

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

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

«До захисту в ЕК»
Директор інституту
_____ О.В. Кочубей-Литвиненко
(підпис) (ініціали та прізвище)
« ____ » _____ 2020 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Т.Т.Носенко
(підпис) (ініціали та прізвище)
« ____ » _____ 2020 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 виробництва діоксиду силіцію E551

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 16

_____ Ніколіва Сергія Івановича
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Фесич Ігор Володимирович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти Житнецький І.В
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____ Іщенко В.М
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2020 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально- науковий інститут харчових технологій _____

Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та
косметичних засобів _____

Освітній ступінь бакалавр _____

Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія _____
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Хімічна технологія _____
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТЖХТ

Т.Т.Носенко

“05” травня 2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Ніколіва Сергія Івановича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології виробництва діоксиду силіцію

E551 _____

керівник роботи к.х.н., доцент Фесич Ігор Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “16”березня 2020 р.№ 231 КС

2. Строк подання здобувачем роботи 02 червня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи передбачити отримання харчової добавки E551 з силікату натрію. Потужність виробництва діоксиду силіцію становить 1000 кг/добу

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) зміст; вступ; опис властивостей об'єктів дослідження; аналіз існуючих технологій виробництва і їх вплив на навколишнє середовище; особливості технологічних, організаційних, економічних або інших систем; стан сировинної бази, характеристики продукції, техніко-економічні показники; характеристика вихідної сировини і опис технології; матеріальні розрахунки; підбір технологічного обладнання та розрахунок основного обладнання (конструктивний, енергетичний, тепловий); опис апаратурно-технологічної схеми; розрахунок теплового балансу; енергозбереження, автоматизації, економічні обґрунтування, економічні розрахунки; показники якості та безпечності отриманих продуктів та організація системи контролю якості на запроєктованому виробництві; система екологічного управління (охорона довкілля); безпека життєдіяльності (охорона праці); висновки; список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципова технологічна схема, формат аркушу А1 _____

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 3. Креслення апарату (загальний вигляд), формат аркушу А1

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	06.05.2020р.	01.06.2020р.

7. Дата видачі завдання 05.05.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	05.05.2020р.	
2	Аналітичний огляд науково-технічної літератури	06.05-11.05.2020р.	
3	Технологічна частина. Розрахунок матеріального балансу.	12.05-25.05.2020р.	
4	Техніко-економічне обґрунтування	26.05-27.05.2020р.	
5	Організація контролю якості продукції	28.05.2020р.	
6	Екологічна частина та охорона праці	29.05.2020р.	
7	Висновки	01.06.2020р.	
8	Список використаної літератури. Реферат	15.05-25.05.2020р.	
9	Графічна частина проекту. Принципова технологічна схема	12.05-19.05.2020р.	
10	Графічна частина проекту. Апаратурно-технологічна схема	20.05-27.05.2020р.	
11	Графічна частина проекту. Креслення апарату (загальний вигляд)	28.05-01.06.2020р.	
12	Передзахист, перевірка на академплагіат, рецензування ДП	03.06.2020р.-10.06.2020р.	

Здобувач _____

Ніколів С.І.

Керівник роботи _____

Фесич І.В.

РЕФЕРАТ

ЗАПИСКА ПОЯСНЮВАЛЬНА: 86 С., 6 РИС., 11 ТАБ., 28 ЛІТ. ДЖЕРЕЛ.

Темою кваліфікаційної роботи бакалавра є удосконалення технології виробництва добавки E551-діоксиду силіцію.

Обґрунтовано вибір оптимальної технології отримання діоксиду силіцію та розглянуто шляхи її удосконалення.

В ході роботи було охарактеризовано фізико-хімічні властивості діоксиду силіцію та сфери його застосування.

Запропоновано принципово технологічну схему технології отримання діоксиду силіцію.

Розраховано матеріальний баланс, для отримання 1000 кг діоксиду силіцію потрібно 27240,8 кг силікату натрію з масовою часткою оксиду натрію 3,4% та 33240 кг 5% розчину кальцій хлориду. Проведено підбір основного технологічного обладнання за всіма стадіями технологічного процесу.

Розраховано рамну мішалку. Згідно розрахунків апарат має діаметр – 2400 мм, довжину барабану – 4705 мм, об'єм – 12 м³. Відповідно до розрахованих даних матеріального балансу та проведеного підбору обладнання запропоновано апаратурно-технологічну схему виробництва діоксиду силіцію.

Розраховано техніко-економічну ефективність технології виробництва діоксиду силіцію та показано, удосконалення даного виробництва дозволяє отримати прибуток 168 871 грн. Розрахована собівартість 1т вона становить 82 780 грн., рентабельність виробництва – 41 %. Запропоновано заходи з організації контролю якості діоксиду силіцію, заходи з охорони праці на виробництві та заходи з охорони довкілля та обґрунтовано екологічну безпеку запропонованої технології.

Удосконалено за рахунок заміни сушарки з дискової на рамну. Зроблено закритий цикл репульпації, що підвищило продуктивність сушки в 10 разів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БІЛА САЖА, ДІОКСИД СИЛІЦІУ, СИЛКАТ, АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, ХАРЧОВА ДОБАВКА E551, ОСАДЖЕННЯ, РЕПУЛЬПАЦІЯ, ФІЛЬТРАЦІЯ, СУШІННЯ.

ABSTRACT

EXPLANATORY NOTE: 88 P., 7 FIG., 11 TAB., 28 YEARS. SOURCE

The topic of the bachelor's qualification work is the improvement of the technology of production of E551-dicoside silicon additives.

The choice of the optimal technology for obtaining silicon dioxide is substantiated and the ways of its improvement are considered.

In the course of the work the physicochemical properties of silicon dioxide and its scope were described.

The basic technological scheme of the technology of silicon dioxide production is offered.

The material balance is calculated, to obtain 1000 kg of silicon dioxide requires 27240.8 kg of sodium silicate with a mass fraction of sodium oxide 3.4% and 33240 kg of 5% calcium chloride solution. The selection of the main technological equipment at all stages of the technological process is carried out.

The frame mixer of type (SB) is calculated. According to calculations, the device has a diameter of 2400 mm, a drum length of 4705 mm, and a drying drum volume of 12 m³. In accordance with the calculated data of the material balance and the selection of equipment, the hardware-technological scheme of calcium hydrogen phosphate production is proposed.

The technical and economic efficiency of the technology of production of silicon dioxide is calculated and it is shown that the improvement of this production allows to make a profit of 168 871 UAH. The calculated cost of the precipitate is UAH 82,780, the profitability of production is 41%. Measures for the organization of quality control of silicon dioxide, measures for labor protection at work and measures for environmental protection are proposed and the ecological safety of the proposed technology is substantiated.

KEY WORDS: WHITE SOOT, SILICON DIOXIDE, SILICATE, APPARATUS AND TECHNOLOGICAL SCHEME, FOOD ADDITIVE E551, DEPOSITION, REPULATION.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	5
1.1. Світовий ринок виробництва діоксиду силіцію	5
1.3. Фізико-хімічні властивості діоксиду силіцію.....	16
1.4. Основні способи отримання діоксиду силіцію.....	19
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	25
2.1. Опис сировини для виробництва діоксид силіцію	31
2.3. Розрахунок матеріального балансу.....	35
2.3 Розрахунок реактора-змішувача з рамною мішалкою.....	44
2.4 Підбір та характеристика основного обладнання.....	50
2.5. Опис апаратурно-технологічної схеми виробництва діоксиду силіцію..	43
РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	61
РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ.....	66
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ.....	75
5.1.Охорона навколишнього середовища.....	75
5.2. Охорона праці.....	78
ВИСНОВКИ.....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	84

					<i>ННІХТ. ХТ-4-16.020.161.ДП.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ніколів С.І			ЗМІСТ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Фесич І.В..					2	84
Консульт.						<i>НУХТ.Каф ТЖХТ</i>		
Н. Контр.		Сабадаш Н.І.						
Затверд.		Носенко Т.Т.						

ВСТУП

Діоксид кремнію (інша назва – Е551, діоксид силіцію аморфний, діоксид кремнію, кремнезем, оксид кремнію (IV), двоокис кремнію, кремнієвий ангідрид, аеросил, біла сажа, Е551, Е-551) – це легкий порошок білого кольору, який не має запаху.

Білою сажею називається речовина, що отримується шляхом осадженням діоксиду кремнію сірчаною кислотою з розчином силікату натрію (або як ще називають, рідке скло) з подальшою фільтрацією, промивкою та просушкою.

Хімічною формулою білої сажі є $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Діоксид силіцію зустрічається в природі головним чином у вигляді мінералу кварцу. Великі прозорі і безбарвні кристали природного кварцу називають гірським кришталем. Кварц входить до складу багатьох гірських порід, наприклад граніту, гнейсу тощо.

Беручи до уваги, весь потенційний спектр використання білої сажі, можна ствердити, що вивчення процесу виробництва даної продукції є на сьогодні актуальною темою.

Його додають в сири і всілякі пивні закуски, включаючи чіпси і сухарики, Використовують в кондитерському виробництві і в молочній промисловості. Завдяки здатності захищати сипучі продукти від утворення грудок Е551 нерідко додають в різні приправи, борошно і цукор, а також манку і сухе молоко.

					<i>ННІХТ. ХТ-4-16.020.161.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ВСТУП	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркухів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Ніколів С.І.</i>					<i>3</i>	<i>84</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Фесич І.В.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сабадаш Н.І.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						
						<i>НУХТ.Каф ТЖХТ</i>		

Актуальність: Більшість існуючих технологій одержання харчової добавки E551 пов'язані з використанням енергоємного обладнання, зокрема апаратів високотемпературної обробки сировини, кристалізаторів, вакуум-випарних установок, насосів та транспортерів. Тому актуальним є розробка нових ресурсозберігаючих, енергоефективних або удосконалення існуючих технологій виробництва діоксиду силіцію.

Об'єктом дослідження – технологія виробництва преципітату

Предмет дослідження –приципітат (харчова добавка E551).

Завдання на виконання роботи:

- на основі аналізу науково–технічної літератури вивчити властивості та сфери застосування діоксиду силіцію, ознайомитися з областями застосування в різних галузях промисловості;
- розрахувати матеріальний баланс його виробництва;
- здійснити підбір обладнання для виробництва діоксиду силіцію;
- удосконалити принципову та апаратурно–технологічну схеми виробництва харчової добавки E 551;
- виконати розрахунок основного обладнання – рамної мішалки;
- визначити техніко–економічні показники підприємства з виробництва харчової добавки – E 551;
- ознайомитися з контролем якості сировини;
- дослідити екологічність проекту виробництва добавки E 551;
- вивчити охорону праці виробництва харчової добавки E 551.

					ВСТУП	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Світовий ринок виробництва діоксиду силіцію

Як вже було сказано, в Україні ведеться виробництво лише аеросильним методом. В Європі існує кілька країн, які є на сьогодні світовими лідерами у виробництві білої сажі. Компанії “Evonik Degussa”, що базується в Німеччині та компанія “Rhodia” у Франції використовують для свого виробництва різновид методу осадження – метод періодичного сіркокислотного осадження кремнезему з розчину силікату натрія. На території пострадянського союзу існує лише завод з виробництва білої сажі методом осадження. Російське акціонерне товариство «Башкирська содова компанія» з заводом у місті Стерлітамак використовує технологію методу осадження виробництва білої сажі. Тобто, під час виробництва силікат натрію взаємодіє з розчином хлористого кальцію і кислотами).

В даний час єдиним виробником білої сажі на території СНГ є російське АТ «Башкирська содова компанія» (м. Стерлітамак).

На підприємстві застосовується технологія, заснована на взаємодії силікату натрію з розчином хлористого кальцію і кислотами (так званий, рідиннофазної метод отримання). [9].

1.2. Сфери застосування діоксиду силіцію (E 551)

Всім відомо про застосування піску у промисловості та виробництві скла. Але ми знайшли способи використання діоксиду кремнію у інших сферах життя. За різними оцінками приблизно 95% кремнію використовується у будівельній промисловості, наприклад, виробництво портландцементу.

					ННІХТ. ХТ-4-16.020.161.ДП.ПЗ					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
Розроб.		Ніколів С.І			АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ					
Перевір.		Фесич І.В.						<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Консульт.									5	84
Н. Контр.		Сабадаш Н.І						НУХТ.Каф ТЖХТ		
Затверд.		Носенко Т.Т								

Також діоксид кремнію використовують у виробництві скла, абразивів, бетонних виробів, кераміки, як наповнювач у виробництві гуми, для отримання кремнію, у виробництві кремнеземних вогнетривких матеріалів, в хроматографії, для фільтрації води як питної, так і для промислових потреб та ін. Кристали кварцу мають п'єзоелектричні властивості. Тому вони знаходять своє застосування в ультразвукових установках, в радіотехніці і навіть у таких звичних нам предметах, як запальнички.

Застосування у промисловості

Діоксид кремнію використовують як один із основних інгредієнтів для виготовлення разових ливарних форм (піщано-глиняні та піщано-цементні форми) у машинобудуванні.

Застосування у повсякденному житті

Пакетики з силікагелем ми бачимо кожного разу, коли купуємо нову пару взуття – завдяки своїм відмінним властивостям поглинання вологи він попереджує зволоження черевиків у коробці.

А от гідратна форма діоксиду кремнію використовується у зубній пасті як твердий абразивний матеріал для видалення зубного нальоту.

Кремнеземну нитку використовують у нагрівальних елементах електронних цигарок, бо вона гарно вбирає вологу і не руйнується від нагрівання спіралі.

Застосування у харчовій промисловості та фармацевтиці

Аморфний непористий діоксид кремнію застосовують у харчовій промисловості як допоміжну речовину E551, що попереджує злежування і комкування, у парафармацевтиці (зубні пасти), у фармацевтичній промисловості як допоміжну речовину, а також як ентеросорбент при лікуванні отруєнь. Діоксид кремнію не руйнує зубну емаль, безпечний при випадковому ковтанні.

Застосування у мікроелектроніці

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як ізолятор у виробництві мікросхем та інших електронних компонентів використовують штучно отримані плівки діоксиду кремнію.

Чистий плавлений діоксид кремнію з додаванням деяких інгредієнтів використовують для виробництва волоконно-оптичних кабелів.

В мікроелектроніці діоксид кремнію є одним із основних матеріалів. Його використовують як шар ізоляції, а також як захисне покриття.

Напівдорогоцінні камені

Великі прозорі кристали кварцу використовують як напівдорогоцінні камені. Так, безбарвні кристали називають гірським кришталем, фіолетові – аметистом, жовті – цитрином.

Застосування при високій температурі

Завдяки своїм вогнетривким якостям, діоксид кремнію використовують як матеріал для теплового захисту при високій температурі.

Емульгатор Е 551 входить в список дозволених для виробництва продуктів харчування.

Діоксид кремнію в якості допоміжної речовини:

- попереджає злежування і грудкування сипучих продуктів. Додають в борошно, манну крупу, пряні приправи, сухе молоко, цукор, яєчний порошок, сіль і її аналоги;
- стабілізує текстуру тертих або нарізаних скибочками сирів;
- ефективно конвертує рідину в сипучу масу, зберігає і підкреслює аромат (чіпси, закуски до пива, сухарики і подібні вироби);
- стабілізує кислотність, нейтралізує надлишок лугу в складі спиртних напоїв (включаючи коньячні);
- освітлює пиво за рахунок адсорбції заплямовувався напій білків, збільшує його стійкість.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Емульгатор використовують для обробки поверхні цукристих кондитерських виробів (крім шоколаду). Це попереджає ламкість, злипання, продовжує термін зберігання[6].

Добавка дозволена у всіх країнах. Її кількість не повинна перевищувати 30 г/кг готового продукту харчування.

Значна кількість емульгатора Е 551 йде на потреби фармацевтики і медицини. Зазвичай під найменуванням аеросил речовину використовують як активний високодисперсний наповнювач в емульсіях, таблетках, гелях, мазі. Діоксид кремнію включений в фармакопеї Австрії, Угорщини, Данії. Продукт виконує ряд активних і допоміжних функцій:

Діоксид кремнію колоїдний у формі пухкого порошку використовують як ефективний ентеросорбент. Речовина зв'язує і виводить з організму токсини, включаючи солі важких металів. Добавка входить до складу суспензій, що полегшують стан при метеоризмі (наприклад, Еспумізану). Діоксид кремнію стабілізує емульсію, підсилює дію активного компонента.

Завдяки адсорбуючим якостям речовина у вигляді гелю або мазі застосовують зовнішньо для обробки гнійних ран, лікування флегмони, маститу та інших захворювань. Препарат має протимікробну дію, легко розподіляється по поверхні шкіри, не дратує, не викликає алергії.

Як загусник використовують в складі риб'ячого жиру, вазеліну, гліцерину, цетилового спирту.

Речовина в якості допоміжного компонента використовують у виробництві кремів, лосьйонів, пудр, скрабів для різних типів шкіри. Аеросил допомагає маскувати нерівності шкіри, усувати жирний блиск, розгладжувати дрібні зморшки. Ефективно видаляє відмерлі клітини і очищає дерму [7].

Основні виробники

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діоксид кремнію високої чистоти виробляє компанія «Екокремній» (Брянська область). Основні закордонні постачальники:

- Гомельський хімічний завод (Республіка Білорусь);
- Evolik Industries (Німеччина);
- RHONE-POULENC (Франція).

На початку минулого століття німецький фізіолог В. Кюне довів: сполуки кремнію очищають і відновлюють судини, перешкоджають розвитку атеросклерозу. Пізніше його висновки були підкріплені численними дослідженнями.

Діоксид кремнію структурує молекули води, надаючи їм здатність виштовхувати токсини, чужорідні сполуки, патогенні мікроорганізми. Кремнієва вода набуває бактерицидні властивості і особливий свіжий смак.

Токсикологія діоксиду силіцію

Добавку E 551 можна вважати безпечною для здоров'я. Діоксид кремнію присутня в крові і плазмі людини. Поступаючи ззовні, речовина не розщеплюється в травній системі, не всмоктується, виходить природним чином в практично незмінному вигляді.

Небезпеку становить вдихання порошку кремнезему. Дрібні частинки можуть спровокувати розвиток гранулематозного запалення, силікозу легенів і інших важких захворювань.

Дозування SiO₂

Європейське агентство з безпеки харчових продуктів (European Food Safety Authority - EFSA) та Управління з контролю за продуктами харчування та лікарськими засобами США (Food and Drug Administration FDA), що є уповноваженими органами, які здійснюють регулювання та контроль в країнах ЄС та США, давно і успішно відносять діоксид кремнію (E551) до харчових добавок, які дозволені для прямого додавання в продукти харчування.

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

Дослідники та вчені Інституту хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України стверджують, що середньостатистична людина з масою тіла 70 кг повинна отримувати до 10-14 г діоксиду кремнію на добу (з розрахунку 100-200 мг на 1 кг маси тіла). Такої ж думки дотримуються в FDA. Там вважають, що загальний раціон харчування може містити до 2% діоксиду кремнію (200 мг/кг).

Будучи лужним нейтралізатором, діоксид кремнію при попаданні в організм може вступати в реакцію з самими різними речовинами. Тому важко передбачити, які токсини або ж опади можуть утворюватися в крові, шлунковому соку, слині і т.д. З урахуванням того, що стабілізатор E551 не розчиняється у воді, частина його осідає в організмі. Саме з цієї причини в нирках, печінці та підшлунковій залозі утворюються так звані камені, які можуть викликати серйозні проблеми зі здоров'ям. Плюс до всього, у деяких вчених є припущення, що побічні продукти, що утворюються при взаємодії E551 з іншими речовинами, здатні викликати онкологічні захворювання. У січні 2018 року Європейське агенство з безпеки продуктів(ESFA) опублікувало свіжий огляд оцінки безпеки діоксиду кремнію (E551),

де зазначило:

- E551 не містить токсично значимих ферментів
- Максимальна випробувальна доза, при якій токсикологічні ефекти не були виявлені, значно вища, ніж передбачуваний рівень впливу від нормального споживання.

Для прикладу, такі європейські держави, як Австрія, Бельгія, Норвегія, Данія, Фінляндія, дозволили використання кремнію в якості харчових дієтичної добавки і не встановлювали його максимальну добову норму.

Це свідчить про те, що провідні розвинені європейські країни не вважають діоксид кремнію речовиною, що може зашкодити, організму людини, і не обмежують його вміст у дієтичних добавках.

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

1.3. Фізико-хімічні властивості діоксиду силіцію

Найвідоміший мінерал — кварц, що має вигляд безбарвних кристалів із тпл 1713–1728°C та високою твердістю і міцністю. При високих температурах діоксид кремнію існує в молекулярному вигляді

У природі діоксиду силіцію зустрічається у складі мінералів периклазу, магнезиту, бруситу, шпінелі та ін.

Органолептичні та фізико-хімічні властивості наведено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Органолептичні та фізико-хімічні властивості діоксиду силіцію

<i>Показник</i>	<i>Стандартні значення</i>
Колір	білий
Склад	Діоксид силіцію, домішки; формула SiO ₂
Зовнішній вигляд	кристалічний порошок
Запах	відсутній
Розчинність	хороша розчинність в кислоті, розчиняється в спирті
Вміст основної речовини не менше	96 %
Густина	2.6-2.9 г / см ³
Температура плавлення	1713-1728°C,
Інші	Гігроскопічний

Джерело: узагальнено відповідно до нормативно-правової бази [2].

Діоксид кремнію – це дуже тверда, міцна, тугоплавка речовина білого кольору. Тиск пари кремнію діоксиду 13,3-133 Па. Монокристали α-кварцу мають хіральну структуру, що обумовлює їх оптичну активність [1], [2].

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

Кварц прозорий для ультрафіолетових і частково інфрачервоних променів. SiO_2 відноситься до групи скло утворюючих оксидів, тобто, схильних до утворення переохолодженого розплаву – скла.

Один з кращих діелектриків (електричний струм не проводить, якщо не має домішок и не нагрівається). Має атомної кристалічну решітку. Розчинність α -кварцу у воді 10-3% по масі (25 °C), аморфних форм кремнезему 0,007-0,015%.

Розчинність кремнію діоксиду в кислих и лужному середовищі визначається природою розчинника. Діоксид кремнію не розчинний в більшості органічних розчинників та розчинах солей амонію; помірно розчиняється у воді очищеній (розчинність збільшується при додаванні двоокису вуглецю); практично не розчиняється в етанолі (95%).

Особливості будови

SiO , SiO_2 мають каркасну структуру, що обумовлено великим значенням енергії зв'язку SiO ($E = 443$ кДж / моль), а так само зміцненням зв'язку $\text{SiO} - \text{Si}$ за рахунок додаткового π -зв'язуванням[3].

Для кожної модифікації відомі низькотемпературні α - і високотемпературні β -форми. Вони побудовані з тетраедрів SiO_4 , з'єднаних з сусідніми тетраедрами усіма чотирма атомами кисню в тривимірні решітки (саме таке з'єднання тетраедрів SiO_4 дає загальний склад SiO_2 : кожен атом кисню одночасно належить двом тетраедра, тобто $4 \cdot 1/2 = 2$ плюс атом кремнію всередині тетраедра). Найбільш наочно спосіб їх зчленування виявляється в Крістобаль. Його структура є похідною від структури алмазу, тут атоми кремнію з'єднані кисневими містками -Si-O-Si-.

Взаємне розташування пов'язаних тетраедрів SiO_4 в кристалічних модифікаціях SiO_2 зовсім різне, але між собою α - і β -форми відрізняються незначно (кутом повороту тетраедрів відносно один одного і невеликим зсувом атомів). В цілому низькотемпературні α -форми являють собою трохи спотворені

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

високотемпературні β -форми, тому переходи між ними протікають швидко і оборотно, без перебудови решітки. SiO , SiO_2 мають каркасну структуру, що обумовлено великим значенням енергії зв'язку SiO ($E = 443 \text{ кДж / моль}$), а так само зміцненням зв'язку $\text{SiO} - \text{Si}$ за рахунок додаткового π -зв'язування.

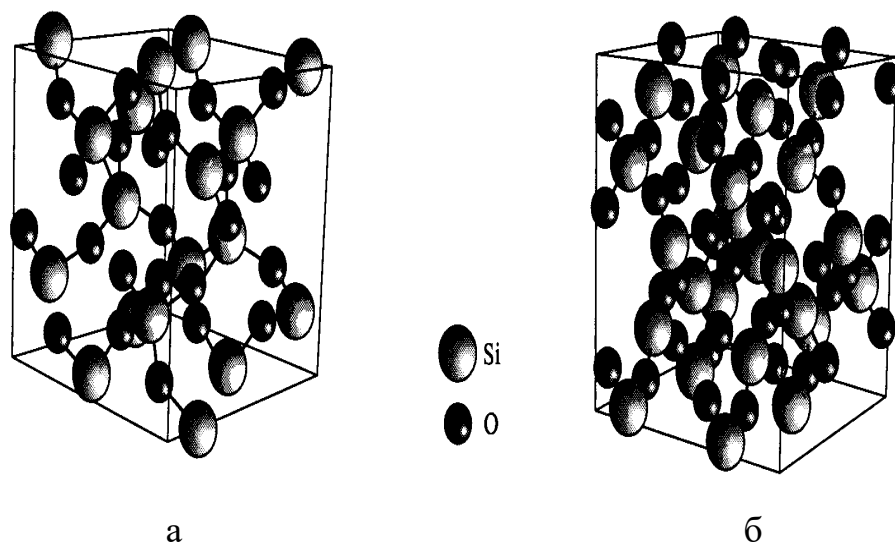
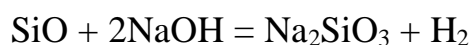
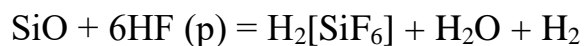


Рис. 1.1. Будова α -кварцу (а) і α -кристобалита (показані кремній-кисневі тетраедри) (б) [4]

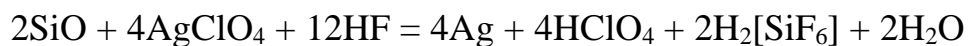
Хімічні властивості

В силу своєї тугоплавкості, твердості і каркасної структури SiO і SiO_2 є хімічно інертними оксидами.

Пари монооксиду SiO утворюються при нагріванні кремнезему з кремнієм при 1300°C і конденсується в чорно-коричневий порошок, на повітрі повільно окислюється до SiO_2 . Твердий SiO володіє хімічною стійкістю, він практично не розчиняється в кислотах, крім HF , проте легко розчинний в лугах:

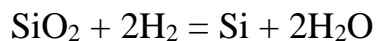
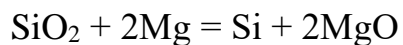


Оксид SiO є сильним відновником:

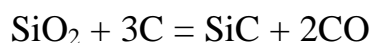
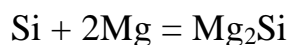


Діоксид кремнію - типовий кислотний оксид, хімічні властивості різних модифікацій подібні між собою. При високотемпературному ($t > 1000$ °C) відновленні SiO_2 простими речовинами (металами, вуглецем, воднем)

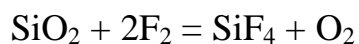
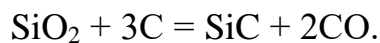
утворюється кремній:



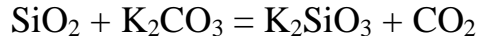
При надлишку відновника - силіциди:



Взаємодія з неметалами, такими як вуглець, фтор:

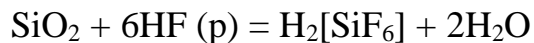


Оксид кремнію (IV) проявляє кислотні властивості при взаємодії з розчинами і розплавами лугів, з основними оксидами і карбонатами:

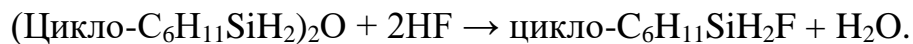


(Гаряча концентрована луг роз'їдає скло)

Всі форми SiO_2 хімічно стійкі до дії кислот, але розчиняються (крім стішовіта) в плавикової кислоті з утворенням комплексної гексафторокремнієвої кислоти $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$:

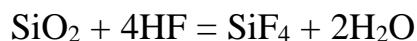


Розщеплення зв'язку кремній - кисень під впливом плавикової кислоти було показано на прикладі освіти цикло- $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{SiH}_2\text{F}$ при нагріванні (цикло- $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{SiH}_2$) $_2\text{O}$ з 48% -ним водним розчином HF протягом 10 хв. при 60 °C.



Ця реакція абсолютно аналогічна добре відомої реакції:

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Хід цієї реакції в значній мірі визначається наявністю дуже міцних зв'язків Si-F (зв'язок Si-O = 108 ккал / моль; зв'язок Si-F = 135 ккал / моль); тому аналогічна реакція з хлористим воднем (зв'язок Si-Cl = 91 ккал / моль) не протікає з такою легкістю, хоча і можна отримати 25% -ний вихід цикло-С₆Н₁₁SiH₂Cl, якщо користуватися нагрітим хлористим воднем в присутності Р₂О₅ (для видалення води і зміщення рівноваги вправо).

Йодистий водень може розщеплювати зв'язок кремній - кисень в (СН₃SiO₂)₂О з утворенням СН₃SiH₂I. Триорганосилілфториди (і хлориди) часто отримують з відповідного дісілоксана і фтористого (або хлористого) водню, приготованого нагріванням дісілоксана з сумішшю концентрованої сірчаної кислоти і галогеніда амонію [5].

1.4. Основні способи отримання діоксиду силіцію

Для виробництва діоксиду кремнію в промисловому масштабі застосовують такі основні принципово різні технологічні процеси або способи, засновані на застосуванні різної природної сировини.

1) Перша технологія виробництва заснована на способу отримання синтетичного SiO₂ з золи, що утворюється в результаті спалювання органічного палива (вугілля кам'яне або буре, торф, лігніти, горючі сланці, деревина, відходи тваринництва, птахівництва, сільського господарства), що містить SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O, CaO, MgO, рідкісні і рідкісноземельні елементи. Спосіб включає змішування вихідної сировини - золи з фторидом амонію в кількості 1,2-1,4 від стехіометричного значення, нагрів суміші, витримку в нагрітому стані до завершення освіти гексафторсиліката амонію, сублимацію і осадження летючого гексафторсиліката амонію в конденсаторі, подальше його розчинення у воді, взаємодія отриманого розчину з аміачною водою для утворення осаду синтетичного SiO₂, що виділяється фільтруванням, при цьому суміш золи з

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

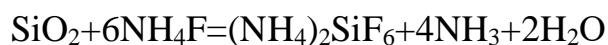
фторидом амонію безпосередньо перед нагріванням піддають механоактивації протягом 5-15 хвилин при підтримці відносини потужності, що підводиться механічної енергії до питомої поверхні суміші в інтервалі 0,0133-17 Вт × кг × м-2[10].

Технологія даного виробництва заснована на взаємодії силікату натрію з розчинами хлористого кальцію і неорганічних кислот. Згідно ГОСТ 18307-78 «Сажа біла» ця технологія забезпечує вміст SiO₂ в «білої сажі» в діапазоні 76-87%

Технічною задачею, розв'язуваної даними винаходом, є використання нового і дешевого виду сировини (зола) і зниження енерговитрат при отриманні синтетичного SiO₂ методом обробки сировини фторидом амонію. Технологія отримання синтетичного SiO₂ з золи є актуальним завданням, так як вітчизняним і зарубіжними ринками затребуваний синтетичний SiO₂ з підвищеним вмістом SiO₂.

2) Друга технологія виробництва оксиду силіцію базується на вивчено фізико-хімічних закономірностей взаємодії фториду амонію з діоксидом кремнію і іншими оксидами, що знаходяться в рудній сировині: «фторидно метод комплексної переробки кіанітових концентратів», «Фтораммонійний поділ багатокomпонентних силікатних систем на індивідуальні оксиди», хімізм цього способу виробництва описується двома хімічними реакціями, реалізованими на двох послідовно здійснюваних технологічних стадіях:

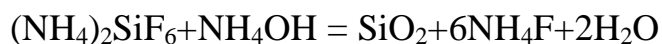
Фторид амонію при температурі понад + 150 °С взаємодіє з діоксидом кремнію за реакцією (1)



утворюючи гексафторсилікат амонію. При цьому виділяються аміак і пари води, які вловлюють і у вигляді аміачної води (NH₄OH) використовують при подальшому аміачном гідролізі.

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

Гексафторсілікат амонію відокремлюють від прореагованої сировини шляхом сублімації при температурі понад + 320 °С і піддають аміачним гідролізу за реакцією (2), в результаті якої отримують осад SiO₂ і розчин NH₄F.



Розчин NH₄F випарюють і отриманий фторид амонію повертають на повторне використання. Особливостями цього методу є підвищений вміст SiO₂ в кінцевому продукті (не менше 93% мас.) І повна регенерація хімічного реагенту.

3) Відомий спосіб отримання синтетичного SiO₂ (патент RU 2237015, 2002) з відходів феросплавного виробництва, при якому використовують відходи фракцій 0,002-0,02 мм, обробляють їх розчином лугу при концентрації Na₂O 50-150 г/л, температурі + 100-120 °С при співвідношенні рідкого до твердого 3: 1 протягом 1,5-2 год., охолоджують нижче температури + 100 °С і фільтрують, очищену рідку фазу нагрівають до температури + 50-60 °С, додають мінеральну кислоту до отримання рН = 5-6 , фільтрують, отриманий осад промивають і сушать. Недоліком способу є використання агресивних реагентів (луг і кислота) при підвищених температурах і утворення великої обсягу кислих стоків, які потребують очищення.

4) Відомий спосіб отримання синтетичного SiO₂ (патент RU 2280614, 2005) шляхом термічного впливу на кремнеземутримуючі сировину, що відрізняється тим, що попередньо сировину змішують з гексафторосілікатом амонію в мольному співвідношенні (NH₄)₂SiF₆: SiO₂, рівному (0,5-5): 1, а термічний вплив здійснюють при температурі 220-320 °С з подальшим виділенням з утворився возгона аморфного діоксиду кремнію. Недоліком способу є необхідність наявності окремого виробництва гексафторсіліката амонію, що збільшує вартість отриманого SiO₂.

5) Відомий спосіб (прототип) переробки матеріалів, що містять діоксид кремнію, за допомогою фториду амонію і отримання синтетичного SiO₂ (патент

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

RU 2286947, 2005), що включає змішування вихідного матеріалу з фторидом або гідродифторидом амонію при масовому співвідношенні 1: 2,3 ÷ 2,8, нагрів суміші, витримку в нагрітому стані до освіти порошкоподібного спека, сублімацію порошкоподібного спека з продувкою водяною парою і виділення летючого гексафторсиліката амонію, подальше виділення з нього твердого осаду, який відрізняється тим, що сублімацію порошкоподібного спека проводять при температурі не менше 350 °С в відновної, окисної або інертного середовищі, а летючий продукт - гексафторсилікат амонію, розчиняють у воді до його концентрації 10 ÷ 25 мас. % і піддають взаємодії з аміачною водою при температурі 30-90 °С до утворення суспензії, яку витримують в нагрітому стані до отримання при вказаній температурі SiO₂ у вигляді твердого осаду, який потім виділяють. Недоліком способу є значна тривалість стадій нагрівання суміші вихідного матеріалу і фториду амонію (4-12 годин) і виділення летючого гексафторсиліката амонію (2-8 годин), яка обумовлює додаткові витрати електроенергії[11]..

Технічний результат, на рішення якого спрямовано даний винахід, полягає в зниженні тривалості стадій нагрівання суміші і виділення летючого гексафторсиліката амонію при зменшенні витрат електроенергії за рахунок прискорення хімічної реакції між твердими тілами шляхом механоактивації суміші вихідної сировини і хімічного реагенту (механоактивація - це активація твердих речовин їх механічною обробкою для освіти хімічно активних сировинних матеріалів, за рахунок збільшення поверхневої енергії, суцест венно знижують енергію активації реакції хімічної взаємодії). Технічний результат досягається в способі отримання синтетичного SiO₂ з золи, що включає змішування вихідного матеріалу з фторидом або гідродифторидом амонію в кількості 1,2-1,4 від стехіометричного значення, нагрів суміші, витримку в нагрітому стані до завершення освіти гексафторсиліката амонію, сублімацію і

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

осадження летючого гексафторсіліката амонію в конденсаторі, подальше його розчинення у воді, взаємодія отриманого розчину з аміачною водою для утворення осаду синтетичного SiO_2 , що виділяється фільтрувувачем. Від прототипу даний винахід відрізняється тим, що суміш безпосередньо перед нагріванням піддають механоактивації протягом 5-15 хвилин при підтримці відносини потужності, що підводиться механічної енергії до питомої поверхні суміші в інтервалі $0,0133-17 \text{ Вт} \times \text{кг} \times \text{м}^{-2}$.

Відмінні ознаки способу даного винаходу полягають у тому, що суміш вихідної сировини і хімічного реагенту безпосередньо перед стадією її нагрівання піддають механоактивації протягом 5-15 хвилин при підтримці відносини потужності, що підводиться механічної енергії до питомої поверхні суміші в інтервалі $0,0133-17 \text{ Вт} \times \text{кг} \times \text{м}^{-2}$.

б) Виробництво діоксиду кремнію з золи рисового лушпиння.

Рисова лушпиння містить у своїй мінеральній частині значна кількість діоксиду кремнію, природа якого докладно випромінюючи в деяких роботах. Згідно з отриманими результатами досліджень, кремній утворюється в процесі природної еволюції рисового лушпиння, розподіляючись у вигляді монокремнієвої кислоти. Рисова лушпиння містить у своїй мінеральній частині значна кількість діоксиду кремнію, природа якого докладно випромінюючи в деяких роботах. Згідно з отриманими результатами досліджень, кремній утворюється в процесі природної еволюції рисового лушпиння, розподіляючись у вигляді монокремнієвої кислоти, яка переміщується до зовнішньої оболонці лушпиння, де вона в результаті випаровування і концентрування перетворюється в целюлозно-кремнеземних мембрану.

Діоксид кремнію в рисовому лушпинні відрізняється від інших популярних видів кремній вміщуваних сировини (кварцу, кристобалита і інші) тим, що він знаходиться в аморфному стані, містить меншу кількість домішок металів і є

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

хімічно більш активним. В результаті цього процес отримання кремнію з рисового лушпиння вимагає менших енерговитрат, в порівнянні з отриманням з інших джерело сировини, переробка яких є складним процесом, що включає дроблення, розтирання, збагачення з наступним очищенням від домішок. Кислоти, яка переміщується до зовнішньої оболонці лушпиння, де вона в результаті випаровування і концентрування перетворюється в целюлозно-кремнеземних мембрану. Діоксид кремнію в рисовому лушпинні відрізняється від інших популярних видів кремній вміщуваних сировини (кварцу, кристобалита і інші) тим, що він знаходиться в аморфному стані, містить меншу кількість домішок металів і є хімічно більш активним. В результаті цього процес отримання кремнію з рисового лушпиння вимагає менших енерговитрат, в порівнянні з отриманням з інших джерело сировини, переробка яких є складним процесом, що включає дроблення, розтирання, збагачення з наступним очищенням від домішок.

Склад і властивості золи рисового лушпиння сильно залежать від умов спалювання, від сорту рису і місця його вирощування. Варіюванням умов окислення лушпиння можна отримати золу різної якості: високовуглецеву (чорний колір), низковуглецеву (сірий колір), або безвуглецевого (білий колір). Залежно від складу і властивостей зола рисового лушпиння може застосовуватися в різних областях промисловості. У фармацевтиці колоїдний діоксид кремнію використовується для стабілізації емульсій, як тиксотропний агент, згущувач і суспендуєчий гель в підготовці напівтвердих продуктів, при цьому його вміст у матеріалі допускається від 0,5 до 20% мас. У парфумерії зола РШ використовується в якості наповнювача для зубних паст і кремів. У колонковій хроматографії аерогель діоксиду кремнію застосовується в якості адсорбенту.

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

Діоксид кремнію з рисового лушпиння можна отримати, використовуючи один з наступних технологічних прийомів:

Спалювання вихідної сировини при оптимальних температурах до отримання кінцевого продукту.

Спалювання вихідної сировини з подальшим вилуговуванням SiO_2 з продукту спалювання.

Видалення домішок з вихідної сировини кислотами з подальшим спалюванням залишку.

Обробка вихідної сировини лугом з подальшим осадженням діоксиду кремнію кислотами.

Рисова лушпиння обробляється розчином NaOH з концентрацією 20-60% мас. при температурі 75-90 °С. Отриманий розчин після фільтрації піддається обробці солярної кислотою. Обложеного твердий продукт прожарюється при температурі 550-600 °С протягом 30-60 хвилин і обробляється розчином NaOH такий же концентрації як на першому етапі, але при температурі 40-60 °С. З отриманого розчину Na_4SiO_4 діоксид кремнію осаджують мінеральною кислотою з подальшим відділенням, промиванням і сушінням. В результаті автори отримали нанодисперсному аморфний діоксид кремнію високої чистоти, розмір часток якого не перевищує 0,1 мкм, а розмір пор варіює в інтервалі 0,9 – 4,0 нм.

Спосіб отримання аморфного діоксиду кремнію зі ступенем чистоти до 99,99% і площею питомої поверхні не менше 300 м²/г запропонований в патенті [16]. Процес отримання полягає в наступному: вихідна сировина (рисова лушпиння) піддається обробці кислотою для видалення металевих домішок, потім промивається водою з подальшим проведенням процесу сушіння. Після цього рисову лушпиння піддають піролізу при недостатньому витраті повітря і температурах від 200 до 500 °С. Утворений залишок спалюється при температурі 500-700 °С в два етапи. Перший етап - попереднє спалювання, яке проводиться з

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

твердим інертним матеріалом до залишкового вмісту вуглецю не більше 10% мас. Другий етап - остаточне спалювання здійснюється в протівоточном реакторі в струмі повітря. Процес отримання є безперервним, безвідходним і енергозберігаючим. Разом з тим необхідно відзначити як недолік многостадійність процесу[12]..

Рисову лущиння після промивання водою або мінеральної кислотою обвуглюють при температурі від 120 до 500 °С на повітрі. Отриманий твердий продукт подрібнюють і спалюють в печі киплячого шару при температурах 500-800 °С. Утворюється аморфний діоксид кремнію, який має площу питомої поверхні до 370 м² / г і ступінь чистоти до 99,99%, і може бути використаний в якості сорбенту в хроматографії, як наповнювач для гуми, в текстильній, паперовій промисловості, для виробництва пластмас. Недоліки процесу полягають в тому, що процес отримання SiO² є багатостадійним, що включає попередній випал, подрібнення, окислювальний випал.

З метою отримання чистого кремнезему і прискорення процесів гідролізу і розкладання органічних компонентів вилугування рисового лущиння 0,5 М розчинами соляної або сірчаної кислот було проведено перед процесом спалювання протягом 30 хвилин. Матеріал після кислотного травлення спалюють в муфельній печі при температурах 500, 600, 700, 800 і 900 °С протягом 2 годин. Результати показали, що з усіх зразків був отриманий аморфний кремнезем, середній розмір частинок якого знаходиться в діапазоні від 0,5 до 0,7 мкм. Підвищення температури від 500 до 900 °С має незначний вплив на ефективність процесу, особливо при температурі вище 600 °С. Площа питомої поверхні по БЕТ отриманого діоксиду кремнію в разі обробки розчином соляної кислоти була вище (218 м²/г), ніж при обробці матеріалу сірчаною кислотою (209 м²/г).

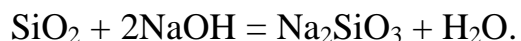
Продукт має потенційне застосування в якості наповнювача у виробництві пластмас і гуми.

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

Діоксид кремнію з золи рисового лушпиння, що складається з 61% мас. SiO₂ і 36% мас. вуглецю отримують обробкою золи 1М розчином гідроксиду натрію [19]. З розчину, що утворився силікату натрію під дією суміші соляної, лимонної або шавлевої кислот при рН, що дорівнює 4,0, формується Аквагель кремнію. В результаті його подальшого промивання і висушування утворюється ксерогель діоксиду кремнію. На жаль, в публікації не вказані характеристики отриманого продукту[13].

Аморфний діоксид кремнію з золи рисового лушпиння, що утворилася після термічної обробки при 700 °С протягом 3-6 годин. Процес отримання здійснюється в 2 стадії:

На першій стадії кремнезем витягується з золи у вигляді силікату натрію з використанням гідроксиду натрію по реакції:



2. На другій стадії процесу проводиться осадження кремнезему з розчину силікату натрію сірчаною кислотою по реакції:



Отриманий нанорозмірний діоксид кремнію може застосовуватися як добавка в полімери для підвищення міцності, гнучкості і стійкості до старіння. Нанокремнезем, який має аморфну структуру, також може бути застосований для збільшення міцності бетону.

На першій стадії рисова лушпиння піддається кавітаційній обробці в воді з використанням роторного гравітаційного диспергатора при тиску 2500 атм, швидкості обертання ротора 3000 об./год. протягом 1 години. Після фільтрування отриманий осад валять сушінні при кімнатній температурі. На другій стадії проводиться піроліз продукту при температурах 350-450 °С протягом 40-90 хвилин з утворенням високодисперсного кремне вуглеводом. Отриманий матеріал може знайти застосування, на думку автора, в якості адсорбенту для

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

очищення води. З метою отримання високодисперсного кремнезему матеріал піддається подальшому випалу при 580-650 °С протягом 30-40 хвилин. Отриманий діоксид кремнію має аморфну структуру з розміром частинок від 1,7 до 8,3 нм і може знайти застосування в гумовій промисловості, у виробництві загусники мастильних матеріалів, фарб, адсорбенту в хроматографії.

Короткі висновки до розділу 1.

1. На підставі аналізу науково-технічної літератури , було встановлено , що біла сажа—це цінний продукт на ринку наповнювачів.

2. Слід відмітити, що біла сажа виробляється, зазвичай, в промислових масштабах газофазним, чи рідкофазним методами. Як вихідна сировина використовується силікат натрію.

3.В даній кваліфікаційній роботі було обрано схему виробництва білої сажі рідкофазним методом, оскільки він забезпечує дешевизну та енергоекономію під час процесу виробництва [14].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Опис сировини для виробництва діоксиду силіцію

В Україні сумарні запаси основної сировини для виробництва кремнію - перевищують 180 млн. т.

Їх родовища є в Дніпропетровській, Житомирській, Кіровоградській областях (Овручське, Товкачівський, Білокорочицький, Васильківське і Іванівське). При цьому, Овручське родовище кварцитів за якістю кристалічних кварцитів й запасам не має аналогів в Європі. Вміст SiO_2 становить 98,8%, розвідані запаси – понад 150 млн. т, прогнозні - 500 млн.

В даний час єдиним виробником білої сажі на території СНД є російське АТ «Башкирська содова компанія» (м.Стерлітамак). На підприємстві застосовується технологія, яка ґрунтується на взаємодії силікату натрію з розчином хлористого кальцію і кислотами (так званий, рідкофазний метод отримання) .

Силікат натрію – це солі кислот кремнію, які мають прозоро-білий колір, при цьому не виділяють специфічного запаху і абсолютно без смаку. Скло натрієве рідке відноситься до водорозчинних речовин і при змішуванні з водою стає в'язкою субстанцією. В стані розчину силікат натрію розпадається на катіони Na і аніони кремнієвої кислоти, а при видаленні рідини знову трансформується в тверде тіло.

Найбільш часто застосовуються в хімічній промисловості такі види сполук: ортосилікат, піросилікат, октасилікат, гептаоксотрисилікат, пентаоксодисилікат, силікат натрію. Формула силікату натрію в чистому вигляді виглядає так: Na_2SiO_3 [16].

					ННІХТ. ХТ-4-16.020.161.ДП.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ніколів С.І</i>			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Фесич І.В.</i>					25	84
<i>Консульт.</i>		<i>Житнець І.В</i>				НУХТ.Каф ТЖХТ		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сабадаш Н.І.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т</i>						

Силікат натрію утворений аніоном дуже слабкої силікатної кислоти, він гідролізується у холодній воді, надаючи розчинові сильнолужну реакцію.

При взаємодії з гарячою водою з розчину випадає колоїдний осад — гідрозоль $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$:

Хлорид кальцію— кальцієва сіль хлоридної кислоти складу CaCl_2 . Має вигляд білих кристалів, які є сильно гігроскопічними: активно поглинають воду з повітря, утворюючи ряд кристалогідратів.

Хлорид кальцію є продуктом переробки відходів содового виробництва. Застосовується як отверджувач бетонів, реагент від обледеніння доріг, кровоспинний препарат та компонент охолоджуючих сумішей.

Фізичні властивості

Хлорид кальцію є білим порошком без запаху. Сполука легко розчиняється у воді, виділяючи велику кількість тепла. Максимальна розчинність становить близько 75% (при температурі понад 175 °С).

Володіє високими гігроскопічними властивостями: поглинає вологу з повітря і утворює кристалогідрати, зв'язуючи 1, 2, 4 або 6 молекул води. Найпоширеніший з них, гексагідрат хлориду кальцію, розчиняється зі значним поглинанням тепла. Цю властивість використовують для приготування охолоджуючих сумішей.

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

Хлорид кальцію знаходить застосування у наступних сферах промисловості:

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Хімічній (виробництво гумових виробів та очищення інертних газів; для очистки розчинів від важких металів в виробництві люмінофорів);

лісовій і деревообробній (використовується в виробництві пластифікаторів ДВП);

Нафтовій (використовується як томпажний розчин при добуванні нафти), нафтопереробній і нафтохімічній промисловості(як інгредієнт в різних типах виробів із пластмас);

- холодильній техніці (холодоагент, антифриз);
- будівництві та виготовленні будівельних матеріалів (як прискорювач процесу твердіння бетонів; при виготовленні силікатної цегли, тротуарної плитки);
- кольоровій металургії;
- при будівництві та експлуатації автомобільних доріг та аеродромів (засіб від обледеніння автомобільних доріг та полів аеродромів)
- CaCl_2 використовується під час виробництва ферментованих молочних продуктів та при консервуванні. У класифікації харчових добавок йому відведено номер E509

При консервуванні фруктів і овочів, використання харчової домішки допомагає їжі залишатися в твердому стані, навіть якщо вони упаковані в рідини. Використання в маринадах цей тип солі додає смаку солоності без фактичного збільшення кількості кухонної солі (NaCl), необхідної для досягнення бажаного смаку[17].

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Принципова технологічна схема виробництва діоксиду силіцію

На основі матеріального балансу було розроблено удосконалену принципову технологічну схему одержання діоксиду силіцію яка наведена на *рисунку 2.1.*

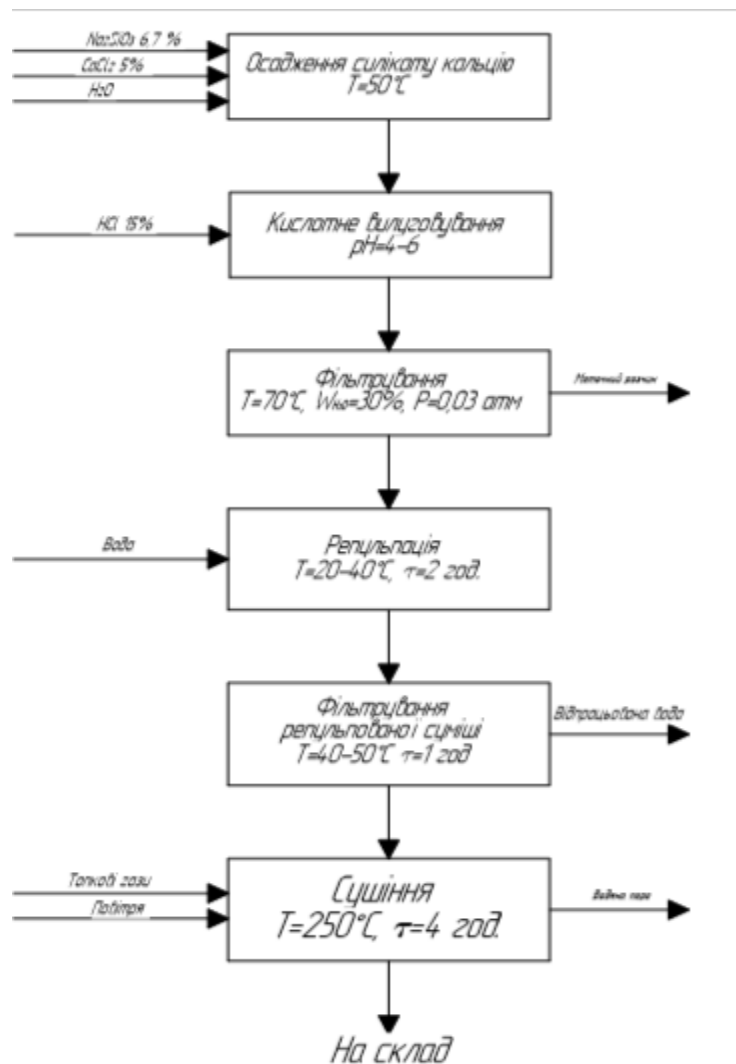


Рис.2.1 Принципова технологічна схема виробництва білої сажі.

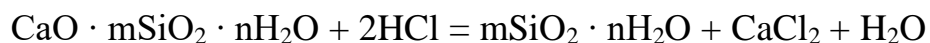
Ця технологія включає в себе п'ять основних стадій виробничого процесу:

1. Заготовка водяних розчинів силікату натрію. При розчиненні розчину силікату натрію в гідротермальних умовах відбувається процес гідратації. Тобто, частинки води приєднуються до його складових частин. Потім відбувається процес гідролізу і розчеплення силікату під дією води. Далі слідує процес пептизації (розпад агрегатів і колоїдне розчинення діоксиду кремнію у водяних розчинах гідроксиду натрію і електролітична дисоціація молекул силікату, що перейшли у водяний розчин).

2. Отримання суспензії силікату кальцію. Рівняння реакції отримання цього напівпродукту виглядає наступним чином:



3. За допомогою отриманого силікату кальцію, можна отримати суспензію білої сажі, рівняння якої наведена нижче:



На цій стадії у деяких випадках дозволяється застосовувати сірчану кислоту замість соляної кислоти.

4. Отримавши суспензію білої сажі проводиться фільтрація та відмивання(репульпація)осаду білої сажі від побічних речовин - від іонів кальцію, хлору та натрію.

5. Заключна стадія – це висушування білої сажі с одержанням безводного продукту з вологістю приблизно 6%.

Осадження силікату кальцію

Суспензію силікату кальцію отримують в реакторі 1, в який через ротаметр 2 надходить відфільтрований розчин силікату натрію з щільністю $1,1 \pm 0,01\text{г} / \text{см}^3$ і вмістом $3,4 \pm 0,2\%$ Na_2O при температурі не нижче 50°C . через другий ротаметр в реактор надходить відфільтрована дистильярна рідина з содового виробництва,

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

яку попередньо розбавляють дистильованою водою до концентрації 3-5% CaCl_2 .

Кислотне вилуговування (отримання $m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

Далі відбувається процес кислотного вилуговування в присутності 15% розчину хлоридної кислоти і розщеплення силікату під дією води, після чого слідує процес пептизації - розпад агрегатів і колоїдне розчинення діоксиду кремнію.

Фільтрування

Утворену суспензію відправляють на барабаний вакуум фільтр, на рамках яких осаджується суспензія.

Репульпація суспензії

Утворену пасту білої сажі (30% вологості) з поверхні барабана зрізають ножом і направляють в репульпатор, який заливають дистильованою водою або конденсатом для кращого фільтрування.

Стадія репульпації гідратований оксид силіцію здійснюється з метою більш повного видалення хлориду натрію з напівпродукту - гідратованого оксиду силіцію. Репульпація гідратованого оксиду силіцію проводиться при температурі навколишнього середовища з використанням слабкого розчину гідратованого оксиду силіцію з масовою часткою не менше 0,01% в апараті з ефективним пристроєм, що перемішує. Співвідношення вихідного гідратованого оксид у силіцію і розведеного розчину хлоридної кислоти суворо контролюється. Загальна тривалість стадії репульпації становить не більше 1 год. Суспензія гідратованого оксиду силіцію прямує на стадію повторної фільтрації і промивки через проміжний збірник суспензії. Дана стадія характеризується низьким питомим споживанням електроенергії, мінімальним рівнем емісії в атмосфері повітря та відсутністю будь-яких виробничих втрат і стічних вод [18].

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

Фільтрування репульпованої суспензії

Після репульпатора суспензію подають знову на барабанний вакуум-фільтр. Таким чином, замкнений вузол служить для промивання пасти білої сажі від хлориду кальцію і інших водорозчинних домішок.

Одержану після барабанного вакуум-фільтра пасту білої сажі направляють на сушку.

Висушування білої сажі

Отриману на фільтрі четвертого барабанного вакуум-фільтра пасту білої сажі направляють в репульпатор, де її змішують з дистильованою водою або конденсатом. Потім отриману суміш подають в полочну сушарку з температурою 250 °С, де вона сушиться топковим газом з колорифера. Для зниження температури газів з топки (1100 °С) їх розбавляють повітрям. Висушену до вологості 6,5% білу сажу збирають сушарки, звідки подають в бункер для готової продукції. Повітря з апаратів сушарки після проходження через циклон видаляється вентилятором в атмосферу. Дрібні частинки білої сажі з циклонів надходять в збірник.

Фасування, зберігання і відвантаження готового продукту

Готовий охолоджений продукт за допомогою конвеєра подається на дозування ваговий шнековий дозатор. Ваговий дозатор шнековий призначений для автоматичного відмірювання заданої маси або об'єму твердих сипучих матеріалів, а в даному випадку оксиду силіцію. Основна перевага шнекових дозаторів – це висока продуктивність, швидке переналагодження на іншу дозу.

Дозатор шнековий можна використовувати як з автоматичними так і з напівавтоматичними пакувальними машинами [19].

Залежно від заданого виду упаковки здійснюють або фасування продукту в мішки масою по 50 кг з подальшим палетування, або фасування в м'які контейнери. Фасований діоксид силіцію транспортується на склад готової

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

продукції за допомогою електронавантажувачів. Відвантаження товару на автотранспорт споживача також здійснюється електронавантажувачами за допомогою навантажувального пандуса [20].

2.2. Розрахунок матеріального балансу

Розрахунок матеріального балансу будь-якого технологічного процесу підлягає закону: маса вихідних реагентів процесу повинна дорівнювати масі його кінцевих продуктів.

Отже, коли проводиться матеріальний розрахунок процесу, необхідно враховувати масу кожного компонента, що надходить в даний апарат (прихід) і масу кожного компонента, що виходить з апарату (витрати). Сума приходу компонентів повинна дорівнювати сумі витрат, незалежно від складу продукту на вході та виході, тобто незалежно від того, яким змінам вони піддалися в даному апараті.

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

де $\sum G_{\text{вихідні}}$ – сума мас вихідних реагентів;

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

Сировиною для виробництва діоксиду силіцію є силікат натрію та кальцій хлорид.

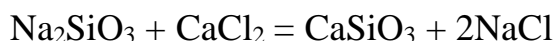
Вихідні дані:

- 1) Розчин силікату натрію з масовою концентрацією в перерахунку на оксид натрію $W(\text{Na}_2\text{O}) = 3,4\%$ та густиною $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$.
- 2) Розчин хлориду кальцію з масовою концентрацією $W(\text{CaCl}_2) = 5\%$.

Припустимо, що маса розчину силікату натрію, необхідна для одержання білої сажі, дорівнює $m(\text{р-ну } \text{Na}_2\text{SiO}_3) = 1000 \text{ г}$. Звідси випливає, що в розчині силікату натрію вміст Na_2O становить $1000 \cdot 3,4/100 = 34 \text{ г}$. Оскільки молярна маса Na_2O $M(\text{Na}_2\text{O}) = 62 \text{ г/моль}$, то кількість речовини Na_2O становить $34/62 = 0,55$

моль. Маса діоксиду силіцію у силікаті натрію становить $60 \cdot 0,55 = 33$ г. Тоді вода – $1000 - (33 + 34) = 933$ г.

Процес осадження силікату кальцію в першому наближенні можна представити рівнянням реакції:

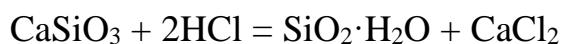


Згідно з реакцією кількість оксиду натрію дорівнює кількості речовини хлориду кальцію, тобто $\nu(\text{CaCl}_2) = 0,55$ моль. Розрахуємо, яку кількість 5% розчину кальцій хлориду необхідно взяти для повного осадження силікату кальцію.

Оскільки молярна маса кальцій хлориду 111 г/моль, то маса $m(\text{CaCl}_2) = 111 \cdot 0,55 = 61$ г. Звідси маса 5% розчину кальцій хлориду становить $61 \cdot 100/5 = 1220$ г, з яких маса води становить $1220 - 61 = 1159$ г. Крім того, в процесі осадження утворюється силікат кальцію масою $116 \cdot 0,55 = 64$ г, і хлорид натрію масою $58,5 \cdot 2 \cdot 0,55 = 64$ г.

Таким чином, матеріальний баланс стадії осадження силікату кальцію матиме наступний вигляд.

Кислотний гідроліз силікату кальцію можна представити наступним чином:



Розрахуємо, яку масу і об'єм хлоридної кислоти з концентрацією 15% необхідно додати до суспензії силікату кальцію, щоб отримати суспензію силікатної кислоти.

Розрахунок матеріального балансу процесу осадження силікату кальцію

Прихід		Витрати	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
1. Розчин силікату натрію, в т.ч.	10000 кг	1. Суспензія силікату кальцію, в т.ч.	22200
Na ₂ O	340	CaSiO ₃	640
SiO ₂	330	NaCl	640
вода	9330	Вода	20920
2. 5% розчин CaCl ₂ , в т.ч.	12200		
CaCl ₂	610		
вода	11590		
Загалом	22200	Загалом	22200

Кількість речовини хлоридної кислоти необхідно $0,55 \cdot 2 = 1,1$ моль. Приймаючи до уваги, що хлоридна кислота з масовою концентрацією 15% відповідає молярній концентрації 3,5 моль/л, то для повного гідролізу необхідно $1,1/3,5 = 314$ мл 15% соляної кислоти або 40 г.

Таким чином, матеріальний баланс стадії гідролізу силікату кальцію матиме наступний вигляд.

Фільтрація та репульпація суспензії силікатної кислоти

Втрати на стадії фільтрації складають 10 %. Тобто маса силікатної кислоти $m(\text{к-ти}) = 43 - (43 \cdot 0,1) = 43 - 4,3 = 38,7$ г.

Маса хлориду кальцію $m(\text{CaCl}_2) = 10 - (10 \cdot 0,1) = 9$ г.

Таблиця 2.2

**Розрахунок матеріального балансу процесу гідролізу силікату
кальцію**

Прихід		Витрати	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
1. Суспензія силікату кальцію, в т.ч.	22200	1. Суспензія силікатної кислоти, в т.ч.	650
CaSiO ₃	640	SiO ₂ ·H ₂ O	430
NaCl	640	Вода	70
Вода	20920	CaCl ₂	100
2. 15% соляної кислоти, в т.ч.	2670 (3140 л)	NaCl	50
HCl	400	2. Маточний розчин, в т.ч.	24220
H ₂ O	2270	CaCl ₂	510
		NaCl	590
		H ₂ O	23120
Загалом	24870	Загалом	24870

Таблиця 2.3

**Розрахунок матеріального балансу процесу сушіння суспензії
силікатної кислоти**

Прихід		Витрати	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, г
1. Силікатна кислота, в т.ч.	450	1. Діоксид силіцію, в т.ч.	360,7
SiO ₂ ·H ₂ O	380,7	SiO ₂	290,7
Вода	60,3	Вода	70

		2. Вода (пара)	80,3
Загалом	450	Загалом	450

Таблиця 2.4

Розрахунок матеріального балансу процесу фільтрації та репульпації суспензії силікатної кислоти

Прихід		Витрати	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, г
1. Суспензія силікатної кислоти, в т.ч.	650	1. Силікатна кислота, в т.ч.	450
SiO ₂ ·H ₂ O	430	SiO ₂ ·H ₂ O	380,7
Вода	70	Вода	60,3
CaCl ₂	100	2. Маточний розчин, в т.ч.	24420
NaCl	50	SiO ₂ ·H ₂ O	40,30
2. Маточний розчин, в т.ч.	24220	CaCl ₂	610
CaCl ₂	510	NaCl	640
NaCl	590	H ₂ O	23120,7
H ₂ O	23120		
Загалом	24870	Загалом	24870

Сушіння гідратованого діоксиду силіцію проводять при 250°C до вологості 6,5 %. Таким чином із 10000 кг розчину силікату натрію і 12200 кг розчину кальцій хлориду вдалося отримати 360,7 кг діоксиду силіцію з вологістю 6,5%.

Перерахунок:

Враховуючи, що продуктивність 1000 кг/добу

$$K = 100000/360,7 = 27240,8.$$

Тобто для одержання 1000 кг діоксиду силіцію з вологістю 6,5% потрібно 27240,8 кг силікату натрію з масовою часткою оксиду натрію 3,4% та 33240 кг 5% розчину кальцій хлориду.

2.4. Розрахунок реактора-змішувача з рамною мішалкою

При перемішуванні розчину рамною мішалкою $n=50$ об/хв., в ємності $D=2000$ мм, $H=3800$ мм затрачається потужність $N=12.5$ кВт. Кількість лопатей мішалки $z=2$. Розрахувати товщину лопатей мішалки в місці їх закріплення на валу, якщо допустиме напруження матеріалу лопатей $[\sigma]=1,08 \cdot 10^8$ Н/м².

Розв'язання. Приймаємо вістань між лопаттю мішалки і стінкою корпуса $\delta=25$ мм; вістань верхньої кромки ємності до рівня рідини $h_2=130$ мм

Розрахунок за методикою наведено в літературі [24].

Розрахунок за методикою наведено в літературі [24].

$$1) V_p = \frac{\pi d^2}{4} \cdot H = \frac{3,14 \cdot 1,95^2}{4} \cdot 3,8 = 11,34$$

При цих даних висота рідини в ємності:

$$2) H_p = 0,75H = 0,75 \cdot 3200 = 2850 \text{ мм.}$$

Загальна висота робочого органа:

$$2) h = H - h_2 - \delta = 2850 - 130 - 25 = 2695 \text{ мм}$$

Діаметр робочого органа:

$$4) d = D - 2\delta = 2000 - 2 \cdot 25 = 1950 \text{ мм} = 1,95 \text{ м}$$

Ширина лопаті:

$$5) b = 0,07d = 0,07 \cdot 1950 = 136,5 \text{ мм}$$

Радіуси еліпсного елемента лопаті у напрямку малої півосі:

$$6) r_M = R_M - b = 245 - 39 = 206 \text{ мм}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $h_d=270$ мм- висота еліпсного днища ємності без врахування відбортовки.

Висота прямокутного елемента мішалки:

$$7) h_1 = h - R_m = 3200 - 245 = 2955 \text{ мм}$$

Радіус мішалки:

$$8) R_1 = \frac{d}{2} = \frac{1950}{2} = 975 \text{ мм}$$

$$9) r_1 = R_1 - b = 975 - 136,5 = 838,5 \text{ мм}$$

Кутова швидкість обертання лопаті:

$$10) \omega = \frac{\pi * n}{30} = \frac{3,14 * 50}{30} = 5,23 \text{ 1/с}$$

Загальний коефіцієнт знаменника А:

$$11) A = \frac{h_1 (R_1^4 - r_1^4)}{4} + \frac{2(R_1^4 * R_m - r_1^4 * r_m)}{15}$$

$$= \frac{0,295 * (0,975^4 - 0,838^4)}{4} + \frac{2 * (0,295^4 * 0,975 - 0,838^4 * 0,206)}{15}$$

$$= 0,0390 \text{ м}^5$$

Зусилля, що діє на прямокутний елемент лопаті:

$$12) P = \frac{N h_1 (R_1^3 - r_1^3)}{3 z \omega A} = \frac{3800 * 1,95 (0,975^3 - 0,838^3)}{3 * 2 * 5,23 * 0,0390} = 5709 \text{ Н}$$

Зусилля, що діє на еліпсний елемент лопаті:

$$13) P = \frac{N \pi (R_1^3 * R_m - r_1^3 * r_m)}{16 z \omega A} = \frac{3800 * 3,14 * (0,975^3 * 0,245 - 0,838^3 * 0,206)}{16 * 2 * 5,23 * 0,0390} = 837 \text{ Н}$$

Відстань від осі мішалки до точок прикладання сил P_1 і P_2 :

$$14) x_1 = \frac{3(R_1^4 - r_1^4)}{4(R_1^3 - r_1^3)} = \frac{3}{4} * \frac{0,975^4 - 0,838^4}{0,975^3 - 0,838^3} = 1,21 \text{ м}$$

$$15) x_2 = \frac{32(R_1^4 * R_m - r_1^4 * r_m)}{15\pi(R_1^3 * R_m - r_1^3 * r_m)} = \frac{32(0,975^4 * 0,245 - 0,838^4 * 0,206)}{15 * 3,14(0,975^3 * 0,245 - 0,838^3 * 0,206)} = 0,694 \text{ м}$$

Відстань від великої півосі еліпса до точки прикладання сили P_2 :

$$6) y_2 = \frac{16(R_1^3 R_m - r_1^3 r_m)}{15\pi(R_1^3 R_m - r_1^3 r_m)} = \frac{16(0,975^3 * 0,245 - 0,838^3 * 0,206)}{15 * 3,14(0,975^3 * 0,245 - 0,838^3 * 0,206)} = 0,339 \text{ м}$$

Відстань від місця закріплення лопаті до точки прикладання сили P_1 (по вертикалі):

$$17) l = \frac{h}{2} + y_2 = \frac{0,3200}{2} + 0,11 = 0,27 \text{ м}$$

Згинаючий момент в перерізі закріплення лопаті:

$$18) M_3 = P_1 x_1 + P_2 x_2 = 129 * 0,25 + 323 * 0,694 = 256,4 \text{ Н*м.}$$

В даному випадку, при одному місці закріплення лопаті, згинаючий момент дорівнює крутному моменту на валу мішалки:

$$19) M_3 = M'_{kp} = \frac{N}{z\omega} = \frac{3800}{2 * 5,23} = 363 \text{ Н*м}$$

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

Крутний момент в перерізі закріплення лопаті:

$$20) M_{кр} = P_l * l = 129 * 0,363 = 44,82 \text{ Н*м}$$

Момент опору перерізу лопаті:

$$21) W = \frac{\sqrt{M_{кр}^2 + M_{кр}^2}}{[\sigma]} = \frac{\sqrt{124^2 + 44,82^2}}{[1,08 * 10^8]} = 0,02 * 10^{-6} \text{ м}^3$$

Товщина лопаті:

$$22) \delta' = \sqrt{\frac{6W}{b}} = \sqrt{\frac{6 * 0,02}{10 * 0,08}} = 6,6 \text{ м}$$

З врахуванням прибавки на корозію, приймаємо $\delta = 11 \text{ мм}$ чи $0,011 \text{ м}$

Розрахунок потужності приводу рамної мішалки:

Мішалка рамна при $Re_{b=10^2 \div 3 * 10^5}$

$$K_n = C Re_b^{0,77} \left(\frac{h}{d}\right)$$

$C = 12,0$ - здвома лопатями

$$Re_b = \frac{nd^2 \rho}{M}$$

$$Re_b = \frac{nd^2 \rho}{M}$$

$$Re = \frac{0,83 * 1,95^2 * 1310}{0,08} = 51680,875$$

$$K_n = 51680,875^{0,77} * 12 * 0,6 = 30661$$

$$24) N = K_n * \mu * n^2 * d^3$$

$$N = 30661 * 0,08 * 0,83^2 * 1,95^3 = 12\,529 \text{ Вт тобто } 12,5 \text{ кВт}$$

K_n - Критерій потужності

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

μ - Динамічна в'язкість, Н с/м²

n – кількість обертів за секунду, 1/с

d -діаметр мішалки, м [22].

Дане обладнання отримало широке застосування в хімічній, харчовій, фармацевтичній і косметичній промисловості. Реактор-змішувач з рамної (рамної) мішалкою розроблений для роботи з в'язкими продуктами рецептура приготування яких вимагає нагріву до певної температури. Конструкція пристроями, запобігає налипанню продукту, на дно і стінки ємності змішувача, і забезпечує рівномірне і ретельне перемішування компонентів.

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

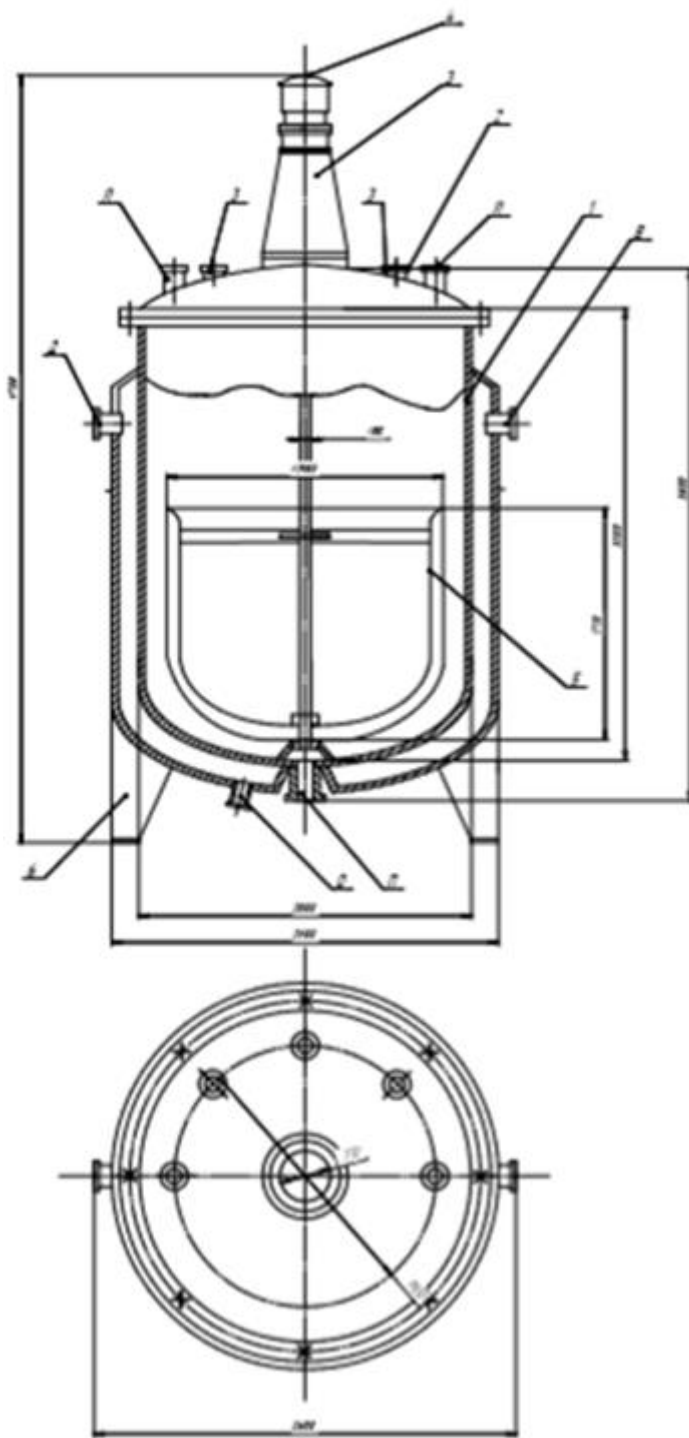


Рис 2.2 Рамна мішалка

Завантаження рідких і сипучих компонентів в змішувач виконується через завантажувальний люк, або штуцера які герметично закриваються кришками. Сорочка для нагріву забезпечує рівномірний нагрів і підтримання оптимальної

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

температури відповідно до рецептури. При обертанні пристроями,, матеріали при м'яких умовах руху, змішуються по складних траєкторіях. Вивантаження готового продукту здійснюється через вивантажний донний кран.

Змішувач-реактор з рамної мішалкою являє собою ємність з нержавіючої сталі, оснащену теплоізолюваною сорочкою нагріву, приводом обертання, вузлом ущільнення, валом з рамною мішалкою і щитом управління. Ємність змішувача має герметичні вузли завантаження та вивантаження. Щит управління обладнаний датчиком-регулятором нагріву, кнопками запуску і зупинки перемішуючого пристрою, кнопкою аварійної зупинки і системою захисту управління двигуна.

Переваги:

Однорідність змішування компонентів.

Використання спеціального теплоносія дозволяє розширити робочий діапазон температур до 160 градусів.

Ємність змішувача і рамна мішалка виконані з харчової нержавіючої сталі.

Можливість змішування сухих матеріалів з рідкими компонентами.

Герметична ємність змішувача.

Зовнішні та внутрішні поверхні змішувача легко піддаються санітарній обробці [25].

Висновок: виконано розрахунок реактора-змішувача з рамною мішалкою, визначено такі показники, як загальну висоту(4,705м) та діаметр робочого органу(50мм),ширину лопаті(94,5 мм), радіус мішалки(1950мм),кутову швидкість обертання лопаті(5,23 1/с), товщину лопаті(6,6м).

2.5 Характеристика основного обладнання

Розрахунок та підбір основного обладнання

Основою для підбору устаткування є:

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- кількість сировини, що обробляється за один раз;
- функціональність та продуктивність обладнання;
- вартість, енергоємність, габаритні розміри устаткування;
- зручність та безпечність його в експлуатації та обслуговуванні.

Підбір устаткування проводиться залежно від виду сировини, що переробляється та заданої продуктивності підприємства, виходячи із розрахунків матеріального балансу.

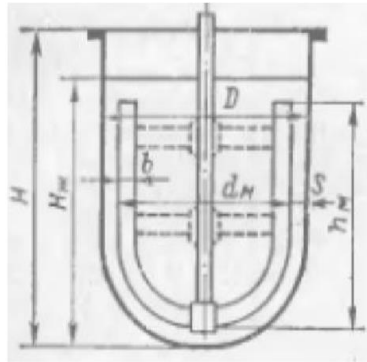
Обладнання за ступенем участі в технологічному процесі розділяють на:

- Основне
- Допоміжне
- Нейтральне.

Підбір допоміжного та нейтрального устаткування проводять після вибору основного за технологічною необхідністю [22].

Ємнісні ректори з механічним перемішуючим пристроєм можуть бути вертикального і горизонтального виконання, в нашому випадку застосовано перший. Він являє собою вертикальний циліндричний апарат з рамною мішалкою, вісь обертання якої співпадає з віссю корпусу рис. 2.2.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Активация Windows

Рис 3.3 Схема ємнісного реактора з рамною мішалкою

Реактор обладнаний патрубками подачі кислоти та відведення вуглекислого газу, лотками для завантаження гідроксокарбонатів і відвантаження продуктів реакції [23].

Виходячи з розрахунку матеріального балансу об'єм реакційної суміші становить 10 м³, згідно рекомендацій об'єм реакційної суміші повинен складати 1/3 об'єму реакційного простору. Тому об'єм реактора має становити мінімум 12,0 м³. Хімічний вертикальний реактор н/с емальований 12 м³ з рамною мішалкою, без сорочки обігріву марки КЕРн – 12 м³.

Таблиця 2.5

Основні технічні параметри ємнісного реактора з рамною мішалкою КЕРн – 12 м³

	Характеристика	Значення
	Об'єм	12 м ³
	Діаметр валу мішалки в зоні ущільнення	50 мм
	Діаметр реактора	2000 мм

4	Висота	4750 мм
5	Ширина	2.4 м
6	Маса	6 840
7	Тип редуктора	МДО2М-10ВК-28,2-3/50
8	Споживана потужність	12.5 кВт
9	Частота обертання ел.двигун	1500 об/хв
10	Частота обертання мішалки	50 об/хв
11	Мережа живлення	(3 фази, струм зінний)
12	Напруга	380 В
13	Частота мереж	50 Гц

Ротаметри

Ротаметр LZS-32 (600-6000 л/год)

Опис:

Ротаметр - прилад для визначення об'ємної витрати води за одиницю часу.

Ротаметр LZS-32 (600-6000 л/год),

t: 0-60 0С;

до 6 бар

Ротаметр - прилад для вимірювання об'ємної витрати плавно мінливих однорідних потоків чистих і слабо забруднених рідин з дисперсними включеннями сторонніх часток.

Потік, л / год 600-6000

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

Матеріал корпусу PVC-U



Рис 2.3 Ротаметр

Дисковий фільтр

Модельний ряд дискових фільтрів AZUD HELIX з автоматичною промивкою може досягати продуктивності до 10000 м³ / год. Фільтра можуть працювати на досить низькому тиску від 1,5 бару. При цьому максимальне робочий тиск - 10 бар.

Фільтруючий елемент - пакет щільно стислих між собою дисків, виготовлених з міцних полімерних матеріалів. На поверхні дисків нанесені канавки спеціальної форм.и, глибини і ширини, які забезпечують певну тонкість і точність фільтрації. Тонкість фільтрації коливається від 5 до 400 мкм. При щільному стисненні дисків утворюється об'ємна сітчаста структура, яка і є фільтруючим робочому елементом. Дискові фільтри захищені спеціальним кожухом, який стійкий до високого тиску і не схильний до корозії.

Ідеально підходить для фільтрації води від механічних домішок в приватному секторі, промисловості, сільському господарстві та муніципальному секторі. Може використовуватися як перший ступінь очищення води від механічних домішок перед напірними фільтрами і системами на основі баромембранного технологій. Встановлюються перед теплообмінниками, градирнями на загальні оборотні цикли підприємства.

Принцип роботи дискових систем AZUD (фільтрація і промивка) наступна:

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фільтрація: вихідна вода надходить в колби дискових фільтрів і далі, після проходження через щільно стиснуті елементи, очищається від нерозчинних домішок у воді.

промивка: після сигналу від контролера триходовий клапан на кожній з колб по черзі змінює напрямок води і очищена вода, яка приходить від сусідніх фільтрів, в зворотному напрямку спочатку розтискає диски, а потім вимовити накопичили бруд в кожному пакеті дисків. Після промивання блок дисків знову щільно стискаються і колба знову стає на фільтрацію води.

Напірний бак AlePlast

Ємність 25 тонн бак для зберігання цих баків широко застосовується в напоїв і продуктів харчування, молочних продуктів, фармацевтичної і хімічної галузі використовується в якості блендера паливний бак, буфер бак і бак для зберігання, що забезпечує гладкість до санітарним нормам (е. G. FDA, USDA стандартів).

Насоси

Хімічний насос MB для перекачування кислот і лугів

Ємність 2000 л

Розібри 1340*1500

Загальна висота 2900

Технічні характеристики:

- варіанти виконання: поліпропілен (PP), полівінілденфторід (PVDF);
- механічне манжетное або сільфонні ущільнення;
- може використовуватися з особливо забрудненими рідинами (ущільнення TS);
- зручність технічного обслуговування і заміни комплектуючих;
- позитивна експлуатаційна висота всмоктування;

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- без зварних з'єднань;
- висока продуктивність: від 6 до 75 м³ / год;
- низька вартість запчастин.

Технічні дані

- Влаштована потужність до 7,5 кВт
- З'єднання (в дюймах) ½
- Макс. температура, PP -60 ° C
- Макс. температура, PVDF- 80 ° C
- Вихід (м³ / год) -55

Умови праці

Існує дві конфігурації з різними торцевими ущільненнями:

TL = LIP SEAL (полімер): для експлуатації в легких умовах;

TS = BELLOW SEALS (ПТФЕ з карбідом кремнію і керамічними кільцевими ущільнювачами): для більш жорстких умов експлуатації і для дуже брудних рідин.

Можливість вибрати матеріал комплектуючих частин насоса дозволяє забезпечити найбільш правильну хімічну сумісність з рідиною і / або навколишнім середовищем з урахуванням температури.

Стрічкова сушарка для сипучого вантажу STELLA

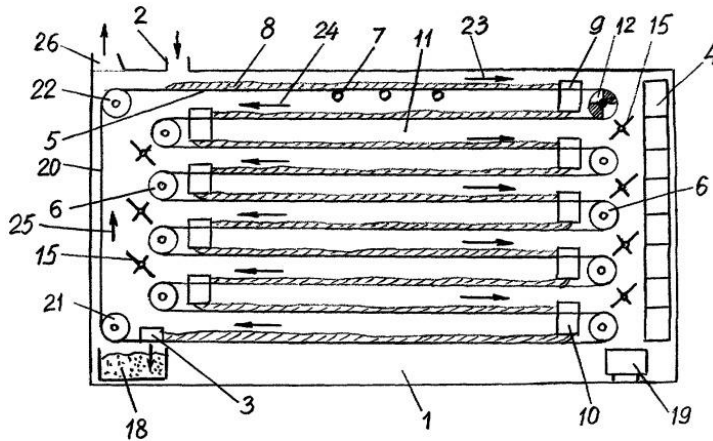
Розглянемо сушарку та процеси, що в ній проходять більш детально. Перш за все дамо визначення процесу сушіння.

Сушіння – це термічний процес видалення вологи з матеріалу, сировини чи речовини, шляхом випаровування. Процес осушення супроводжується зміною об'єму, що також називається усадкою.

Проаналізувавши ринок сушарок, беручи до уваги високу температуру сушіння, що передбачено технологією та можливе небажане пилоутворення в

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перевагу апаратів конвективного типу було обрано сушарку стрічкового або полочного типу, схема якої зображена на рис



Фиг.1

Стрічкова сушарка для сипучого вантажу містить сушильну камеру 1, завантажувальний 2 і розвантажувальний 3 пристосування, калорифер 4, розташовані один під одним гілки 5 гнучкої стрічки з можливістю огинання ними оборотних барабанів 6 і спирання на ролики 7. На кожній гілці 5 стрічки в зоні її набігання на оборотний барабан 6 встановлені перевантажувальні пристрої з можливістю передачі сипучого вантажу 8 з однієї гілки 5 на нижче розташованими. Перевантажувальні пристрої виконані у вигляді двосторонніх плужкових скидачів 9 і похилих жолобів 10 з можливістю перевантаження на них сипучого вантажу 8 з двосторонніх плужкових скидачів 9 і його передачі на нижче розташованими гілка 5 стрічки. Гілки 5 стрічки утворюють єдиний контур з послідовно розташованих петльових ділянок 11. Один або кілька оборотних барабанів 6 виконані у вигляді приводного барабана 12.

Стрічкова сушарка для сипучого вантажу діє таким чином. Подається через завантажувальний пристрій 2 сипучий вантаж 8 рівномірним шаром розміщується на найвищій гілці стрічки 5 і транспортується нею в напрямку 23. В кінці цієї гілки в зоні розміщення оборотного барабана 6 сипучий вантаж 8 набігає на двосторонній плужкового скидач 9, який перевантажує його на похилі жолоби 10. Р похилих жолобів 10 сипучий вантаж 8 подається на нижче

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

розташованими гілка 5 стрічки, яка переміщує сипучий вантаж 8 в протилежному напрямку 24 до наступного двостороннього плужкового зкидача 9, за допомогою якого сипучий вантаж 8 знову перевантажується по похилих жолобах 10 на нижче розташованими гілка стрічки, і т.д. до найнижчої гілки 5 стрічки. При переміщенні по всіх гілках 5 стрічки сипучий вантаж 8 обдувається нагрітим повітрям з калорифера 4 і висушується до необхідної вологості.

З останньої гілки 5 стрічки висушений сипучий вантаж 8 за допомогою розвантажувального пристосування 3, виконаного, наприклад, у вигляді двостороннього плужкового зкидача (9), подається в приймальний пристрій 18 для висушеного сипучого вантажу.

При перевантаженні сипучого вантажу 8 з однієї гілки 5 стрічки на іншу окремі частинки 13 сипучого вантажу 8, незначні за обсягом, проходять під двосторонніми плужковими скидачами 9 і розвантажуються через оборотні барабани 6 (фіг.2 і 3), потрапляючи на накопичувачі 15. Поступово частинки 13 накопичуються між лопатями 16 і 17 накопичувача 15 (фіг.2), одночасно підсушуючись потоками нагрітого повітря з калорифера 4. За рахунок неоднакової довжини лопатей 16 і 17 центр маси скупчився матеріалу між лопатями зміщується в бік лопаті 17 (більшої довжини), тому рівновага порушується і вісь 14 повертається проти годинникової стрілки, а що накопичився і підсушений матеріал зісковзує з лопаті 17 (фіг.3) і потрапляє або в контейнер 19 або, через розвантажувальний пристрій 3, безпосередньо в приймальний пристрій 18 для висушеного вантажу. У нього ж потрапляють і частинки, що пройшли під оборотним барабаном 21. Після подальшого скупчування матеріалу на накопичувачі 15 його вісь 14 повертається за годинниковою стрілкою через зміну положення лопатей 16 і 17 і т.д. У міру наповнення контейнера 19 сипучим вантажем, розвантажують з накопичувачів 15, він висувається з камери 1 і тим або іншим способом пересувається для

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

розвантаження в приймальній пристрій 18 для висушеного вантажу. Відпрацьоване повітря з камери 1 виводиться через патрубок 26.

Відмінні ознаки винаходу дозволяють зменшити число гілок стрічки, обсяг сушильної камери і витрата нагрітого повітря, виключають прокидаючись сипучого вантажу і його втрати, а також засмічення сушильної камери.

Вентилятор

Пиловий радіальний (центробіжний) вентилятор промислового призначення моделі ВРП 5-45 (ВЦП 5-45) №3,15 (діаметр робочого колеса – 315 мм) з вуглецевої сталі. Даний вентилятор укомплектований двигуном АІР80F2 потужністю 1,5 кВт на 3000 об./хв. Конструктивне виконання – №1 – робоче колесо на валу електродвигуна.

- Тиск – 1400 - 1200 Па
- Продуктивність – 1,1 - 1,9 тис. м³/год
- Габарити вентилятора (мм) - 428 X 490 X 540

Вентилятори ВЦП 5-45 (ВРП) призначені для переміщення пилогазоповітряних сумішей, агресивність яких щодо вуглецевої сталі звичайної якості не вища за агресивність повітря, з температурою до 80°С, що не містять липких речовин, волокнистих матеріалів, з вмістом пилу та інших твердих домішок не більше, ніж 100 г/м³, в умовах помірного (П) клімату (2-а категорія розміщення) згідно з ГОСТ 15150. За умови захисту двигуна від впливу атмосферних опадів дозволяється експлуатація в умовах «П» і «Т» 1-ї категорії.

Температура навколишнього середовища від мінус 40°С до плюс 40°С (для вентиляторів у тропічному виконанні плюс 45 °С). Загальні відомості про

вентилятор ВЦП 5-45 (ВРП):

- пиловий вентилятор;
- висока продуктивність;

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 8 радіальних прямих лопаток;
- підвищена міцність;
- одностороннього всмоктування;
- напрямок обертання робочого колеса – праве або ліве;
- положення корпусу – 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 270°, 315°

Бункер з шнековим конвеєром HUBER-RoSF7

Цей пристрій призначений для зберігання запасу сипучого сировини і його дозованої подачі згідно з технологічним процесом. Розглянутий апарат являє собою вертикальний металевий бункер, нижня частина корпусу якого укомплектована лійкою і спеціальним люком. Він сполучається з горизонтальним шнеком, призначеним для подачі і завантаження сипучого сировини.

. Обов'язково враховуються такі параметри пристрою:

- загальні розміри накопичувальної ємності-1 тона
 - діаметр і продуктивність шнекового транспортера-300мм
 - маса апарату в зборі;1750 кг

Коларифер

Підбір калорифера Основним показником потужності (а значить і ефективності), якою володіють повітряні теплообмінники, є рядності пристрою. Під нею розуміється кількість мідних трубок по глибині, через які проходить теплоносій в процесі охолодження (нагрівання). Також на ефективність роботи впливає відстань між елементами оребрення. Чим більше перше і менше останнім, тим більше тепла або холоду віддається влаштуванню (пристроєм) в процесі роботи.

Негативним фактором при цьому є падіння тиску повітря на теплообмінному апараті. Здійснюючи підбір калорифера, необхідно враховувати

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

обсяг повітря в приміщенні, швидкість його руху і габарити вентиляційного (або припливного) каналу.

Для ефективної роботи калорифера (з водою в якості робочої рідини) оптимальною є швидкість переміщення повітря 2,0 – 2,5 м / с. Зі збільшенням обсягу приміщення цей показник може незначно падати. Розмір і потужність повітряних калориферів безпосередньо залежить від розмірів елементів системи трубок і ламелей.

Як правило мінімально допустимий використовуваний діаметр мідних трубок нагрівача повинен становити не менше 10 мм. Причому цей параметр зростає пропорційно потужності пристрою. Великі калорифери промислові мають трубки діаметром 12 – 16 мм.

Циклон

Пилоловлювач ВЗП-300 - найбільш ефективний універсальний пиловловлювальний агрегат на ринку України.

- Продуктивність по повітрю: 2500 м3/ч
- Діаметр: 300 мм
- Висота: 1710 мм
- Розмір патрубків: 198x78 мм
- Маса: 116 кг

Пилоловлювач ВЗП-300 є універсальним агрегатом серед інших пилоуловлюючих апаратів на ринку аспіраційного обладнання в СНД і Україні зокрема. Спектр його використання практично не має меж. Широко використовується у всіх сферах промисловості. Циклон ВЗП-300 використовується для видалення дрібного пилу і пилу середніх розмірів у системах пневмотранспорту і аспірації повітряних потоків. Даний апарат дуже

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективний у роботі в умовах присутності пилу від глини, піску, азбесту, силікату, руди.

Масова концентрація пилу в очищуваному газі, г/м³ - 250, для пилу, яка злипається слабо, не більше 1000, для пилу, яка має середній відсоток злипання 250. Температура очищуваного газу, ° С не більше 400. Тиск (розрідження), Па (кгс / м²) 1307. Коефіцієнт гідравлічного опору циклонів: для одиночного виконання 50. Оптимальна швидкість в пиловловлювачі 6,6 м / сек.

Репульпатор Р50

Призначений для якісного приготування пульпи до подальшого гравітаційного збагачення шляхом активного перемішування дрібнозернистого матеріалу (подрібнених руд, техногенної сировини або пісків розсипів) з водою і, при необхідності, з слабодействующего реагентами для кращої диспергації (руйнування) глин або для запобігання флотуруемого матеріалу, а також для рівномірної подачі підготовленої пульпи на збагачення.

Для якісного приготування пульпи до подальшого гравітаційного збагачення шляхом активного перемішування дрібнозернистого матеріалу (подрібнених руд, техногенної сировини або пісків розсипів) з водою і, при необхідності, з слабодіючих реагентами для кращої

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

диспергації (руйнування) глин або для запобігання флотируемого матеріалу, а також для рівномірного подачі підготовленої пульпи на збагачення. застосування:

- - при технологічних дослідженнях мінерального і техногенної сировини, що містить важкі корисні компоненти, на обогатимість гравітаційними методами;
- - при оцінці змістів благородних металів в руді і розсипах на стадії геологорозвідки;
- - при добуванні благородних металів з нетрадиційного техногенної сировини, що містить шляхетні метали (бій тиглів, шлаки та спеки пирометалургической плавки, сливи сорбційних колон, відходи афінажної виробництва та ін.).
- Технологічні особливості:
 - - висока продуктивність;
 - - можливість безперервності процесу (подача матеріалу з одночасною розвантаженням пульпи);
 - - екологічна чистота технологічного процесу перемішування

Технічні характеристики

- Максимальна крупність перемішуємо матеріалу, мм 2
- Діапазон щільності готується пульпи (вагові відносини твердого до рідкого), Т: Ж від 1: 5 до 1: 2
- Ємність бака репульпатора:
 - - конусної частини, л 26

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- - до першої рифл бака (від конуса), л 40
- - до другої рифл бака (від конуса), л 50
- Оптимальна частота обертання імPELLера, об / хв 180-240
- Споживана потужність, кВт не більше 1,2
- Габарити (ДхШхВ), мм 600х500х106

Таблиця 2.6

Технологічне обладнання процесу виробництва діоксиду силіцію

№	Назва	Марка	Продуктивність	К-сть	Примітка
1	Ротаметр	LZS-32	600-6000 л/год	2	н/с
2	Репульпатор	P50	об / хв 180-240	1	кВт не більше 1,2
3	Пиловловлювач	ВЗП-300	2500 м3/ч	2	н/с
4	Бункер з шнековим конвеєром	HUBER-RoSF7	продуктивність шнекового транспортера-300мм	1	m=1054 кг, L=6m, H=2,5
5	Коларифер	СФО-250	250 °С	1	M=198 кг. 50 Гц, 380В

Продовження табл 2.6

6	Вентилятор	ВРП 5-45	Продуктивність – 1,1 - 1,9 тис. м ³ /год	1	Комплектуючі АИР80F2 потужністю 1,5 кВт на 3000 об./хв.
7	Полочна сушарка для сипучого вантажу	STELLA	Продуктивність на виході 1.5 т/год	1	ДхВхШ=18х12х6
8	Хімічний насос	МВ для перекачування кислот і лугів	від 6 до 75 м ³ / год;	12	7,5 кВт, Ємність 2000 л Розібри 1340*1500 мм висота 2900 мм
9	Напірний бак	AlePlast	25м ³ , 15м ³ , 12м ³	3	н/с
10	Дисковий фільтр	AZUD HELIX	до 10000 м ³ / год.	1	н/с
11	Реактор з мішалкой	КЕРн	12 м ³	1	Див табл
12	Реактор з мішалкой	КЕРн	25м ³	1	н/с
13	Рамна мішалка	ОПЕК	25м ³	1	н/с

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

2.6 Опис апаратурно-технологічної схеми виробництва діоксиду силіцію

Апаратурно-технологічна схема, яка наведена на рис. 2.4 процесу була розроблена та удосконалена на основі матеріального балансу, удосконаленої принципової схеми та підбору технологічного обладнання.

В реакторі під номером 1 отримується суспензія силікату кальцію. Реактор має два входи і один вихід. Через перший вхід, на якому встановлений ротаметр з номером 2, подається очищений розчин силікату натрію, густина якого дорівнює $1,1 \text{ г/см}^3$ (максимальне відхилення $0,01 \text{ г/см}^3$) і вмістом $3,4\%$ (відхилення $0,2\%$) Na_2O за температури не нижче $50 \text{ }^\circ\text{C}$.

Через інший вхід, що також включає в себе ротаметр надходить в реактор відфільтрована дистилерна рідина, до якої попередньо додається дистильована вода для розбавлення до концентрації $3 \dots 5 \%$ CaCl_2 . Щоб покращити фільтраційні властивості майбутньої суспензії білої сажі.

Суспензія, отримана в першому реакторі, через насос 4 направляється в реактор розкладу з номером 5. Цей реактор ще називають реактором осадження білої сажі. Паралельно з надходження суспензії білої сажі з напірного баку 7 в реактор розкладу 5 подають розбавлену дистильованою водою соляну кислоту до концентрації в 15% (відхилення 2%). Рівень рН у реакторі в процесі осадження необхідно підтримувати у межах $4,0 \dots 6,0$. Щойно створену суспензію білої сажі трубопроводом скеровують у збірник з номером 18. Звідти насоси з номером 20 перекачують її у напірний бак номер 9, після чого вона надходить на фільтрування у дисковий фільтр з позначкою 21 першого кола фільтрації. Щоб інтенсифікувати процес фільтрування з напірного баку 10 у першій дисковий

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фільтр подається розчин поверхнево-активної речовини ОП-10(Змочувачі

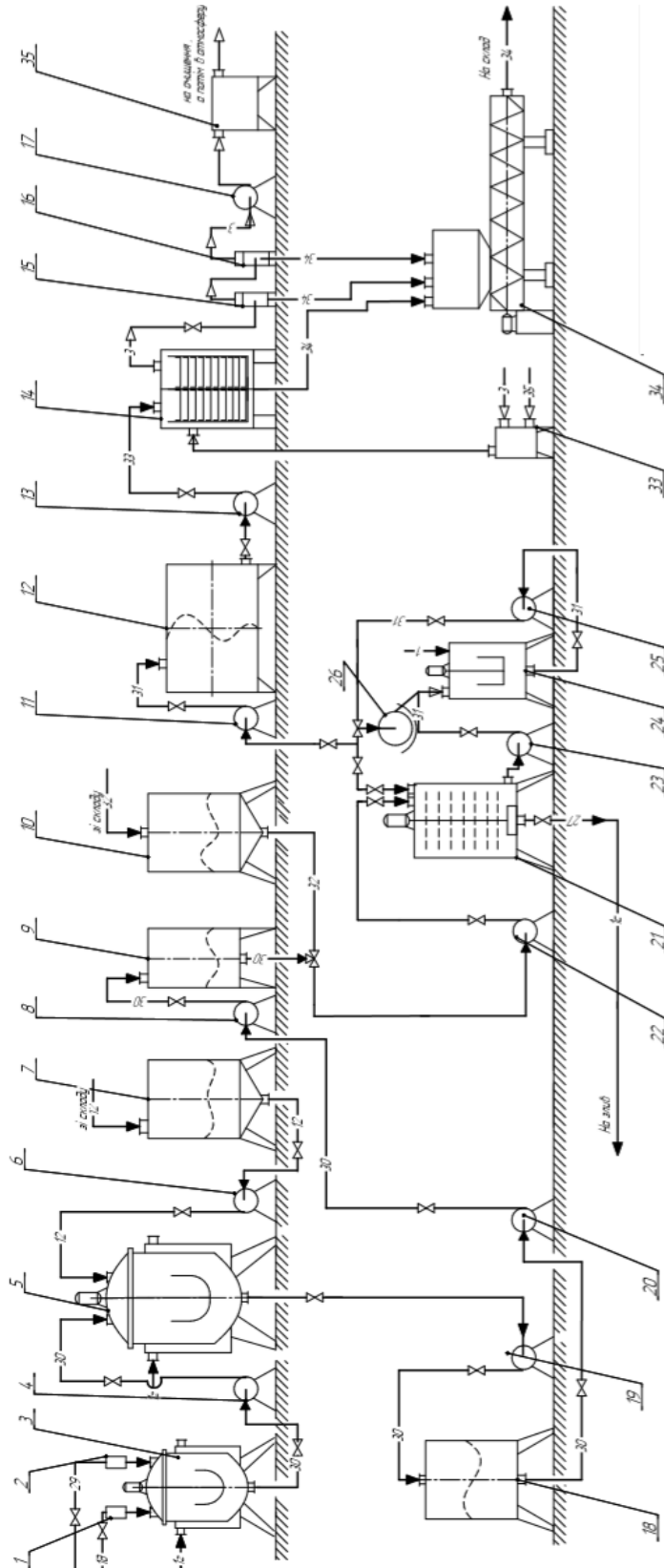


Рис 2.4 апаратурно-технологічна схема виробництва діоксиду силіцію

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

(речовини допоміжні) являє собою світлу маслоподібну рідину або пасту. Колір змочувача варіюється від світло-жовтого до світло-коричневого.

Змочувачі

відносяться до неіоногенні поверхнево-активних речовин (ПАР), котрий підігрітий до температури 70 °С. Далі новоутворену пасту білої сажі з вологістю 30 % зрізають з поверхні барабану дискового фільтру. Зрізана паста надходить у репульпатор 26, в який додатково заливають дистильовану воду чи конденсат. Після чого, з репульпатора суспензія надходить у замкнутий цикл, що дає очищення пасти білої сажі від різних домішок, що розчиняються у воді (напр., хлорид кальцію), проходить 3 рази.

Після проходження циклічного вакуум-фільтру, паста білої сажі надходить у фільтр 12.

Після фільтру отримана суміш подається в сушарку номер 14, розігріту до температури 250 °С, де вона осушується топковими газами, що подаються з калориферу номер 33. Щоб знизити температуру розігрітих до 1100 °С топкових газів, їх охолоджують подачею повітря. Процес осушення дозволяє отримати просушену білу сажу до 6,5 % вологості. Вона збирається у нижній канонічній частині розпилювача сушарки, звідки потім направляється до бункеру готової продукції з позначкою 34.

Розігріте повітря з сушарки надходить у циклон з номером 15-16 і виводиться вентилятором 17 у навколишнє середовище. Дрібні частинки білої сажі, що залишилися у циклонах йдуть у збірник 35.

Слід додати, що на етапі осадження кислотою фізико-хімічні властивості кінцевого продукту, як от наприклад, питома поверхня адсорбції, оптичні властивості чи рівень рН можна підганяти шляхом зміни температури реакції, часу реакції, вмісту чи концентрації реагентів тощо. Після процесу осадження

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

йдуть стадії фільтрування, осушення та подрібнення продукції. Під час етапу фільтрації промиваються водами з'являються солі, що були утворені в ході хімічних реакцій. Отримана суспензія, що має вміст вологості до 30% після етапу фільтрації, проходить процес просушення. Останній етап – подрібнення продукції.

Він потрібен для зменшення розмірів завеликих грудочок готової продукції, щоб продукція відповідала свої класифікації. Етап осушення суспензії може бути проведена будь-яким відомим методом просушування [37]. Перевага надається розпилювальним методом. Для цього можна використовувати будь-який тип розпилювача, форсунку з насадкою, що працює під тиском однієї чи двох рідин. Якщо процес фільтрації відбувається на фільтр-пресах, то зазвичай використовують форсунку з насадкою, а коли фільтрацію проводять за допомогою вакуум-фільтрів, як у нашому випадку, то використовують турбінний розпилювач сушарки.

Процес осушення є найбільш енергозатратним серед усіх процесів у виробництві білої сажі. Звертаючи увагу на цей факт, у цьому дипломному проекті було запропоновано рішення оптимізації процесу осушення білої сажі та математичну модель розпилювача сушарки. Це допоможе звести затрати енергії процесу осушення до мінімуму [22].

Короткі висновки до розділу 2: Удосконалено апаратно технологічну схему, а саме шляхом заміни робочих елементів таких як сушарка, з дискової зробили рамну, що дало змогу пришвидшити процес сушіння, зрівнянню з дисковою в 10 разів, тому що дискова була розрахована на 100 кг, а рамна на 1000 кг.

Зекономлено по загальним підрахункам 3 млн 12 тисяч грн на обладанні при фільтрації та репульпації, а саме зробили закритий цикл, що дав змогу зробити процес не таким затратовмістким та енерговмістким. прикріпленні до стелі техобслуговування їх робочих органів.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

У роботі запропонований методичний підхід по визначенню загального економічний ефекту при виготовленні безводного сульфату натрію. Економічний ефект полягає в забезпеченні галузі обладнанням, що забезпечує більш економічний ефект виробництва та зменшенні шкоди на навколишнє середовище.

Таблиця 3.1

Потреба в сировині та основних матеріалах на 1000 кг для виробництва діоксиду силіцію

Сировина та матеріали	Одиниця виміру	Норми витрат на 1000 кг	Ціна одиниці сировини, грн	Сума, грн/1000 кг
Вода	л	20920	2,20	46024
Силікат Натрія	кг	670	81,60	5467
Соляна кислота	кг	0.4	84	330.6
ОП-10	л	124	58	7200
Хлорид Кальцію	кг	610	27	16470
Всього	кг	22324	-	73194,6

Отже, витрати на сировину та основні матеріали на 1000 кг становлять 73194,6 грн.

Транспортно-заготівельні витрати на сировину та основні матеріали приймаємо в розмірі 5 %, що складають 3659,73 грн/1000 кг. Звідси, всього витрати становлять 76854,87 грн/1000 кг.

					ННІХТ. ХТ-4-16.020.161.ДП.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ніколев С.І.			ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Лім.	Арк.	Архівів
Перевір.		Фесич І.В.					61	84
Консульт.						НУХТ.Каф ТЖХТ		
Н. Контр.		Сабадаш Н.І						
Затверд.		Носенко Т.Т.						

Засіб будемо фасувати у мішки по 50 кг, отже на 1000 кг припадає 20 мішків.

Розрахуємо допоміжні матеріали та тару на виготовлення .

Таблиця 3.2.

Потреба в допоміжних та таропакувальних матеріалах на 1000 кг виробництва діоксиду силіцію

Сировина та матеріали	Одиниця виміру	Норми витрат на 1000 кг	Ціна одиниці сировини, грн	Сума, грн
Мішок №1	шт.	20	24	480
Етикетка	шт.	20	0,27	5.4
Мішок №2	шт.	20	5.5	110
Всього	-	-	-	595,4

Таким чином, витрати на допоміжні матеріали та тару на 1000 кг діоксиду силіцію складають 595,4 грн. Транспортні витрати на ці матеріали приймаємо у розмірі 5%, що становлять 29,446 грн/1000 кг. Загальні витрати – 73759,63 грн/1000 кг.

Витрати енергоресурсів на одиницю продукції розраховують, виходячи з норм витрати на одиницю продукції і вартості 1 кВт/год електроенергії, 1 м³ газу та води.

Таблиця 3.3.

**Вартість витрат енергоресурсів на 1000 кг виробництва діоксиду
силіцію.**

Енергоресурс	Одиниця вимірювання	Норма витрат на 1000 кг продукції	Ціна за одиницю ресурсу, грн	Вартість ресурсу, грн
Газ	м ³	15	7,18	107,7
Електроенергія	кВт	80	17,3	1384
Вода гаряча	м ³	10	98,08	980,08
Вода холодна	м ³	12	11,5	138
Всього	-	-	-	2609,7

Енерговитрати на 1000 кг дорівнюють 2609,7 грн.

$P_{\text{факт}} = 1000 * 0,8 = 800$ кг; $O = 800 * 250 = 200\ 000$ кг

Таблиця 3.4.

**Основна заробітна плата робітників, що працюють за погодинною
системою оплати праці**

Професія	Кількість робітників на зміну	Тарифний розряд	Година тарифна ставка, грн	Тривалість зміни, год	Тарифний фонд заробітної плати, грн
Інженер-технолог	1	IV	38,86	8	113 471,2
Апаратник	1	IV	38,86	8	113 471,2
Укладальник-пакувальник	2	II	28,43	8	166 031,2
Підсобний робітник	1	II	28,43	8	83 015,6
Лаборант	1	IV	38,86	8	113 471,2
Всього	5	-	-	-	589460,4
На 1000 кг продукції	-	-	-	-	168,2

Таким чином, основна заробітна плата робітників за рік складає 589460,4 грн. Витрати по даній статті складуть 168,2 грн/1000 кг.

Таблиця 3.5.

Додаткова заробітна плата та відрахування до ЄСФ

Показник	Відсоток, %	Сума, грн./1000 кг
Додаткова заробітна плата	30 % від ОЗП	50,46
Загальний фонд заробітної плати (ОЗП+ДЗП), грн	-	218,66
Відрахування до ЄСФ	22 % від (ОЗП+ДЗП)	48,10

Додаткова заробітна плата- це винагорода за працю понад установлені норми, за трудові успіхи та винахідливість і за особливі умови праці. Додаткову заробітну плату приймаємо як 30% від основної заробітної плати. ЄСФ приймаємо як 22 % від основної заробітної плати.

Отже, витрати на додаткову заробітну плату становлять 50,46 грн/1000 кг, а сума відрахувань до ЄСФ – 48,10 грн/1000 кг.

Витрати на утримання та обслуговування обладнання приймаємо у розмірі 200 % від основної заробітної плати:

$$168,2 * 2 = 336,4 \text{ грн/1000 кг}$$

Розраховуємо витрати по статті «Витрати пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції». Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 10 % від ОЗП:

$$168,2 * 0,1 = 16,82 \text{ грн/1000 кг}$$

Загальновиробничі витрати приймаємо в розмірі 300 % від ОЗП робітників:

$$168,2 * 3 = 504,6 \text{ грн/1000 кг}$$

Розраховуємо виробничу собівартість виробництва діоксиду силіцію :

$$73194 + 595,4 + 2609 + 108 + 50,46 + 218,66 + 48,10 + 504,6 + 16,82 + 336,4 + 48,10 = 77$$

729 грн/1000 кг

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо суму адміністративних витрат як 2,5 % від виробничої собівартості:

$$77\,729,54 \cdot 0,025 = 1943,23 \text{ грн/1000 кг}$$

Розраховуємо витрати на збут як 3 % від виробничої собівартості:

$$77\,729,54 \cdot 0,03 = 2331 \text{ грн/1000 кг}$$

Інші операційні витрати розраховуємо як 1 % від виробничої собівартості:

$$77\,729,54 \cdot 0,01 = 777,29 \text{ грн/1000 кг}$$

Отже, повні витрати на виробництво становлять:

$$77\,729,4 + 1943,23 + 2331 + 777,29 = 82\,780,92 \text{ грн/1000 кг}$$

Планова калькуляція зубної пасти подана у табл. 3.6.

Таблиця 3.6.

Результати розрахунків по статтям калькуляції діоксиду силіцію

Статті калькуляції	Витрати на 1000 кг, грн	Питома вага витрат
Сировина та основні матеріали	73194	
Допоміжні та таропакувальні матеріали	595,4	
Паливо та енергія на технологічні цілі	2609	
Основна заробітна плата робітників	168,2	
Додаткова заробітна плата	50,46	
Відрахування до ЄСВ	48,10	
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	218,66	
Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції	16,82	
Загальновиробничі витрати	777,29	
Виробнича собівартість	77 677,53	

Продовження табл 3.6

Адміністративні витрати	1943,23	
Витрати на збут	2331	
Інші операційні витрати	777,29	
Повні витрати	82 780,92	100,0

Отже, повні витрати на весь обсяг виробництва складуть:

$$82\,780,92 * 100\,000 = 8\,272\,882\,000 \text{ грн}$$

Таблиця 3.7

Відпускна ціна

Показник	Сума, грн
Повні витрати, грн./1000 кг	82 780,92
Рентабельність, %	41
Прибуток	57946
Відпускна ціна без ПДВ, грн.	140 726
ПДВ 20 %	28 145
Відпускна ціна з ПДВ, грн	168 871

Оскільки 1000 кг – це 20 мішків по 50 кг, то ціна за один мішок становитиме:

$$168\,871 / 20 = 8\,443,55 \text{ грн}$$

Таким чином, діоксид силіцію орієнтована на споживачів середнього ринку, знаходиться в тих межах волотильності на яку було і розраховано. Відповідає всім вимогам та стандартам ринку України на країн СНГ [26].

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

РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Контроль якості кінцевої сировини регулюється стандартом (ГОСТ 9428-73).

Цей стандарт поширюється на оксид кремнію (IV) (сухий кремінну кислоту), що представляє собою білий кристалічний порошок зі зростками кристалів різної форми і розмірів, не розчиняється в азотної, сірчаної та соляної кислоти, розчинний у фтористо-водневої кислоти і в розчинах лугів.

Препарат застосовують в аналітичній хімії для визначення азотної кислоти, фтору і галоїдов, а також у виробництві люмінофорів і в радіотехніці

За фізико-хімічними показниками оксид кремнію (IV) повинен відповідати нормам, зазначеним у таблиці.

Таблиця 4.1

Фізико-хімічними показники оксид кремнію (IV)

Найменування показника	Характеристика і норма
Колір	Білий.
Запах	Відсутній
Смак	Солодкуватий

					ННІХТ. ХТ-4-16.020.161.ДП.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Ніколев С.І					67	84
Перевір.		Фесич І.В.						
Консульт.								
Н. Контр.		Сабадаш Н.І.						
Затверд.		Носенко Т.Т				НУХТ.Каф ТЖХТ		

Продовження табл 4.1

Масова частка нелетких з фтористоводневої кислотою речовин,%, не більше	0.2
Масова частка втрат при прожарюванні,%, не більше	1.5
Масова частка нітратів (ГОСТ 9428-73 Реактиви. Кремній (IV) оксид. Технічні умови (зі Змінами N 1, 2)),%, не більше	0,002
Масова частка сульфатів (ГОСТ 9428-73 Реактиви. Кремній (IV) оксид. Технічні умови (зі Змінами N 1, 2)),%, не більше	0,015
Масова частка хлоридів (Cl),%, не більше	0,001
Масова частка заліза (Fe),%, не більше	0,002
Масова частка металів,%, не більше	0,002

Продовження табл 4.1

Масова частка важких металів (Pb),%, не більше	0,02
Масова частка оксиду кремнію (IV) (SiO ₂)Кремній (IV) оксид. Технічні умови (зі Змінами N 1, 2)),%, не менше	98

Правила приймання

Правила приймання - згідно з ГОСТ 3885-73.

Масову частку сульфатів і важких металів виробник визначає періодично в кожній 20-ї партії.

МЕТОДИ АНАЛІЗУ

Загальні вказівки щодо проведення аналізу - по ГОСТ 27025-86.

Для зважування застосовують лабораторні ваги 2-го класу точності з найбільшою межею зважування 200 г і ціною поділки 0,1 мг і 3-го класу точності з найбільшою межею зважування 500 г або 1 кг з ціною поділки 10 мг або 4-го класу точності з найбільшою межею зважування 200 г і ціною поділки 1 мг.

Допускається застосування імпортової лабораторного посуду і приладів по класу точності і реактивів за якістю не нижче вітчизняних.

Проби відбирають по ГОСТ 3885-73. Маса середньої проби повинна бути не менше 30 мг.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк. 69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення масових часток оксиду кремнію (IV), втрат при прожарюванні і нелетких з фтористо-водневої кислотою речовин

проведення аналізу

Близько 2,0000 г препарату поміщають в платиновий тигель, попередньо прожарений до постійної маси і зважений (результат зважування в грамах записують з точністю до четвертого десяткового знака), прожарюють до постійної маси при 800-900 ° С, охолоджують і зважують.

2) фтористо-водневої кислоти і нагрівають на електричній плитці з азбестом в витяжній шафі до повного випаровування рідини і парів сірчаної кислоти. Потім прокалюють ще 5 хв при 600-700 ° С, охолоджують і зважують. Одночасно в тих же умовах визначають нелеткий залишок в застосовуваних реактивах.

Визначення масової частки нітратів

2,00 г препарату поміщають в конічну колбу місткістю 50 мм води і ставлять мітку. Колбу поміщають на водяну баню і витримують на ній 10-15 хв. Потім вміст колби охолоджують, доводять об'єм водою до мітки і фільтрують через знезолений фільтр "синя стрічка", промитий гарячою водою, в конічну колбу, відкидаючи першу порцію фільтрату. отриманого фільтрату (відповідає 0,5 г препарату) поміщають піпеткою в випарювальну чашку місткістю 25 мл.

Сухий залишок кількісно переносять з гарячої води в конічну колбу, охолоджують і далі визначення проводять методом із застосуванням індигокарміна.

Препарат вважають відповідним вимогам цього стандарту, якщо забарвлення аналізованого розчину, яка спостерігається на тлі молочного скла, що не буде слабкіше забарвлення розчину, приготованого одночасно з аналізованих таким же чином і містить в такому ж обсязі

Визначення масової частки сульфатів

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Візуально-нефелометричним (спосіб 1) або фототурбідиметричним методом.

При цьому 1,00 г препарату поміщають в конічну колбу місткістю 100 додають води.

Технічні умови розчину соляної кислоти, перемішують і ставлять мітку. Вміст колби нагрівають до кипіння і обережно, при частому перемішуванні, кип'ятять 5 хв, потім охолоджують, доводять об'єм водою до мітки і фільтрують через незолений фільтр "синя стрічка", ретельно промитий гарячою водою, в конічну колбу місткістю відкидаючи першу порцію фільтрату.

Отриманого фільтрату (відповідають 0,5 г препарату поміщають циліндром в конічну колбу місткістю додають розчину крохмалю і 3 г розчину хлористого барію, ретельно перемішуючи розчин після додавання кожного реактиву.

Препарат вважають відповідним вимогам цього стандарту, якщо маса сульфатів не перевищуватиме:

для препарату чистий для аналізу - 0,075 мг розчину соляної кислоти розчину крохмалю і розчину хлористого барію.

Визначення масової частки важких металів

Визначення проводять тіоацетамідним методом. Аналіз закінчують фотометрично або візуально. При цьому 0,50 г препарату поміщають в платиновий тигель, змочують 0,5 води, додають 0,1 сірчаної кислоти.

Технічні умови фтористо-водневої кислоти і нагрівають на електричній плитці з азбестом в витяжній шафі до повного випаровування рідини і парів сірчаної кислоти. Потім прожарюють ще 5 хв при 500 ° С і охолоджують.

Залишок розчиняють при нагріванні на водяній бані в розчину соляної кислоти з масовою часткою 25%, накривши тигель годинниковим склом; розчин переносять в мірну колбу місткістю 25мл.

Технічні умови розчину 4-водного винно-кислого калію-натрію,

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

перемішують, нейтралізують розчином гідроксиду натрію до рН 7 за універсальним індикаторним папером (проба на винос), додають надлишку розчину гідроксиду натрію, розчину тіоацетаміда, доводять об'єм розчину водою до мітки, перемішують і через 10 хв фотометрируют.

Препарат вважають відповідним вимогам цього стандарту, якщо маса важких металів не перевищуватиме:

для препарату чистий для аналізу - 0,015 мг. [27].

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Охорона навколишнього середовища

В даний час близько 60 тисяч хімічних речовин знаходять застосування в діяльності людини. Серед інгредієнтів забруднення повітряного середовища (шкідливі речовини) – тисячі хімічних сполук у вигляді аерозолів (твердих, рідких) чи газоподібному вигляді. Шкідливими називаються речовини, що при контакті з організмом можуть викликати захворювання чи відхилення від нормального стану здоров'я, що виявляються сучасними методами як у процесі контакту з ними, так і у віддалений термін, в тому числі і в наступних поколіннях.

Відходи виробництва

Відходи на підприємстві видаляються своєчасно із застосуванням спеціальних засобів. Виробництво визначає різні види відходів (від процесу виробництва та з лабораторії контролю якості), які можуть впливати на якість продукції.

Заходи безпеки: Хлористий кальцій швидко поглинає вологу, при систематичному впливі дратує і осушує шкіру, особливо дратівливо діє на слизові оболонки верхніх дихальних шляхів і очей.

Потік відходів не впливає на виробництво, та на виконану кількість продукції в лабораторії. Приймаються відповідні міри підприємства при зборі, транспортуванні, зберіганню та видаленню відходів.

Ємності з відходами повинні правильно кваліфікуватись у відношенні інформації про склад чи про вміст певних речовин, які знаходяться в даному обладнанні.

					<i>ННІХТ. ХТ-4-16.020.161.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Ніколів С.І			ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Фесич І.В.					73	84
<i>Консульт.</i>						<i>НУХТ. Каф ТЖХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		Сабадаш Н.І						
<i>Затверд.</i>		Носенко Т.Т						

Видалення відходів виконується згідно способу, який підходить при відповідному контролі.

Освітлення

Відповідне освітлення, яке достатньо освітлює приміщення і підходить для всіх операцій, повинно бути забезпечене в усіх приміщеннях.

Освітлювальні прилади повинні бути встановлені таким чином, щоб була забезпечена локалізація всіх уламки при можливій аварії. Крім того, повинні бути прийняті заходи для захисту продукції.

Вентиляція

Вентиляція повинна бути достатньою для виконання виробничих операцій. Крім того, повинні бути прийняті спеціальні заходи для захисту продукції.

Обладнання

Обладнання повинно відповідати його призначенню, конструкції обладнання. Воно повинно забезпечувати можливість його очистки, санітарної обробки, при необхідності і технічного обслуговування. Ця можливість застосовується до всього обладнання, на яке розповсюджується потреба в даному стандарті. В них повинен враховуватись вказані в постійному стандарті.

Конструкція даного обладнання повинна протидіяти забрудненій продукції.

Ємності призначені для не розфасованої продукції, повинні бути захищені від забруднення, які знаходяться в повітрі, такі як пил та волога.

Трубопроводи

Трубопроводи та вихід для повітря повинні бути встановлені таким чином, щоб каплі чи конденсат не забруднювали матеріали, продукцію, поверхності та обладнання.

					ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відкриті трубопроводи не повинні з'єднуватись зі стінами, їх варто прикладати чи укріпляти на кронштейнах на достатній відстані для можливості очистки.

Повинні бути прийняті спеціальні міри для захисту продукції.

Приміщення

Приміщення варто розташовувати, проектувати, будувати, і використовувати таким чином, щоб:

- гарантувати захист продукції;
- забезпечувати ефективну очистку і при необхідності санітарну обробку і технічне обслуговування;
- мінімізувати ризик переплутування рекомендації продукції, сировини, і пакувальних матеріалів.

Установка обладнання

Конструкція та монтаж обладнання повинні забезпечувати вільний стік при очистці та санітарній обробці.

Обладнання повинно бути встановлено таким чином, щоб рух матеріалів, частин які рухаються та рух персонала не створювало ризику для якості продукції[29].

5.2. Охорона праці

Перед початком роботи на підприємстві повинні дотримуватись таких вимог щодо безпеки:

- перевірити стан спецодягу та одягти його, застібнути всі гудзики, заправити його так, щоб не було звисаючих кінців. Волосся заправити під головний убір.
- Отримати завдання від керівника робіт.
- Ввімкнути вентиляцію за 10-15 хв. до початку роботи.

-Перевірити справність приладів, обладнання; наявність необхідних матеріалів та реактивів.

- При необхідності ввімкнути вентиляцію у витяжній шафі.

-При виявленні несправностей обладнання та засобів захисту, сповістити керівника робіт та не приступати до роботи до усунення виявлених несправностей.

-Приготувати розчини для нейтралізації — окремо для кислот і для лугів — на випадок їх проливання.

Засоби для нейтралізації:

- проти кислот — вапно або сода;

- проти лугів — слабкий розчин оцтової кислоти.

-Приготувати тару для зливання відпрацьованих кислот і лугів.

Пожежна безпека

-Територію підприємства, приміщень цехів та адміністративних приміщень належить постійно утримувати в чистоті, систематично очищати від горючих відходів (паперу, гофротари та інше) і по мірі накопичення виносити з приміщень та складати у визначеному наказом по підприємству місці з подальшою утилізацією.

На вхідних дверях до приміщень, будівель зовні розмістити таблички з позначенням категорії, класу пожежної зони.

-На території підприємства та в приміщеннях цехів відповідно до наказу «Про заходи для забезпечення протипожежної безпеки» паління забороняється.

Для цього за територією підприємства спеціально обладнано місце, позначено знаком та написом.

-Горючі матеріали слід зберігати на відстані не менше 1 м від електрощитів, електрозборок і електрокабелів; 0,5 м від електросвітільників; 0,6

					ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

м від сповіщувачів автоматичної пожежної сигналізації; 0,15 м від приладів центрального водяного опалення.

-Не дозволяється використовувати горища, технічні поверхи будівель (у тому числі під виробничі дільниці, для зберігання продукції, устаткування, меблів.

-Двері горищ, технічних поверхів, вентиляційних камер, електрощитових, підвалів повинні бути зачиненими. На дверях слід указувати місця зберігання ключів.

-Вікна горищ, технічних поверхів і підвалів повинні бути заklenі.

-У разі потреби встановлення на вікнах приміщень, де перебувають люди, ґратів, повинні зніматися. Під час знаходження в цих приміщеннях людей ґрати мають бути відчинені.

-Отвори в протипожежних стінах, перегородках і перекриттях повинні бути обладнані захисними пристроями від поширення вогню та продуктів горіння.

-Пошкодження вогнезахисних покриттів, будівельних конструкцій, горючих і теплоізоляційних матеріалів, повітроводів, металевих опор та перегородок повинні негайно усуватись.

У приміщеннях цехів не допускається:

- влаштовувати тимчасові електромережі, прокладати електричний провід безпосередньо по горючій основі, експлуатувати світильники зі знятими ковпаками (розсіювачами);

- захаращувати підступи до засобів пожежогасіння;

- вмикати електронагрівальні побутові прилади (чайники, електроплити, тощо) без негорючих підставок та в місцях, де їх використання заборонено.

- використання первинних засобів пожежогасіння не за призначенням;

					ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- улаштовувати на шляхах евакуації пороги, виступи, та інші пристрої, які перешкоджають вільній евакуації людей;

- захаращувати шляхи евакуації (коридори, проходи, сходові марші і площадки, тощо) меблями, обладнанням, різними будівельними матеріалами, навіть якщо вони не зменшують нормативи ширини;

- застосовувати на шляхах евакуації горючі матеріали для облицювання стін

- розташовувати в тамбурах виходів гардероби, вішалки для одягу, сушарні, пристосовувати їх для зберігання, у тому числі тимчасового, будь-яких приладів та матеріалу;

- загороджувати меблями, устаткуванням та іншими предметами двері, переходи в суміжні секції та виходи; - влаштовувати на шляхах виходу пороги, виступи, турнікети, розсувні та підйомні двері, інші пристрої, які перешкоджають вільній евакуації людей, уникати слизької підлоги.

У приміщеннях цехів забороняється:

-відігрівати труби паяльними лампами та іншими засобами із застосуванням відкритого вогню;

-відходити з робочого місця і залишати без догляду запалені пальники і інші нагрівальні прилади;

- зливати в каналізацію вогненебезпечні рідини, а також брудну воду, що містять легкозаймисті і горючі рідини;

-вішати і розкладати для просушування одяг та інші речі на радіаторах, котлах, нагрітих частинах технологічного обладнання.

-використовувати для обігрівання приміщень саморобні нагрівальні електроприлади із відкритими електронагрівальними елементами. Дозволяється для обігрівання невеликих приміщень використовувати масляні радіатори і електропанелі заводського виготовлення із закритими нагрівальними

елементами, радіатори і електропанелі повинні мати справний індивідуальний електрозахист і терморегулятор [28].

					ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що сировиною для промислового виробництва діоксиду силіцію , а саме преципітату є кремній.

2. Розраховано матеріальний баланс виробництва SiO₂. Для одержання 1000 кг діоксиду силіцію з вологістю 6,5% потрібно 27240,8 кг розчину силікату натрію з масовою часткою силікату натрію 6,7% та 33240 кг 5% розчину кальцій хлориду.

3. Удосконалено апаратурно-технологічну схему, шляхом заміни дискової сушарки, на рамну, що дало змогу пришвидшити процес сушіння, зрівнянню з дисковою в 10 разів. Отримані результати показали доцільність запропонованої технології. Продуктивність цеху по отриманню готового продукту складає 1000 кг/добу.

4. Проведено технологічний розрахунок основних технічних характеристик рамної мішалки та обрано обладнання, яке відповідає об'ємам описаного виробництва, а саме 12м³ кг.

Габаритні розміри рамної мішалки: висота, мм-4705 довжина, мм-240
ширина, мм-2600

5. Проведено економічний розрахунок встановлено , що виробництво діоксиду силіцію є рентабельним на 41% з усіма витратами та податками.

6. Запропоновано заходи по контролю якості готової продукції.

7. Запропоновано заходи з техніки безпеки.

8. Наведено заходи для вирішення екологічних питань з охорони навколишнього середовища та екологічні стандарти безпеки.

					<i>ННІХТ. ХТ-4-16.020.161.ДП.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ВИСНОВКИ		
<i>Розроб.</i>		Ніколів С.І					
<i>Перевір.</i>		Фесич І.В.					
<i>Консульт.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		Сабадаш Н.І					
<i>Затверд.</i>		Носенко Т.Т			<i>НУХТ.Каф ТЖХТ</i>		
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						80	86

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зефиоров, Н. С. Менеджеры / И. Л. Кнунянц //БСВ: в 5 т. / редкол.: И. Л. Кнунянц (гл. ред.). – [3-е изд.]. – М. : Сов. энцикл., 1988 – 1990. – Т. 14. – 1989. – С. 671.
2. Получение наночастиц MgO / П.П. Федоров, Е.А. Ткаченко, С.В. Кузнецов, В.В. Воронов, С.В. Лаврищев и др. // Научный центр технологий Института общей физики. – 2006. – Т.43, № 5. – С. 574–576.
3. Некрасов, Б.В. Основы общей химии : моногр. / Б.В Некрасов. – М.: Химия, 1996. – 267 с.
4. Rao, C.N. Thermal Effects in Magnesium and Calcium Oxides / C.N. Rao, K.S. Pitzer // J. Phys. Chem. – 1960 – V. 64. № 2. – P. 282–283.
5. Лурье, Ю.Ю. Справочник по аналитической химии : учеб.пос. / Ю.Ю. Лурье – 1-е изд. пер. и допол. – М. : Химия, 1979. – 542 с.
6. Кондратюк, Н. П., Химическая наука и промышленность : учеб.пос. / Н. П. Кондратюк, Ю. А. Клячко. – М. : 1956. – 267 с.
7. Регистр лекарственных средств России. Энциклопедия лекарств: учеб. пос. / по ред. Г.Л. Вышковского. – М. : РЛС, 2007. – 1456 с.
8. Borella P.U. Magnesium supplementation in adults with marginal deficiency / P.U. Borella, G.F. Bargellini, G.A. Ambrosini // Magnesium-Bulletin. – 1994 -- V. 16. №3. – P. 14 – 16.
9. Абашидзе, И.В. Менеджеры / И.В. Абашидзе // БСЭ: в 5 т. / редкол. : А.М. Прохоров (гл. ред.). – [3-е изд.]. М. : Советская энциклопедия, 1988 – 1990. Т.2. – 1999. – С. 35
10. Спиро, Н. С. Химическая промышленность : учеб.пос. / Н. С. Спиро – 2-е изд. пер. и допол. – М. : Химия, 1948. – 137 с.

					<i>ННІХТ. ХТ-4-16.020.161.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Ніколів С.І.					82	84
<i>Перевір.</i>		Фесич І.В.				<i>НУХТ.Каф ТЖХТ</i>		
<i>Консулт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		Сабадаш Н.І.						
<i>Затверд.</i>		Носенко Т.Т.						

11. Черных, Т.Н. Свойства магнезиального вяжущего из бруситовой породы и их взаимосвязь с размерами кристаллов периклаза / Т.Н. Черных, Л.Я. Крамар, Б.Я. Трофимов // Журнал строительных материалов. – 2006. – Т. 15, №1. – С. 52 – 54.
12. Хорошавин, Л. В Магнезиальные огнеупоры : учеб. пособ . / Л. В. Хорошавин, В.А. Перепелицын, В.А. Кононов. – М.: АСТ, 2001. – 576 с.
13. Технология переработки природных солей и рассолов: учеб.пос. / И. Пуха, В. Тархова, Е. Грязина, Н. Седнева. – М. : Химия,1964. – 104с.
14. Минаев, А.Н. Термическая технология высокоминерализованных вод: учеб.пос. / А.Н. Минаев, В.И. Кашинский, Л.Б. Лысенко. – М.: МЭИ, 2002. – 153 с.
15. Чернов, Б.Б. Кинетика образования минеральных осадков из морской воды на катодно поляризуемой металлической поверхности / Б.Б. Чернов, Т.Б. Пустовских // Журнал «Защита металлов». – 1989. – Т. 25, № 3. – С. 506-512.
16. Мала гірнича енциклопедія : навч. посіб. / за ред. В. С. Білецького. – Д. : Східний видавничий дім, 2004. – 2013 с.
17. Подобедов, Н. С. Общая физическая география и геоморфология: учеб. пособ. / Н. С. Подобедов – 2-е вид. – М. : Недра, 1974. – 312 с.
18. Хільчевський, В.К. Основи океанології: підручник. / В.К. Хільчевський, С.С. Дубняк. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2008. – 255 с.
19. Деркач, Ф.А. Хімія: навч. посіб. / Ф.А. Деркач. – 1-е вид. – Львів : Львівський університет, 1968. – 312 с.
20. Ash M.C. Pharmaceutical Additives : handbook / M.C. Ash, I.R. Ash. – NY : Chemical and Process Design Handbook, 2007. – 652 p.
21. Производство оксида магния, гидроксида магния, хлорида магния : ИТС 21-2016. – [Введенный от 2017-07-01]. – М. : Госстандарт Российской Федерации, 2016. – 55с. (Национальный стандарт Российской Федерации).

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

22. Сердюков, О.Е. О некоторых нерешенных проблемах в области производства и применения активного оксида и гидроксида магния / О. Е. Сердюков, В. П. Шапорев, А. Ф. Маккі, Д. І. Нечипоренко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2008. – № 6. – С. 31–39.
23. Hui, X.U. Preparation and properties of superfine Mg(OH)₂ flame retardant : monograph / X.U. Hui, D.E. Xin-rong. – L. : Nonferrous Metals Society of China, 2006.– 488–492 p.
24. Чалый, В.П. Гидроокиси металов / В. П. Чалый // Журнал «Наукова думка». – 1972. – Т. 32, № 4. – С. 155–160.
25. Миронюк І. Ф. Будова та морфологічні особливості частинок гідроксиду силіцію одержаного методом осадження : монографія / І. Ф. Миронюк, В. Л. Челядин, В. О. Коцюбинський, І. Ю. Костів, У. Я. Джура. – К. : ФХТТ, 2008. – 555с.
26. Хузиахметов, А.К. Получение высокодисперсного оксида магния / А.К. Хузиахметов , С.М. Хуснудрих, А.В. Сафалин // Технологии получения минеральных солей : материалы доповідей всес. конф. , 12- 15 июля. – Казань : ХТНВ, 1991. – С. 75-76.
27. Волошин, М.Д Устаткування галузі та основи проектування: підручник / М.Д. Волошин, А.Б. Шестозуб, В.М.Гуляєв. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2004. – 371 с.
28. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості : навчальний посібник / В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, А.І. Українець, М.М. Пушанко, В.М. Гуцалюк, В.Л. Яровий, та ін. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 288 с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		