурі 105°C, %, трохи більше	-	0,3			
Насипна щільність, г/см, не менше	0,3				
Масова частка залишку при просіванні на сіті з сіткою 45 мкм, %, не більше	-	0,3			

Контроль якості магній гідроксиду ($Mg(OH)_2$) включає в себе перевірку його фізичних, хімічних та мікробіологічних властивостей. Деякі з найбільш важливих показників якості магній гідроксиду наведені нижче:

- Вміст основних речовин: Магній гідроксид повинен містити не менше 95% $Mg(OH)_2$.
- Розмір частинок: Частинки магній гідроксиду повинні бути розміром менше 45 мкм.
- Розчинність: Магній гідроксид повинен мати низьку розчинність у воді, щоб забезпечити тривалий термін його зберігання та використання.

- Кислото-базова реакція: Магній гідроксид повинен бути лужним (рН близько 10), щоб забезпечити ефективне використання в промислових та лікарських цілях.
- Вміст важких металів: Магній гідроксид не повинен містити важких металів, таких як свинець, ртуть, кадмій та інші, в кількості, що може становити загрозу для здоров'я людей та навколишнього середовища.

Для забезпечення якості гідроксиду магнію можна проводити різні аналізи, включаючи хроматографічний аналіз, спектрофотометрію, вимірювання гранулометричного складу і мікроскопічне спостереження. Також може бути проведений мікробіологічний аналіз для забезпечення відсутності мікроорганізмів. [16]

Для забезпечення якості гідроксиду магнію його також можна випробувати відповідно до стандартів якості, таких як ISO 9001, USP і EP. Ці стандарти встановлюють вимоги до якості та безпечності продукції та описують методи випробувань і вимірювань, що використовуються для контролю якості продукції.

Для забезпечення якості гідроксиду магнію також використовуються такі методи, як відбір та аналіз зразків, що відповідають специфікаціям якості, використання акредитованих постачальників, контроль якості вхідних матеріалів та обладнання, а також перевірка відповідності виробничих процесів вимогам до якості. Ці методи допомагають забезпечити якість гідроксиду магнію і знизити ризик виробничого травматизму, пов'язаного з неправильним використанням цього продукту.

Ключовим етапом контролю якості гідроксиду магнію є отримання сировини та матеріалів. Цей етап передбачає оцінку постачальників, перевірку інформації про властивості та якість сировини, що надходить, аналіз зразків на відповідність стандартам якості та інші методи.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Наступним етапом контролю якості є перевірка відповідності якості готової продукції стандартам якості. Це може включати аналіз зразків на вміст основних речовин, вимірювання розміру частинок, розчинності, аналіз на вміст важких металів, аналіз мікробіологічної чистоти та інші показники.

Після цього продукт можна зберігати або відвантажувати замовнику відповідно до його терміну придатності та умов зберігання. У той же час, контроль якості може здійснюватися на етапі відвантаження, щоб переконатися, що продукт не пошкоджений і відповідає встановленим стандартам якості.

У разі виявлення відхилень від визначених стандартів якості можна вжити коригувальних заходів, наприклад, переробити продукт, повернути його або замінити сировину. Такі заходи допомагають забезпечити високу якість продукції та зменшити ризик негативного впливу на здоров'я людей та навколишнє середовище. [17]

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Заходи з охорони навколишнього середовища на виробництві

Основними впливами на навколишнє середовище, пов'язаними з виробництвом гідроксиду магнію мокрим способом, є споживання енергії та високе водоспоживання. Рівень забруднення повітря при виробництві гідроксиду магнію значно нижчий, ніж при виробництві оксиду магнію сухим або мокрим способами, і в основному пов'язаний з викидами забруднюючих речовин на стадії сушіння гідроксиду магнію [19].

Крім того, стадії фільтрації та промивання гідроксиду магнію характеризуються утворенням значної кількості стічних вод, що містять хлорид натрію. Основне використання цих стічних вод - виробництво хлоридно-натрієвого розсолу шляхом підземного вилуговування кам'яної солі. У цьому випадку скидання забруднюючих речовин зі стічними водами зведено до мінімуму і включає в себе очищення побутових стічних вод, що скидаються виробничим персоналом. [16]

Основними факторами, що характеризують охорону навколишнього середовища при виробництві гідроксиду магнію "мокрим" способом, є

- Питоме споживання енергоресурсів, в тому числі природного газу;
- Питомі викиди забруднюючих речовин у відхідних газах;
- Можливість та ефективність використання (утилізації) або очищення водно-солевих розчинів на стадіях осадження та промивання гідроксиду магнію;
- Контроль забруднення повітря (пил);

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.074.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Крещук А.М.</i>			ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Фесич І. В.</i>					64	78
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій І. В.</i>				НУХТ Каф. ТЖХТ		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

Для зменшення впливу виробництва гідроксиду магнію на навколишнє середовище можуть бути вжиті різні заходи, включаючи встановлення фільтрів для очищення газів і стічних вод, застосування енергоефективних технологій і використання відновлюваних джерел енергії. Також можуть бути встановлені норми і стандарти для обмеження кількості забруднюючих речовин, що викидаються в навколишнє середовище. [17]

Важливо зазначити, що виробництво гідроксиду магнію є важливою складовою промислового виробництва і може мати позитивний вплив на місцевий економічний та соціальний розвиток. Тому важливо розробляти та впроваджувати екологічно чисті технології та виробничі процеси, які зменшують вплив на навколишнє середовище, щоб збалансувати промислове виробництво та охорону довкілля.

Важливо також, що виробництво гідроксиду магнію позитивно впливає на здоров'я людей та природні ресурси. Гідроксид магнію використовується як підкислювач і харчова добавка в різних галузях промисловості, зокрема у фармацевтичній та харчовій. Гідроксид магнію також може використовуватися для очищення води, зокрема, у водних системах промислових підприємств, щоб поліпшити якість води за рахунок зменшення вмісту забруднюючих речовин у воді.

Таким чином, виробництво гідроксиду магнію може мати як позитивний, так і негативний вплив на довкілля та здоров'я людей. Важливо дотримуватися балансу між промисловим виробництвом та екологічними вимогами, застосовуючи ефективні технології та заходи для зменшення впливу на навколишнє середовище та збереження природних ресурсів. [17]

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2 Охорона праці

За ступенем впливу на організм людини магній гідроксид відноситься до малонебезпечних речовин 4-го класу небезпеки згідно з ГОСТ 12.1.007. У малих дозах магній гідроксид зазвичай не чинить токсичного впливу, але у вигляді пилу може викликати подразнення слизових оболонок очей та носа. При попаданні магнію гідроксиду у вічі їх слід промити водою.

У разі розгерметизації транспортного пакета з магнієм гідроксидом або розсипу порошку його збирають совком, а місце розсипу промивають водою.

Після закінчення гарантійного терміну зберігання магній гідроксид утилізують відповідно до державних стандартів. [16]

5.2.1 Перелік шкідливих речовин на виробництві магній гідроксиду та заходи із забезпечення нормативного мікроклімату та чистоти повітря.

Під час виробництва магнію гідроксиду можуть виділятися різноманітні шкідливі речовини. Серед них можуть бути наступні: [21]

- Пил: під час механічної обробки бішофіту утворюється пил, який може містити шкідливі домішки, такі як кремній, алюміній, магній та інші.
- Кислотні гази: у процесі окислювання бішофіту можуть утворюватися кислотні гази, такі як діоксид сірки, які можуть бути шкідливими при вдиханні.
- Metали: під час обробки бішофіту можуть виділятися різні метали, такі як магній, алюміній, кремній та інші, які можуть бути шкідливими при вдиханні.
- Органічні речовини: в процесі виробництва магнію гідроксиду можуть використовуватися різноманітні розчинники та інші хімічні речовини, які можуть бути шкідливими для здоров'я при вдиханні.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Виробничі втрати або відходи виробництва гідроксиду магнію "мокрим" способом. Під час очищення промислових викидів у пиловловлювачах і фільтрах виникають виробничі втрати і відходи, пов'язані з виробництвом гідроксиду магнію мокрим способом, який зазвичай називають пилом гідроксиду магнію. Основним компонентом цього пилу є гідроксид магнію. Рекомендується використовувати зібраний пил гідроксиду магнію в основному виробничому циклі. Крім того, зібраний порошок можна використовувати як побічний продукт для інших цілей, таких як очищення промислових стічних вод, нейтралізація, очищення (захист навколишнього середовища), обробка кислотних відходів шляхом нейтралізації та нейтралізації. Технологія, що використовується для обробки пилу та інших промислових відходів, повинна забезпечувати як повторне використання цих об'єктів у виробництві товарної продукції (рециклінг), так і їх використання в інших сферах економіки, таких як ведення бізнесу та надання послуг. [16]

Нормативні вимоги до вмісту небезпечних речовин у повітрі робочої зони встановлюються відповідно до законодавства та міжнародних стандартів. Директива Європейського Союзу 98/24/ЄС встановлює гранично допустимі рівні впливу небезпечних речовин на працівників на робочому місці. Для забезпечення безпеки працівників роботодавці повинні вживати заходів щодо зменшення викидів небезпечних речовин та контролювати дотримання норм вмісту цих речовин у повітрі на робочому місці. Це можна зробити за допомогою низки технічних заходів, таких як системи вентиляції, дотримання особистої гігієни, встановлення бар'єрів для запобігання викиду пилу та інших шкідливих речовин у повітря, а також регулярне вимірювання вмісту цих речовин у повітрі в робочій зоні.

Для забезпечення безпеки працівників, які працюють з віскофітами та іншими небезпечними речовинами, роботодавці повинні надавати адекватну інформацію про можливий шкідливий вплив речовин на

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

здоров'я та заходи, що вживаються для його зменшення або запобігання. Крім того, працівники повинні пройти навчання з техніки безпеки та особистої гігієни і бути забезпечені захисними засобами для зниження ризику отруєння небезпечними речовинами, що містяться в повітрі на робочому місці.

Таким чином, виробництво гідроксиду магнію з бішофіту може супроводжуватися виділенням небезпечних речовин, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників. Для забезпечення безпеки працівників слід вживати заходів щодо зменшення викидів шкідливих речовин та контролювати відповідність повітря робочої зони нормативам вмісту цих речовин. Також важливо навчити працівників техніки безпеки та особистої гігієни і забезпечити їх засобами захисту. [16]

5.2.2 Засоби індивідуального захисту робітників на виробництві

Для захисту робітників на виробництві магній гідроксиду, за ГОСТ 12.4.011 можуть бути використані наступні засоби індивідуального захисту :

Відповідно до ГОСТ 12.4.011, для захисту працівників при виробництві гідроксиду магнію можуть використовуватися такі засоби індивідуального захисту:

1. Респіратор. Робота у виробництві гідроксиду магнію може бути пов'язана з пилом та іншими небезпечними речовинами, які можуть вдихатися працівниками. Респіратори можуть захистити легені працівників від цих шкідливих речовин. Рекомендується використовувати респіратори з вискоєфективними фільтрами твердих частинок повітря (HEPA).

2. Захист очей. Гідроксид магнію може бути шкідливим для очей працівників, тому слід носити захисні окуляри.

3. Слід носити захисний одяг і рукавички. Робота у виробництві гідроксиду магнію може бути пов'язана з контактом з цим матеріалом і

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

може бути шкідливою для шкіри. Захисний одяг і рукавички можуть захистити працівників від контакту з гідроксидом магнію.

4. Навушники для захисту від шуму. Процеси виробництва гідроксиду магнію можуть створювати гучний шум, який може пошкодити слух працівників. Навушники для захисту від шуму можуть захистити працівників від цих несприятливих наслідків.

5. Взуття, стійке до ураження електричним струмом Виробництво гідроксиду магнію може бути пов'язане з небезпекою ураження електричним струмом. Спеціалізоване взуття з міцною підошвою може захистити працівників від ураження електричним струмом.

6. Каски для захисту голови. Працівники, зайняті у виробництві гідроксиду магнію, повинні носити каски для захисту голови від ударів падаючих предметів або матеріалів.

7. Спеціалізовані підошви для запобігання ковзанню. Робота у виробництві гідроксиду магнію може бути пов'язана зі слизькими поверхнями. Спеціалізовані підошви можуть забезпечити краще зчеплення з поверхнею та зменшити ризик ковзання та падінь.

8. Накладки для захисту колін та ліктів. Під час виробництва гідроксиду магнію доводиться стояти на колінах і згинати руки в ліктях, що може бути шкідливим для шкіри працівника. Захисні наколінники та налокітники можуть захистити працівників від цих несприятливих наслідків.

9. Аварійні комплекти. Робота у виробництві гідроксиду магнію може бути пов'язана з небезпечними ситуаціями, такими як пожежа, вихлопні гази та вибухи. Бажано мати аварійний набір з усіма необхідними інструментами для захисту від таких небезпек.

Важливо пам'ятати, що правильне використання засобів індивідуального захисту при виробництві гідроксиду магнію може значно знизити ризик травм і захворювань працівників. Тому роботодавці

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

повинні забезпечити працівників необхідними засобами індивідуального захисту та проінструктувати їх щодо їх використання.

5.2.3 Заходи безпеки від ураження електричним струмом на виробництві

На виробництві магній гідроксиду, як і в будь-якому іншому виробництві, існують ризики ураження електричним струмом, які можуть стати причиною серйозних травм і навіть смерті робітника. Для уникнення таких випадків слід дотримуватись наступних заходів безпеки:

1. Встановлення заземлення. Всі електричні пристрої та обладнання, які використовуються на виробництві, повинні бути заземлені, щоб запобігти накопиченню електричного заряду. Заземлення зменшує ризик ураження електричним струмом та може захистити робітника від можливих поразок.

2. Встановлення ущільнень. Виробництво магній гідроксиду може включати контакт з водою, що може стати причиною ураження електричним струмом. Установка ущільнень на всіх пристроях, що можуть потрапляти в контакт з водою, може зменшити цей ризик.

3. Використання ізоляційних матеріалів. У разі контакту робітника з електричним обладнанням, яке не можна заземлити або ущільнити, потрібно використовувати ізоляційні матеріали, такі як рукавиці, які можуть допомогти запобігти ураженню електричним струмом.

4. Перевірка обладнання. Регулярна перевірка електричного обладнання на виробництві може допомогти запобігти небезпечним ситуаціям. Необхідно перевіряти частоту перевірки та ремонту обладнання, а також правильність виконання цих процедур.

5. Кваліфікація робітників. Робітники, які працюють з електричним обладнанням, повинні бути кваліфіковані та проінформовані про можливі небезпеки. Навчання та тренінги повинні включати такі питання, як заземлення, ізоляція та інші заходи безпеки, пов'язані з роботою з електричним обладнанням.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

6. Установка систем автоматичного відключення. Системи автоматичного відключення можуть допомогти запобігти ураженню електричним струмом. Якщо система виявляє витік струму, вона автоматично відключає електричний потік, що може допомогти уникнути небезпечних ситуацій.

7. Дотримання стандартів безпеки. На виробництві мають бути дотримані всі стандарти безпеки, пов'язані з роботою з електричним обладнанням. Робітники повинні бути ознайомлені з усіма правилами та протоколами безпеки та дотримуватися їх у всіх ситуаціях.

Загалом, заходи безпеки на виробництві магній гідроксиду повинні бути спрямовані на запобігання можливості ураження електричним струмом. Дотримання цих заходів може допомогти забезпечити безпеку робітників та зменшити ризики небезпечних ситуацій. [20]

5.2.4 Показники пожежної небезпеки речовин та матеріалів, забезпечення евакуації робітників при пожежах

Магній гідроксид пожежо- та вибухобезпечний за ГОСТ 12.1.044. Забезпечення евакуації робітників при пожежі - це важлива складова планування пожежної безпеки на виробництві. Всі робітники повинні бути навчені, які дії вони повинні виконувати в разі пожежі, включаючи евакуацію з приміщень. План евакуації повинен бути розроблений та відображений відповідним чином на виробництві. Крім того, на виробництві повинні бути наявні евакуаційні шляхи, які повинні бути вільними від перешкод, та евакуаційні виходи, які повинні бути позначені відповідним чином. Робітники повинні також знати місцезнаходження пожежного обладнання, щоб у разі потреби звернутися за допомогою. Усі ці заходи можуть допомогти зменшити ризик постраждання в разі пожежі на виробництві магній гідроксиду. [18]

Додатковою мірою для забезпечення евакуації робітників при пожежі може бути проведення тренувань і практичних вправ, щоб усвідомити процес евакуації та забезпечити, що всі робітники знають свої

ролі в разі пожежі. Крім того, на виробництві магній гідроксиду повинні бути встановлені вогнегасники та інші пожежогасники, які повинні бути доступні для робітників у випадку пожежі. Пожежний обладнання, таке як спринклерні системи, також можуть бути встановлені для зменшення ризику пожежі та забезпечення швидкого реагування на пожежу.

Для забезпечення безпеки на виробництві магній гідроксиду також повинні бути проведені регулярні перевірки пожежного обладнання та систем автоматичного сповіщення про пожежу. Крім того, повинні бути встановлені системи автоматичного відключення електроенергії у разі виявлення пожежі або іншої надзвичайної ситуації, що може спричинити пожежу.

Загальні заходи безпеки та планування пожежної безпеки допоможуть забезпечити безпеку робітників на виробництві магній гідроксиду та зменшити ризик пожежі та постраждання. [22]

5.2.5 Вібрація технологічного обладнання, аналіз та нормування вібрації, засоби колективного та індивідуального захисту від загальних вібрацій

Вібрація технологічного обладнання може створювати небезпеку для здоров'я робітників на виробництві магній гідроксиду. Основні шляхи зменшення негативного впливу вібрації на організм людини включають аналіз та нормування рівня вібрації, а також застосування засобів колективного та індивідуального захисту. [23]

Аналіз та нормування рівня вібрації повинні відповідати стандартам та нормативам, які регулюються законодавством. Для цього необхідно виконати вимірювання рівня вібрації на робочих місцях та порівняти їх зі стандартами. Якщо рівень вібрації перевищує нормативні значення, необхідно вжити заходів для його зменшення.

Засоби колективного захисту від загальних вібрацій можуть включати захисні екрани, віброізоляційні матеріали, спеціальні підвіски

для обладнання, а також спеціальні механізми, які зменшують рівень вібрації на джерелі її утворення.

Індивідуальний захист від вібрації включає захисні віброгасячі рукавиці, навушники з віброгасячими фільтрами та спеціальні устілки для взуття з віброгасячим ефектом. Для підвищення ефективності захисту необхідно правильно вибрати та належно використовувати засоби індивідуального захисту. [23]

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

ВИСНОВКИ

1. Під час написання кваліфікаційної роботи, на основі аналізу науково-технічної літератури, було розглянуто технологію одержання магній гідроксиду з бішофіту. Для одержання гідроксиду магнію було обрано саме мокрий спосіб, який дозволяє отримати більш чистий продукт із однорідним гранулометричним складеном.

2. У ході вивчення методів одержання магній гідроксиду, також було розглянуто велику кількість сфер застосування $Mg(OH)_2$, що свідчить про його широку поширеність та значемість.

3. Розроблено принципову технологічну схему одержання гідроксиду магнію з бішофіту та описано її поетапно. Встановлено, що для інтенсифікації процесу виробництва гідроксиду магнію необхідно проводити осадження з розбавлених розчинів при температурі 80 градусів. Такий підхід дозволив отримати крупнокристалічний осад і зменшити тривалість процесу фільтрування.

4. Розраховано матеріальний баланс виробництва $Mg(OH)_2$ продуктивністю 200 кг/добу. З 1845 кг магній хлориду отримали 199,8 кг магній гідроксиду.

5. За даними матеріального балансу проведено підбір обладнання та складено апаратурно-технологічну схему виробництва гідроксиду магнію з бішофіту. Зроблено технологічний розрахунок реактора з якірною мішалкою, що використовується на стадії осадження гідроксиду магнію.

6. Виконано техніко-економічні обґрунтування підприємства з виробництва магній гідроксиду. Ціна 1 кг магній гідроксиду складає 64,23 грн., що є риночною, а значить буде користуватися попитом.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.074.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Крещук А.М.</i>			ВИСНОВКИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Фесич І. В.</i>					64	78
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій І. В.</i>			НУХТ Каф. ТЖХТ			
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

7. Удосконалення технології за рахунок зміни технологічних параметрів, а саме підвищенні температури та зменшені концентрації реагуючих речовин, дозволило досягнути більш високого ступення фільтрації осаду магній гідроксиду, що у свою чергу зменшило на час виробництва продукту.

					ВИСНОВКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ropp R. C. Encyclopedia of the Alkaline Earth Compounds. Elsevier, Group 16 (O, S, Se, Te) Alkaline Earth Compounds, 2013. 118 p.
2. І.Ф. Миронюк, В.Л. Челядин, В.О. Коцюбинський, І.Ю. Костів, У.Я. Джура: Будова та морфологічні особливості частинок гідроксиду магнію, одержаного методом осадження/ Фізика і хімія твердого тіла. - Івано-Франківськ: 2008. № 3 С. 533–539.
3. В.В. Євлаш, О.І. Торяник, В.О. Коваленко / Харчова хімія: Навчальний посіб. – Харків: Світ книги, 2012. – 327 с.
4. Ю.В. Марушко, А.О. Асонов, Т.В. Гищак / Роль магнію в організмі людини та вплив зменшеного вмісту магнію на якість життя дітей із гастроєзофагеальною рефлюксною хворобою. - Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ. С. 1-8.
5. М. І. Сичов / Одеська державна академія технічного регулювання та якості - Одеса: 2021. С. 6-8.
6. Technology for obtaining highly pure magnesium compounds using the hydrolytic sedimentation process. K. Boriak, L. Kolomiets - State University of Intelligent Technologies and Communications: 2022. P 43-45.
7. Енергозберігаюча технологія магnezіальних в'язучих з використанням вітчизняної сировини / Пащенко О. О - 2018 р. С. 8-24.
8. Шкавро З. М., Антонюк Н. Г. Теорія та практика використання коагулянтів у технології водоочищення: Національний університет Києво-Могилянської академії. 2014р. с. 66-72 - УДК 628. 345. 347
9. Kester M. Elsevier's integrated review pharmacology. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier/Mosby, 2012.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.074.КР.ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Крециук А.М.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Фесич І. В.				64	78
Н. Контр.		Подобій І. В			НУХТ Каф. ТЖХТ		
Затверд.		Носенко Т.Т.			СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		

10. Г.В. Безпрозванних, І.А. Мірчук. Синтез технологічних режимів охолодження та радіаційного опромінення електричної ізоляції кабелів/ Харківський політехнічний інститут - Харків: 2021 р. С. 120-122.

11. Родовища бішофіту – реальна база для створення власного виробництва магнієвих продуктів і низки мікроелементів в Україні: монографія / П.В. Зарицький. – Львів: 2002. – 28с.

12. Каталог обладнання: Згущувач – відстійник [електронний ресурс] / Обладнання для цукрової, будівельної, гірничої та металургійної промисловостей – Режим доступу до ресурсу: <http://smelasahservice.com/index.php/podacha-i-ochistka-svekly/otstojnik-sgustitel-ostv-15-ostv-10>

13. Каталог обладнання: Охолоджувальний конвеєр [електронний ресурс] Тунель для охолодження продукції – Режим доступу до ресурсу: <http://lts.company/ukr/konvejjer.html>.

14. І. Ф. Малежик. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування: навч. посіб. – Київ: НУХТ, 2012. – 543 с.

15. В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, А.І. Українець, М.М. Пушанко, В.М. Гуцалюк, В.Л. Яровий. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості : навчальний посібник – Вінниця: Нова книга, 2004. – 288 с.

16. ГОСТ 34444-2018: Магній гідроксид наноструктурованих. Технічні вимоги та методи вимірювань (аналізу).

17. І. Д. Михайлов, В. Л. Дикань, О. Г. Дейнека, Л.О. Позднякова. Основи екології та природокористування : навч. посіб. – Харків: 2002. – 384 с.

18. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою : НАПБ. Б.03.002-2007 . [Введ. в дію 03.12.2007]. – К. : Держстандарт України, 2007. – 17 с. (Національний стандарт України).

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Закон України з охорони навколишнього середовища : (за станом на 4 травня 1999 р.) Верховна Рада України. – Київ:, 1999. – 34 с.
20. Електрообладнання спеціальних установок. Електрообладнання спеціальних установок. Правила улаштування електроустановок : НПАОП 40.1-1.32-01. [Введ. в дію 03.06.2007]. – Київ. : Держстандарт України, 2007. – 31 с. (Національний стандарт України).
21. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: ДСН 3.3.6.042-99 . [Введ. в дію 01.12.1999]. – Київ: Держстандарт України, 1999. – 21 с. (Національний стандарт України).
22. Пожежна безпека. Визначення та терміни основних понять: ДСТУ 2272. [Введ. в дію 01.07.2007]. – Київ. : Держстандарт України, 2006. 13 с. (Національний стандарт України).
23. Вібраційна безпека. Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги : ДСТУ 12.1.012. [Введ. в дію 01.01.2009]. – Київ: Держстандарт України, 2008. – 15 с. (Національний стандарт України).

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78