

**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 ННІХТ
Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

«__» червня 2023 р.

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

«__» червня 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Хімічна технологія
на тему: Удосконалення технології отримання колоїдного кремнезему

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

МИШКО Дарина Сергіївна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Керівник БІЛА Галина Миколаївна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

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

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

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

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

Здобувач(ка) _____
(підпис)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут 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

Тамара НОСЕНКО

“ ” 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Мишко Дарина Сергіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології отримання колоїдного кремнезему з рисового лушпиння

керівник роботи Біла Галина Миколаївна, к.х.н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “28” 03 2023 року № 196 -КС

2. Строк подання здобувачем роботи 05.06.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи продуктивність 2500 кг рисового лушпиння

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, аналітичний огляд науково-технічної літератури, технологічна частина, техніко-економічне обґрунтування, організація контролю якості продукції, екологічна безпека, 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 Загальний вид апарату, 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	15.05.2023	09.06.2023

7. Дата видачі завдання _____ 15 травня 2023 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	15.05.2023	
2	РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	15.05.2023-19.05.2023	
3	РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	18.05.2023-23.05.2022	
4	РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	24.05.2023-28.05.2023	
5	РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	29.05.2023-30.05.2023	
6	РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	31.05.2023-01.06.2023	
7	РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	02.06.2023-04.06.2023	
8	ВИСНОВКИ	04.06.2023-05.06.2023	
9	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	15.05.2023-05.06.2023	
10	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	15.05.2023-30.05.2023	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	18.05.2023-31.05.2023	
12	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	05.06.2023-16.06.2023	

Здобувач _____ Дарина МИШКО
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____ Галина БІЛА
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА: 86 С., 14 РИС., 14 ТАБЛ., 43 ДЖЕРЕЛА.

Темою кваліфікаційної роботи бакалавра є удосконалення технології отримання колоїдного кремнезему.

Обґрунтовано вибір технології отримання колоїдного кремнезему, та розглянуто шляхи її удосконалення.

У процесі виконання роботи було описано фізико-хімічні властивості колоїдного кремнезему, а також розглянуто сфери його застосування.

Запропоновано принципову технологічну схему отримання колоїдного кремнезему.

Розраховано матеріальний баланс для отримання 570 кг/год. колоїдного кремнезему із 2500 кг рисового лушпиння.

Проведено підбір основного технологічного обладнання за всіма стадіями технологічного процесу.

Виконано розрахунок та креслення кульового млина. На основі розрахованого матеріального балансу та здійсненого підбору обладнання запропоновано апаратурно-технологічну схему отримання колоїдного кремнезему.

Розраховано техніко-економічну ефективність технології виробництва колоїдного кремнезему.

Запропоновано заходи з організації контролю якості колоїдного кремнезему, а також заходи з охорони праці на виробництві. Обґрунтовано екологічну безпеку даної технології.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КОЛОДНИЙ КРЕМНЕЗЕМ, МЕЗОПОРИСТИЙ ДІОКСИД КРЕМНІЮ, НАНОЧАСТИНКИ КОЛОЇДНОГО КРЕМНЕЗЕМУ, АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, ОТРИМАННЯ КОЛОЇДНОГО КРЕМНЕЗЕМУ

ABSTRACT

EXPLANATORY NOTE: 86 PAGES, 14 PICTURES, 14 TABLES, 43 SOURCES.

The topic of the bachelor's qualification work is the improvement of the technology for obtaining colloidal silica.

The choice of the technology for obtaining colloidal silica is substantiated, and in fact the ways of its improvement.

The physical and chemical properties of colloidal silica, as well as the scope of its application, were described in the performance of the work process.

A basic technological scheme for obtaining colloidal silica is proposed.

The material balance is calculated to obtain 570 kg/h. of colloidal silica from 2500 kg of rice husk.

Selection of the main technological equipment for all stages of the technological process was carried out.

The calculation and drawing of the ball mill has been completed. On the basis of the calculated material balance and the selected equipment, an equipment and technological scheme for obtaining colloidal silica is proposed.

The technical and economic efficiency of the colloidal silica production technology is calculated.

Measures for the organization of quality control of colloidal silica, as well as measures for labor protection in production, are proposed. Environmental safety of this technology is considered.

KEY WORDS: COLLOID SILICA, MESOPOROUS SILICON DIOXIDE, NANOPARTICLES OF COLLOID SILICA, APPARATUS AND TECHNOLOGICAL SCHEME, PREPARATION OF COLLOID SILICA.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ I АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1 Типи модифікації та фізико-хімічні властивості колоїдного кремнезему.....	10
1.2 Економічність та вплив на навколишнє середовище.....	12
1.3 Галузі застосування колоїдного кремнезему.....	13
1.4 Стан сировинної бази для отримання колоїдного кремнезему.....	17
1.5 Аналіз існуючих технологій виробництва колоїдного кремнезему	18
1.6 Шляхи удосконалення технології отримання колоїдного кремнезему.....	25
РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	27
2.1 Характеристика вхідної сировини.....	27
2.2 Параметри процесу отримання колоїдного кремнезему.....	28
2.3 Опис технології отримання колоїдного кремнезему.....	29
2.4 Принципова технологічна схема отримання колоїдного кремнезему.....	31
2.5 Матеріальний баланс.....	34
2.5 Підбір та розрахунок основного обладнання	36
2.6 Апаратурно-технологічна схема тримання колоїдного кремнезему.....	47
РОЗДІЛ III ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	50
РОЗДІЛ IV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ.....	63
РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	76
ВИСНОВКИ.....	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	81

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.006.КР.ПЗ</i>				
<i>мн.Зм</i>	<i>к.Арк.</i>	<i>докум.№</i>	<i>докум.</i>	<i>писПідпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>б.</i>		<i>Мишко Д.С.</i>				<i>в</i>			
<i>вір.</i>		<i>Біла Г.М.</i>							
<i>Контр.. Н.</i>		<i>Подобій О.В.</i>				ЗМІСТ			
<i>верд.</i>		<i>Т.Т.Носенко</i>				НУХТ Каф. ТЖХТ			

ВСТУП

Колоїдний кремнезем (аморфний діоксид кремнію) знаходить все більше застосування у різних галузях промисловості.

Використовується діоксид кремнію у виробництві будівельних матеріалів, скла, кераміки, у виробництві сонячних батарей, термоізоляційних та звукоізоляційних матеріалів, каталізаторів [1-4].

У харчовій промисловості відомий як харчова добавка, яку додають у такі продукти: сіль, цукор, борошно, вершки, сухе молоко, яєчний порошок, снеки, кондитерські вироби [5-7].

Його широко використовують у косметології при виробництві зубних паст, кремів, у сухих шампунях для збільшення і стійкості об'єму. Особливе місце у застосуванні діоксиду кремнію відводиться косметичним засобам по догляду за жирною шкірою, де він проявляє хороший матуючий ефект.

У медицині використовують його як наповнювач для ліків та як транспортуючий елемент лікарської форми [8-13].

Зазвичай для отримання мезопористого діоксиду кремнію, як вихідну сировину використовують кварц, чи природні силікати, які супроводжуються великими втратами на добування, підготовку, очищення сировини від домішок. При такій технології процеси є багатостадійними, також для цього потрібне складне обладнання, великі затрати енергії; таке виробництво забруднює навколишнє середовище, і головне, якість продукту досить не задовільна [4].

У наш час особливо приділяється увага діоксиду кремнію органічного походження, утвореного з рослинної сировини, так його можна просто отримати в аморфній формі у вигляді наночастинок, які потім можна використовувати як наповнювач, транспортуючий елемент лікарської форми [12-13].

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.007.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.З</i>	<i>Арк.Ар</i>	<i>№ докум.№</i>	<i>ПідписПід</i>	<i>Дата</i>	ВСТУП	<i>Літ.Літ.</i>	<i>Арк.Арк.</i>	<i>АркушівАркуші</i>
<i>Розроб.Розро</i>	<i>Мишко Д.С.</i>						76	
<i>Перевір.Пере</i>	<i>Біла Г.М.</i>							
<i>Н. Контр.Н.</i>	<i>Подобій О. В.</i>					<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Затверд.Зат</i>	<i>Носенко</i>							

Відомо, що рис є основним джерелом їжі для половини світового населення, а захисні лушпиння, що знаходяться навколо кожного зерна становить 20% від його ваги. Тому на даний час у промисловості набувають великого значення багатотонажні відходи рисопереробних виробництв. Це є великою проблемою утилізації відходів рисового виробництва, а саме, рисового лушпинн. Раніше його викидали у навколишнє середовище, що призводило до його забруднення та в подальшому стало одним із питань сучасної екології.

Тому для вирішення проблеми утилізації рисового лушпиння, авторами [2,4] запропоновано використання рисового лушпиння, як сировини, для отримання діоксиду кремнію. Нами пропонується удосконалити технологію отримання колоїдного кремнезему з рисового лушпиння шляхом одержання нанопористого діоксиду кремнію.

Таким чином пошук та дослідження технології отримання колоїдного кремнезему з рисового лушпиння є **актуальним** в умовах сучасного погіршеного екологічно стану довкілля.

Мета роботи: проаналізувати наукову-технічну літературу щодо технологій отримання колоїдного кремнезему, вивчити методи його отримання, сфери застосування.

Об'єкт дослідження: технологія отримання колоїдного кремнезему з рисового лушпиння.

Предмет дослідження: колоїдний кремнезем.

Завдання на курсовий проект: аналіз науково-технічної літератури та пошук удосконалення технології отримання колоїдного кремнезему, також проаналізувати склад, характеристику сировини для одержання діоксиду кремнію. Ознайомитись та запропонувати методи контролю якості сировини. Складання та опис принципово-технологічної схеми виробництва колоїдного кремнезему. Розрахунок матеріального і теплового балансів. Дослідити питання екології, охорони праці виробництва колоїдного кремнезему.

					ВСТУП	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Апробація. Мишко Д. С., Біла Г. М., Антрапцева Н.М. Інновації у технології отримання силійцій(IV) оксиду з рисового лушпиння // Стан і перспективи розвитку хімічної, харчової та парфумернокосметичної галузей промисловості: Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Хмельницький, ХНТУ, 2023. – 137 с. – С. 46-47.

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

РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. 1.1 Типи, модифікації та фізико-хімічні властивості колоїдного кремнезему

Колоїдний кремнезем (діоксид кремнію, силіцій (IV) оксид, SiO_2) – це безбарвна кристалічна речовина, яка має високу міцність і твердість.

Колоїдний кремнезем плавиться при 1713 °С, кипить при 2590 °С, густина – 2,6-2,9 г/см³ Кремнезем – є найпоширенішою речовиною на Землі.

Різновидами кремнезему є кварц, креміль, агат, яшма. Кварц входить до складу граніту та гнейсу. Звичайний пісок являє собою дрібні зерна кварцу [1, 2, 7].

За своєю хімічною природою колоїдний кремнезем реагує з багатьма оксидами металів при високій температурі, утворюючи силікати. Зустрічається також в аморфному та кристалічному стані.

Кристалічний діоксин кремнію має більше десяти поліморфних модифікацій. Широко розповсюджений у природі у вигляді прозорих безбарвних чи пофарбованих монокристалів (аметист, гірський кришталь, димчастий кварц, тридиміт, кварцит, рожевий кварц, агат, яшма, сердолік, креміль, халцедон) та у формі уламкових порід (морський пісок, гравій, галька, піщаник, конгломерат).

Найбільш поширена кристалічна модифікація кремнезему – кварц, являє собою головну складову частину звичайного піску.

Проте у деяких природних та лабораторних умовах утворюються й інші різновиди кремнезему.

Модифікації можна поділити на такі класи:

1. Безводний кристалічний кремнезем SiO

					<i>ННХТ.ХТ-4-13.023.161.0010.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Мишко Д.С.</i>			АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Біла Г.М.</i>					10	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О. В.</i>				<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

2. Гідратований кристалічний кремнезем $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.
3. Безводний аморфний кремнезем, що має мікропористу анізотропну будову. До цього класу відноситься волокнистий, або пластинчастий кремнезем.
4. Безводний і кремнезем, що містить воду, що поділяється за колоїдними ознаками і має мікропористу ізотропну будову. Сюди відносяться золі, гелі та тонкодисперсні порошки.
5. Масивне аморфне кварцове скло. Безпосереднє відношення до змісту пампографії мають модифікації кремнезему, що характеризуються розвиненою зовнішньою і внутрішньою поверхнею (класи 2, 3, 4) [1].

У загальному аморфний кремнезем може бути поділений на три типи:

1. Кварцове скло, виготовлене плавленням кварцу.
2. Кремнезем М-аморфний кремнезем, що отримується при опроміненні швидкими нейтронами аморфних або кристалічних різновидів кремнезему. При цьому щільність вихідного аморфного кремнезему підвищується, а кристалічного – знижується. Кремнезем М термічно нестабільний і переходить у кварц при витримуванні 930°C протягом 16 год. Його густина становить 2,26 порівняно зі значенням 2,20 для кварцового скла або для мікроаморфних різновидів кремнезему. Фактично кремнезем М, отриманий з деяких кристалічних форм, може розрізнятися не дуже істотно [1].
3. Мікроаморфний кремнезем, що включає золі, гелі, порошки і пористе скло, складається в основному з первинних частинок розміром менше одного мікрона. Існує думка, що насправді аморфний кремнезем не є аморфним, а складається з упорядкованих мікрообластей або кристалів надзвичайно малих розмірів, які при ретельному розслідуванні методом дифракції рентгенівських променів виявляють, мабуть, структуру кристобаліту. Проте при дослідженні звичайними методами дифракції для такого матеріалу виходить на відміну від макроскопічних кристалів тільки

4. широка смуга за відсутності мультиплетних піків. Тому в даній монографії [] подібний кремнезем називатиметься «аморфним».

5. У природних умовах мікроаморфні типи кремнезена утворюються або в процесі конденсації з парової фази, викинутої при вулканічних виверженнях, або осаджені з пересичених розчинів кремнезему в природних водах і живих організмах. За виключенням кремнезему, що осаджується в рослинах, мікроаморфний кремнезем природного походження є, зазвичай, значно забрудненішим і потребує додаткового вивчення його розчинності [1].

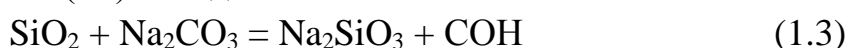
З хімічної точки зору, кремнезем є надзвичайно стійка речовина. Розчиняти діоксид кремнію може тільки фторидна кислота, яка при взаємодії утворює тетрафторид кремнію або кремнійфтористоводневу кислоту [1-2].



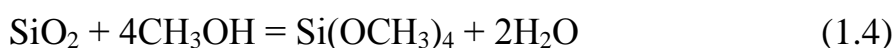
У воді діоксид кремнію практично не розчиняється. При взаємодії з лугами, будучи ангідридом кремнієвої кислоти, діоксид кремнію легко переходить у силікат натрію:



Аналогічно він реагує при взаємодії з карбонатами лужних металів, виділяючи при цьому карбон(IV) оксид



Аморфний кремнезем повільно розчиняється у водних розчинах лугів, при цьому утворюються розчинні у воді силікати лужних металів. У незначній мірі діоксид кремнію розчиняється з метанолом при підвищеній температурі та високому тиску, у присутності натрій метилату:



1.2 Економічність та вплив на навколишнє середовище

Колоїдний кремнезем, який можна отримувати з рисового лушпиння, є важливим сировинним матеріалом для різних промислових галузей.

Одним із сировинних ресурсів для отримання кремнезему є рисове лушпиння, тобто відходи, які утворюються під час обробки рису.

Перехід до виробництва колоїдного кремнезему з рисового лушпиння має кілька економічних переваг.

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

Одна з них – це низька вартість сировини. Рисове лушпиння є відходами сільськогосподарського виробництва, промислових виробництв, його великі обсяги створюють проблему з утилізацією. Використання рисового лушпиння для отримання кремнезему дозволяє перетворити ці відходи на цінний сировинний матеріал.

Порівняно з традиційними джерелами кремнезему, такими як кварцити або кремній, рисове лушпиння є значно доступнішим і дешевшим джерелом сировини.

Другою перевагою є зниження витрат на енергію. Процес отримання колоїдного кремнезему з рисового лушпиння може бути ефективнішим з енергетичної точки зору порівняно з традиційними методами виробництва кремнезему.

Рисове лушпиння містить велику кількість органічних речовин, які можуть бути використані як джерело енергії під час процесу виробництва. Застосування відновлювальних джерел енергії може значно знизити витрати на електроенергію.

Окрім економічних переваг, виробництво кремнезему з рисового лушпиння має позитивний вплив на навколишнє середовище. Виробництво колоїдного кремнезему з рисового лушпиння знижує викиди парникових газів.

1.3 Галузі застосування колоїдного кремнезему

Діоксид кремнію застосовується у багатьох галузях промисловості таких як: харчова, парфумерно-косметична, фармацевтична, при лікуванні онкологічних захворювань, керамічна, радіоелектроніка, гумова, лакофарбова, авіабудування, кольорових металів [1-4].

Застосування у медицині та фармації

Аморфний діоксид кремнію безводний, належить до групи синтетичних активних високодисперсних мінеральних наповнювачів. У фармації його використовують як допоміжну речовину, стабілізатора, адсорбент, гелеутворювач, поліпшує структурно-механічні властивості таблетоканих,

мазевих, гелевих та інших сумішей; іноді як компонент з бактерицидними властивостями [7].

У фармації діоксид кремнезему часто є присутнім у складі багатьох препаратів, зокрема у препараті «Еспумізан».

Для медичних цілей використовують нанокремнезем з величиною питомої поверхні 300 м²/г, який складається з частинок сферичної форми діаметром 9-10 нм. На поверхні наночастинок знаходяться поодинокі ізольовані гідроксильні групи (вільні силанольні групи), гідроксильні групи , які зв'язані взаємним водневим зв'язком, а також сорбована вода. З хімічної точки зору, наночастинок дисперсного кремнезему А-300 можна охарактеризувати як тривимірні жорсткі макромолекули полікремнієвої кислоти з молекулярною масою 530 000 та ступенем полімеризації 8700 [8].

Частинки кремнезему через водневі зв'язки між вільними силанольними групами утворюють сферичні агрегати діаметром 100-200 нм можуть об'єднуватись в агломерати мікронних розмірів [8].

У медицині відіграє роль ентеросорбенту, речовина представлена у вигляді пухкого порошку білого кольору, при взаємодії з водою утворюється суспензія.

Таку форму добавки використовують при виготовленні лікарських препаратів для лікування гнійних ран, маститів, флегмон та інших гнійно-запальних захворювань.

Існують певні ризики впливу наночастинок кремнезему на клітини живих організмів, адже у невеликих дозах вони здатні підвищувати продуктивність медіаторів запалення, проникати в ядро клітини і вбудовуватись у фосфатний каркас ДНК, підвищувати рівень активних форм кисню і тим самим впливати на процес апоптозу.

Змінюючи цілісність ядра, вони можуть формувати внутрішньоядерні білкові сполучення, які в свою чергу, викликають пригнічення реакцій реплікації, транскрипції, проліферації. Проте, біологічний ефект наночастинок

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

SiO₂ in vivo при пероральному надходженні в організм недостатньо досліджено [9].

При проведенні досліджень на тваринах, яким щоденно вводили внутрішньошлунково колоїдний розчин наночастинок SiO₂, при дозуванні 50 мг/кг маси тіла тварини упродовж трьох тижнів, спостерігалися деякі незначні зміни, порівняно з контрольною групою. При цьому значних токсичних ефектів не було виявлено. Проте, було виявлено, що вплив наночастинок діоксиду кремнію викликає мінімальні зміни в печінці та нирках, вони проявляються дрібновогнищевими ураженнями епітеліальних структур печінки та нирок, нерівномірним кровонаповненням судин. У селезінці дія наночастинок характеризується появою апоптозу лімфоцитів у фолікулах і, як наслідок, компенсаторна гіперплазія [9].

Також відомий високогідрофільний ранозагоюючий препарат "Полісорб", що створений на основі високодисперсного діоксиду кремнію (аеросил), лікувальна дія якого базується на здатності адсорбування патогенних білкових субстанцій (до 800 мг/г), у тому числі мікробних ферментів, ендо- та екзотоксинів та мікроорганізмів [10].

До сорбентів, які використовуються в медицині, висуваються такі вимоги: висока мність для широкого спектра токсичних речовин і мікробів, яка добре реалізується в умовах запаєння (при рН 5-8); атоксичність; хімічна інертність; відсутність алергічних реакцій, легкість стерилізації, стабільність властивостей при зберіганні; відсутність ушкоджуючої дії стосовно життєздатних тканин лейкоцитів, макрофагів, рани [11].

Таким вимогам найбільше відповідає високодисперсний кремнезем, адже, він характеризується високою сорбційною ємністю стосовно білків та мікробів, широким сорбційним спектром.

Під час застосування кремнезему відсутні токсичні реакції, побічні явища, ускладнення. У хворих людей, що вживали високодисперсний кремнезем, не помічено з боку печінки, нирок, нервової, серцево-судинної систем жодних патологічних змін. Відсутні алергічні реакції не виявляють

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

шкідливої дії на тканини рани. Препарат легко стерилізується, а також дуже добре зберігається.

Такі властивості високодисперсного кремнезему й зумовили його ефективне застосування як препарату, що виявляє сорбційно-детоксикаційної дії при лікуванні інфекційних, онкологічних, хірургічних захворювань.

Авторами [10] було розроблено засіб для профілактики та лікування екзо- та ендогенних інтоксикацій, який містить високодисперсний діоксид кремнію. Після нанесення екстрактивних речовин лікарських рослин із бальзамів на поверхню діоксиду кремнію (харчової добавки 50 "Силікс"), забезпечується синергетичний ефект фармакотерапевтичної дії одержаної, при цьому, дієтичної добавки, який проявляється широким спектром дії, а також більш вираженим і пролонгованим загальнозміцнюючим ефектом при застосуванні засобу для лікування синдрому залежності від алкоголю, зниження алкогольного сп'яніння, зменшення інтоксикації та дозволяє уникнути необхідності призначення комплексу окремих лікарських засобів (ентеросорбентів, вітамінів, гепатопротекторів, антиоксидантів, жовчогінних, протизапальних препаратів), що має принципове значення при лікуванні інтоксикацій різного генезу. Наявність діоксиду кремнію (харчової добавки "Силікс") підвищує біодоступність і стабільність біологічно активних речовин лікарських рослин та ефективність дії за рахунок високої питомої поверхні і адсорбційної здатності, а також дозволяє виключити або понизити можливість блокування ендо - і екзотоксинами фармакологічно активних сполук.

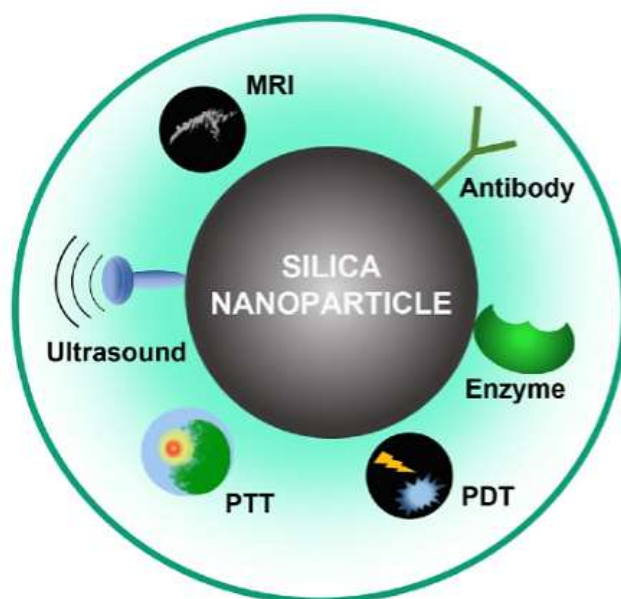
Діоксид кремнію (харчова добавка "Силікс") – легкий аморфний нанодисперсний голубувато-білий порошок без запаху і смаку, стандартизований за розміром частинок і сорбційною активністю. Наявність великої кількості реакційних поверхневих гідрофільних центрів забезпечують діоксиду кремнію високу адсорбційну активність по відношенню до води, білкових молекул і токсинів, патогенних мікроорганізмів та вірусів різної природи [10].

Наночастинки мезопористого кремнезему (MSN) – є перспективою для «доставки» ліків і біологічного застосування, із розмірами пор від 2-50 нм. Мезопористі наночастинки кремнезему синтезуються в присутності супермолекулярної поверхнево-активної речовини, яка функціонує як націлюючий фрагмент [12]. Дуже перспективними виявились біологічні програми на основі наночастинок мезопористого кремнезему (рис1.1).

Перевагами MSN є :

- порові канали з великою площею поверхні та об'ємом пор мають великий потенціал для адсорбції та навантаження ліків;
- якщо порівнювати з іншими наноструктурами, мезопористий кремнезем має велику здатність завантажувати ліки та кінетику вивільнення через його пористість та регульований розмір пор;
- покращується терапевтична ефективність ліків, токсичність знижується при доставці через поверхню, яку можна легко налаштувати для регулювання та цілеспрямованого введення ліків [13-14].

Дослідження біобезпеки *in vivo* щодо цитотоксичності, біодеградації, біорозподілу, виведення дали позитивні результати.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Рис 1.1 Біомедичне застосування наночастинок кремнію

Фототермічна терапія

Фототермічна терапія (PPT) використовує фототермічний агент для того, щоб перетворити тепло з енергії світла. Цей метод є неінвазивним терапевтичним з мінімальними побічними ефектами, який широко використовують для лікування резистентних пухлин. Наночастинок мезопористого кремнезему є найефективнішим засобом для доставки ліків, він використовується для спільної доставки фототермічного агента та хіміопрепаратів у комбінованій терапії [15]. Було розроблено фототермічні наночастинок, що включають індоціаніновий зелений у наночастинках кремнезему, які модифіковані аміногрупою [16]. Вони продемонстрували, що синтезовані фототермічні наночастинок мають потенціал для посиленого знищення ракових клітин. Wang сформулював багатофункціональні наночастинок Janus, вони поєднують наночастинок золотого трикутника та мезопористого кремнезему як засоби доставки ліків для доставки активних проти гіпоксії проліків [17]. Саме функціонування фолієвої кислоти на пегільованій структурі Janus допомагає націлюватися на ракові клітини.

Отже, мезопористі частинки кремнезему корисні у терапії раку та широко використовується як система для тераностики.

Генна терапія

Серед усіх інших наночастинок найкращим носієм є наночастинок мезопористого кремнезему, через те, що вони мають велику площу поверхні та великий об'єм пор [18]. Кремнезем вважають невірусним вектором, що може ефективно доставляти генетичні молекули до цільової точки.

Оцінка *in vivo* хімічної модифікації кремнезему натрій хлоридом чи йодидом натрію нещодавно виявилася багатообіцяючим методом для перенесення генів, не викликаючи ніяких патологічних змін у клітинах [19].

Через те, що ДНК негативно заряджена, молекула-носій повинна бути підготовлена з позитивним поверхневим зарядом. Та попри це, міцність зв'язку між молекулами-носіями та цільовою частиною повинна бути

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

слабкою, тому що ген, який бере участь у розриві й вивільненні, є слабким[20]. Сильна адгезія може призвести до вивільнення в небажаних місцях або може зазнати перетравлення без вивільнення.

Частинку з корисним навантаженням необхідно адаптувати для того, аби досягнути задовільних результатів. [21].

Застосування у косметології

Діоксид кремнію використовують у косметиці як базовий компонент, або як допоміжну речовину. Використання його дає можливість добитись кращого матуючого ефекту, адже, кремнезем буде вбирати надлишок шкірного сала, також його додають для вирівнювання кольору обличчя, для усунення дрібних зморшок. У складі лосьйонів, тоніків, кремів, ця речовина не тільки робить шкіру матовою, але й виконує функцію відлущення відмерлих клітин, регенерації шкіри, відновленню. Косметичні засоби, які містять у своєму складі діоксид кремнію рекомендують використовувати людям, які мають жирний або комбінований тип шкіри. Діоксид кремнезему додають у зубні пасти, як відбілюючий компонент, очищуючий, а також для збереження і мцності зубної емалі [22].

Застосування у харчовій промисловості

Харчова добавка групи емульгаторів, або діоксид кремнію – це кристалічна речовина, яка не має кольору, запаху; наділена високим ступенем твердості та міцності. Кремнезем, у народі «біла сажа», має велику температуру плавлення 1713-1728 °С, при цьому абсолютно не розчинна у воді. Використання даної добавки допомагає надати продуктам сипкості та запобігти появі грудок. Сама ж добавка не змінює яскравих смакових якостей продукту й не впливає на колір. Її додають у такі продукти як сіль, цукор, борошно, вершки, сухе молоко, яєчний порошок, снеки, кондитерські вироби. Найчастіше добавку можна знайти в різних спеціях, прянощах.

Землеробство

Введення в ґрунт SiO_2 забезпечує здатність рослин поглинати фосфор із зазвичай важко засвоюваних ними фосфатів. Найімовірніше, що воно

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

обумовлено діяльністю силікатних бактерій. Під впливом двоокису кремнію зростає також асиміляція рослинами калію, магнію, а іноді і кальцію (зазвичай поглинання останнього при надлишку засвоюваності кремнію в живильному середовищі сповільнюється). Участь кремнезему в харчуванні рослин усуває токсичну дію заліза, марганцю, міді, миш'яку, алюмінію, магнію, стронцію і фенолів. При нестачі кремнію різко збільшується накопичення в рослинах заліза і марганцю. На особливу увагу заслуговує антагонізм кремнію і алюмінію в кислих ґрунтах, в яких останній знаходиться в токсичних концентраціях. Тому підгодівля силікатами значно підвищує стійкість пшениці, ячменю та інших культур до алюмінію [23].

1.4 Стан сировинної бази

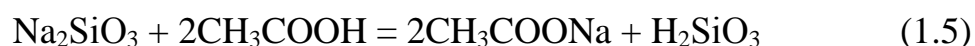
У роботі використано рисове лушпиння як широко доступний сировинний матеріал. Країни, що є великими виробниками рису, такі як Китай, Індонезія, Індія, Бенгладеш, мають значні обсяги відходів рисового лушпиння. Ці країни забезпечують основну частину світового виробництва рису і, відповідно, генерують великі обсяги рисового лушпиння. Таким чином, існує потенціал для використання відходів рисового лушпиння як джерела сировини для виробництва кремнезему.

Технологічний процес отримання кремнезему з рисового лушпиння потребує вирішення такої проблеми як видалення домішок. Рисове лушпиння містить різні домішки, такі як органічні речовини, нерозчинні частинки та мінерали. Ці домішки потрібно видалити або зменшити до мінімуму перед отриманням кремнезему.

1.5 Аналіз існуючих технологій виробництва колоїдного кремнезему

У лабораторних умовах синтетичний діоксид кремнію може бути отриманий дією кислот, навіть слабкої оцтової, на розчинні силікати [24].

Наприклад:



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

Кремнієва кислота H_2SiO_3 відразу розпадається на воду та SiO_2 , що випадає в осад.

У промисловості виробництво діоксид кремнію базується на таких основних методах, як:

- здрібнювання, розтирання або хімічна обробка природних кремнеземних матеріалів без попереднього переведення кремнію в розчин.

- нагрівання кремнію до температури 400–500 °С в атмосфері кисню, при цьому кремній окиснюється до силіцій(IV) оксиду;

- дією кислот (H_2SO_4 , HCl , H_2CO_3) на натрій силікат або на інші розчинні силікати;

- парофазне розкладання (окиснення або гідроліз) летких сполук кремнію (пірогенний метод).

- хімічне осадження з газової фази шляхом спалювання парів SiCl_4 у суміші H_2 і O_2 (аеросили, у США – карбосили).

- хімічне осадження з газової фази при високотемпературному спалюванні попередньо очищеного ректифікацією SiCl_4 по реакції:



Частки діоксиду кремнію, що утворюються в киснево-водневому полум'ї або плазмі осаджуються, даючи масивне кварцове скло;

золь-гель процес, що включає гідроліз органічних сполук кремнію, повільну дегідратацію гелю, що утворився, та помірне його нагрівання.

- одержання діоксиду кремнію та пористого скла (типу «Vycor») шляхом термічної обробки боросилікатного скла вилуговуванням кислотою та відмивання кремнеземистого каркасу.

Технологія виробництва, що заснована на способі отримання синтетичного SiO_2 з золи, утворюється в результаті спалювання органічного палива, такого як: камяне, буре вугілля, торф, лігніти, горючі сланці, відходи тваринництва, птахівництва, сільського господарства, деревини). Спосіб включає змішування вихідної сировини – золи з фторидом амонію в кількості 1,2 – 1,4 від стехіометричного значення, нагрів суміші, витримка в нагрітому

стані до завершення появи гексафторсилікату амонію, сублімацію та осадження летючого гексафторсилікату амонію в конденсаторі, подальше його розчинення в воді, взаємодія отриманого розчину з аміачною водою для утворення осаду синтетичного SiO_2 , що виділяється фільтруванням, при цьому суміш золи з фторидом амонію перед нагріванням піддають механоактивації, протягом 5 – 15 хв. при підтримці відношення потужності до питомої поверхні суміші в інтервалі $0,0133-17 \text{ Вт} \cdot \text{кг} \cdot \text{м}^{-2}$.

Технологія даного виробництва заснована на взаємодії силікату натрію з розчинами хлористого кальцію і неорганічних кислот. Згідно ДСТУ «Сажа біла», ця технологія забезпечує вміст силіцію оксиду в «білій сажі» в діапазоні 76-87%.

При одержанні діоксиду кремнію з природних кремнеземних матеріалів, частіше всього застосовують ряд природних мінералів, у тому числі пемзи, опали, діатоміти, інфузорити та інші, запаси яких в нашій країні практично невичерпні. Розроблена технологія комплексної гідротермальної переробки аморфних порід, яка дає змогу одержувати силікатні продукти для народного господарства та розкриває перспективи для широкого застосування різних гірських порід. Гідротермальна переробка аморфних порід дає можливість одержувати більше 70 найменувань різної продукції.

Діоксид кремнію можна одержувати також із кварцового скла. Кварцове скло, яке одержане плавленням кварцового піску, розмелюють на кульовому млині до утворення тонкодисперсного порошку. У результаті одержують 21% частинок з розміром менш 1 мкм [11].

У більшості процесів осадження відбувається проста часткова нейтралізація розчину натрію силікату в присутності розчинної солі для того, щоб визвати коагуляцію. Основні етапи при формуванні діоксиду кремнію з силікатів є:

- утворення та зростання колоїдних частинок;
- коагулювання частинок з утворенням агрегатів, що призводить до одержання осадженого кремнезему;

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

- зміцнення агрегатів.

При осадженні із силікату лужного металу кислотами, або солями, які легко гідролізуються великий вплив на природу і якість одержаного продукту оказують температура осадження, рН середовища, концентрація натрію силікату, концентрація розчинів солей та кислот, інтенсивність перемішування [23, 25].

Основними недоліками даної технології одержання діоксиду кремнію є те, що процеси фільтрації та промивання сировини, яка містить кремній, тривалі й трудомісткі. Однак, є і переваги такі, як простота апаратурного оформлення процесу, застосування доступної й дешевої вихідної сировини.

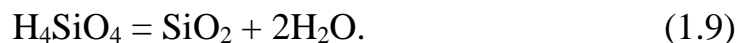
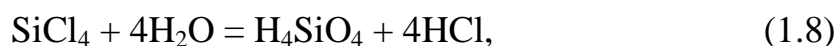
Пірогенний метод чи процес, який протікає у паровій фазі один із відомих промислових методів одержання безводної кремнієвої кислоти – аеросилів, карбоксилів. Уперше пірогенний діоксид кремнію було одержано у Німеччині у 1941 р. Клепфером (фірма «Дегусса») [4].

У роботі [11] досліджено метод одержання пірогенного кремнезему в промисловій установці, гідролізом тетрахлориду кремнію в полум'ї повітряно-водневого пальника. Однак промислова технологія одержання високодисперсних пірогенних наноксидів в даний час ще недостатньо розроблена. Проте газофазний синтез пірогенних оксидів супроводжується виділенням великої кількості тепла, що при підвищенні агрегатної потужності ускладнює створення збільшених реакторів, не дозволяє розширити сировинну базу, спростити технологію, створити автоматизований процес, поліпшити якість обробки поверхні оксидів.

До недоліків також відноситься те, що процеси синтезу хлоридів та одержання оксидів розділені і не утворюють замкнутий цикл виробництва із циркуляцією в ньому компонентів, насамперед хлору. При цьому, збільшення реакторів установки, наприклад, підвищення їх потужності до 1000 т діоксиду кремнію в рік, обмежено процесами коагуляції оксидів, обробки їх поверхні, утворення кислих відходів, що утруднює підтримання стабільної якості продуктів та екологічно чистих умов виробництва. Високодисперсний

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

пірогенний кремнезем в промисловій установці утворюється в результаті процесів [11]:



У роботі [11] описано новий спосіб вирівнювання умов синтезу наночастинок оксидів металів в полум'ї. Спосіб включає стадію приготування декількох різних за складом гомогенних сумішей парів галогенідів металів, водне-, кисневмісних сполук і спалювання їх в факелі полум'я, сформованого у вигляді кільця, при цьому, різні за складом суміші в факел полум'я спрямовують роздільними концентричними соплами з утворенням тонкошарових потоків з можливістю регулювання складу суміші і підтримування оптимальної температури взаємодіючих компонентів у факелі полум'я [26].

Одержання високодисперсних оксидів металів проводять при пошаровому введенні парів води, інертних компонентів, вуглеводневого палива, галогенвмісних сполук з можливістю зміни температури компонентів. Утворення полум'я із застосуванням декількох тонкошарових концентричних потоків, на відміну від одного суцільного, дозволяє змінювати в кожному потоці його параметри (склад, швидкість, температуру) і направляти в задану зону факела, забезпечуючи в ній, при синтезі оксидів, регулювання умов проведення процесів: нагрівання вихідних компонентів, їх горіння, утворення і відвід продуктів. Так, наприклад, підвищення концентрації водню і окиснювача приводить до підвищення температури і концентрації води в зоні гідролізу, а додаткове введення охолодженої води або інертних сполук викликає зниження температури в зоні реакції.

Зміна параметрів потоку компонентів дозволяє вирівняти умови синтезу оксидів.

Спосіб здійснювали наступним чином. Для одержання нанодисперсних оксидів готують необхідну кількість гомогенних сумішей неорганічних

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

хлоридів з кисневмісними і газоподібними горючими сполуками, які подають через концентричні сопла окремими тонкошаровими потоками у факел пальника. При цьому, регулюють їх склад та вирівнюють в факелі полум'я температуру від 900 до 1200 °С. Нижнє значення температурного режиму обумовлено зниженням швидкості утворення дисперсного оксиду, верхнє обмеження – процесами його спікання.

Після коагуляції одержаний високодисперсний оксид відділяють від побічних продуктів, очищують та охолоджують [23].

Спалювання суміші тонкошаровими потоками дозволяє збільшити продуктивність процесу синтезу нанодисперсних оксидів металів, використати більш дешеві види палива, що знижує собівартість продукції, поліпшує її якість. Створення нового промислового виробництва нанодисперсних оксидів металів повинно значно спростити технологічний процес, поліпшити якість продуктів, збільшити одиничну потужність агрегатів, знизити енерговитрати. Використання замкнутого по хлору циклу поліпшує екологічні характеристики процесів.

Отримання діоксиду кремнію з розчинних силікатів. Метод одержання SiO_2 , який включає осадження діоксид кремнію додаванням розчинів натрію або калію силікату до розчинів амонійних солей сульфатної, хлоридної, нітратної, оцтової кислот при співвідношенні загальної кількості діоксиду кремнію, який додається з силікатом, до загальної кількості амонійної солі з наступною обробкою SiO_2 . Недоліком даного способу є те, що виробництво являється тривалим, енергозатратним, трудомістким, дорогим.

Метод одержання діоксиду кремнію з тетрахлориду кремнію. Одним із методів отримання діоксиду силіцію є гідроліз пари SiCl_4 [27]. Частинки діоксиду кремнію одержують при кімнатній температурі гідролізом SiCl_4 , у суміші спирту та води у молярному відношенні 1:3. SiCl_4 є побічним продуктом промислового виробництва фосфатних добрив.

Діоксид кремнію отримують шляхом змішування з органічними сполуками з наступним нагріванням суміші та прокалюванням [28]. Для

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підвищення частоти отриманого продукту, а також для спрощення процесу отримання діоксиду кремнію у SiCl_4 змішують з безводною мурашиною кислотою. Потім нагрівають за температури 30-60 °С, змішують з SiCl_4 і мурашину кислоту у мольному співвідношенні 1:4.

У 1956 році вперше синтезували високодисперсні непористі частинки кремнезему, одним з них був Кольбе. Синтезували за допомогою гідролізу алкоксиду кремнію та принципу конденсації в спирті. Пізніше використовували аміак як основу, а також як каталізатор, що контролює морфологію, для отримання сферичних частинок шляхом гідролізу алкілсилікату в спиртовому середовищі.

Іноді використовують слабоосновну амінокислоту, таку як аргінін, можна контролювати гідроліз TEOS за умови якщо рН – 9-10, це призведе до утворення дискретної наносфери кремнезему розміром 20-40 нм. Шляхом зміни швидкості перемішування, кількості води або, розмір частинок можна варіювати [29-30].

Монодисперсні наносфери діоксиду кремнію можна отримати, якщо додати ацетат натрію в присутності поверхнево-активної речовини без додавання лугів [31]. Для того аби контролювати ріст частинок у нанометровому діапазоні, слід використовувати амінокислоти, такі як лізин. Був проведений синтез мезопористої сферичної кремнеземної сфери діаметром 20-80 нм із використанням стиrolу й поверхнево-активної речовини цетилтриметиламоній броміду (СТАВ) у воднооктановому середовищі [32]. У реакційному середовищі, стиrol полімеризується, з метою отримання полістиролу, що виступає в якості матриці саме для цього кремнеземного препарату, так як порівняльне дослідження показало, що зі збільшенням концентрації стиrolу розмір частинок і пор поступово збільшуються. На рис. 1.2 показано схематичне зображення синтезу наночастинок мезопористого кремнезему в присутності цетилтриметиламоній броміду полістиролу (СТАВ-PS) й амінокислоти лізину.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

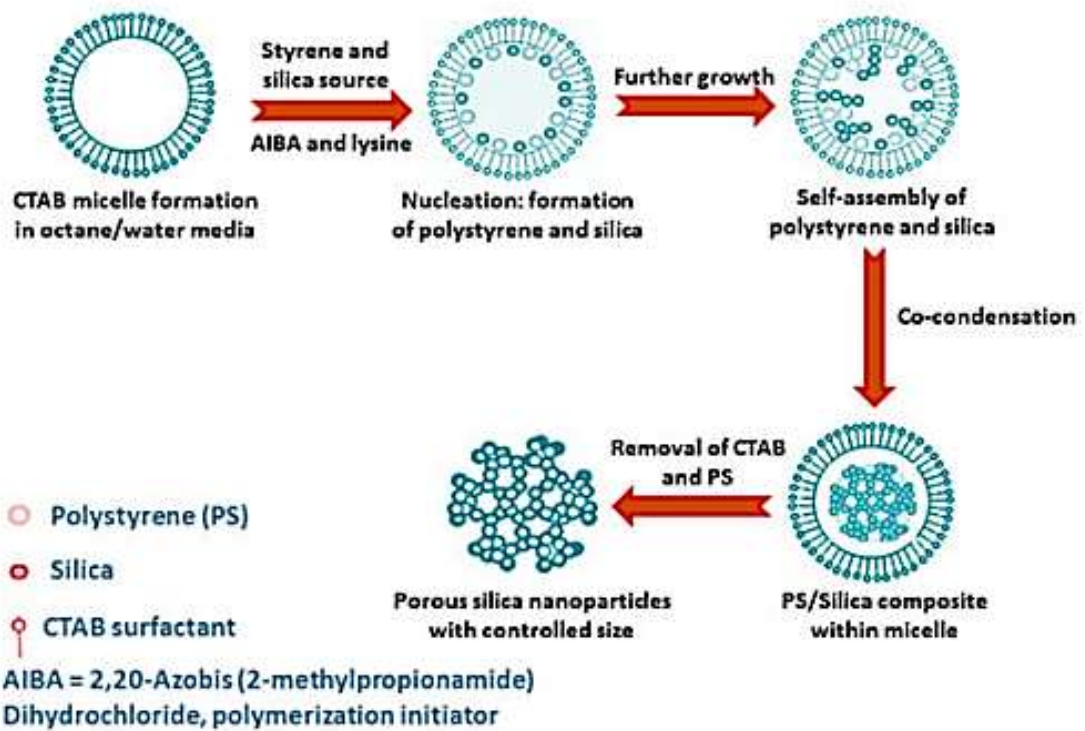


Рис. 1.2 Схематичне зображення утворення наночастинок колоїдного кремнезему в присутності цетилтриметиламоній броміду полістиролу (СТАВ-PS) й амінокислоти лізину.

Чжан та ін. показали, що виготовлення наносферичного кремнезему розміром <130 нм можна здійснити, використовуючи відповідну катіонну поверхнево-активну речовину, цетилтриметиламоній (CTA^+) з протионами тозилат Tos^- і бромід у присутності органічних амінів, включаючи триетиленамін, триетаноламін та 2-аміно-2-(гідроксиметил)пропан-1,3-діол як мінералізуючих агентів [33].

Метод призводить до розвитку низької щільності силаноляту при $\text{pH} = 7$ через високу концентрацію Tos^- навколо CTA^+ міцели та високої концентрації органічних амінів SOA або присутності Br^- іонів і висока силанолятна щільність, яка також забезпечує високий вихід і великомасштабне виробництва наносфер мезопористого кремнезему. На рис. 1.3 показано шляхи формування орґано-неорґанічних композитних наноструктур кремнезему [34].

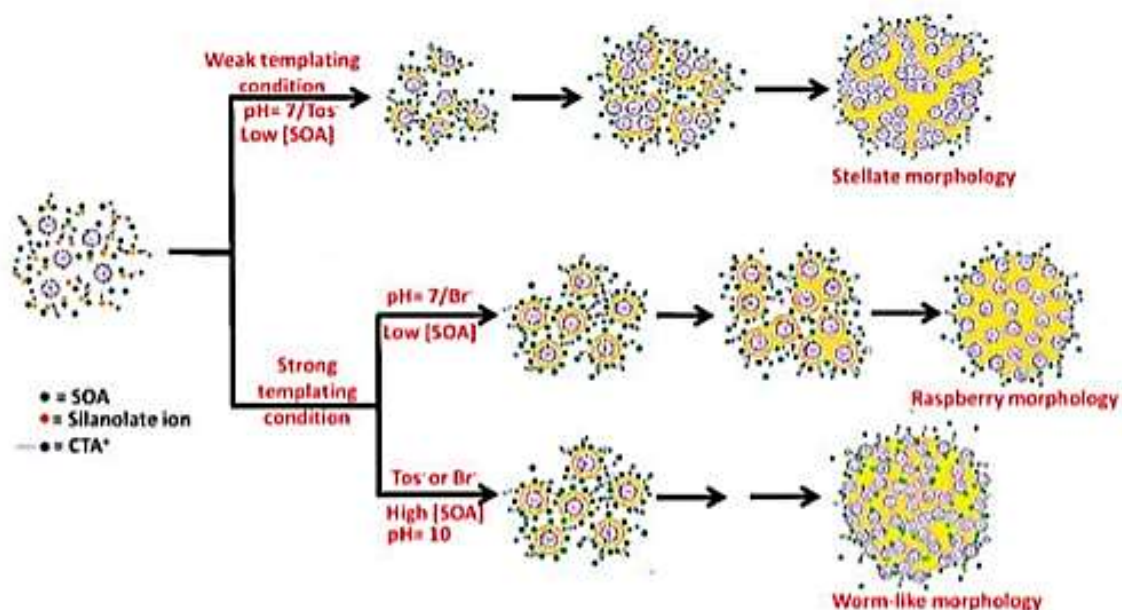


Рис. 1.3 Схематичне зображення шляхів утворення органо-неорганічних композитних наноструктур кремнезему-шаблону за різних умов.

Отримання з рисового лушпиння. Спосіб отримання діоксиду кремнію дає можливість одержувати аморфний діоксид кремнію з рисового лушпиння з чистотою 99,9%. Спосіб включає розсіювання рисового лушпиння, промивання в холодній воді, обробку в 0,01-0,1 нормального гарячого розчині сірчаної кислоти, промивання в гарячій воді, промивання в холодній воді, сушку при температурі 105-120 °С. Потім спалюють рисове лушпиння при 200-500 °С, подрібнюють с послідовним окислювальним спалюванням при температурі 700-780 °С з подачею повітря або кисню. При цьому швидкість збільшення температури не повинна перевищувати 25 К/хв., а тривалість окислювального спалювання 0,5-2 години [35].

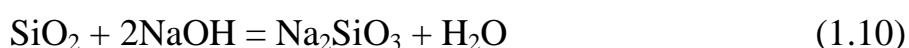
Недоліком способу є складність технологічного процесу, великі витрати енергії, необхідність постійного контролю за фільтрами, щоб у кінцевому продукті не було надлишкового вуглецю. Також спосіб потребує використання чистого кисню, що робить процеси дорогими та енергоємними. Крім того, тривалість окисного випалу 0,5-2 години реалізується в періодичних режимах, що знижує продуктивність процесів та їх екологічність.

Спосіб одержання диоксиду кремнію, який включає промивання рисового лушпиння водою та мінеральною кислотою, сушку в електромагнітному полі СВЧ діапазону, попереднє випалювання вихідної сировини при температурі 520-570 °С, а потім окислювальне випалювання в струмені повітря чи кисню в статичному або динамічному режимі.

Недоліками є циклічність, багатостадійність, необхідність застосування практично для всіх операцій різних технічних засобів та різного спеціального устаткування. Створення ламінарного потоку окислювального газу складно забезпечити на практиці.

Діоксид кремнію з золи рисового лушпиння, що складається з 61% по масі SiO₂ і 36% мас. вуглецю отримують обробкою золи 1-М розчином гідроксиду натрію. З розчину, який утворився під дією суміші соляної, лимонної кислот при рН, що дорівнює 4,0 формується аквагель кремнію. У результаті подальшого промивання і висушування утворюється ксерогель діоксиду кремнію.

Аморфний діоксид кремнію з рисового лушпиння, що утворився після термічної обробки при 700 С протягом 3-6 год. Процес отримання здійснюється в дві стадії. На першій стадії отримуємо кремнезем з рисового лушпиння у вигляді силікату натрію з використанням гідроксиду натрію:



На другій стадії проводиться осадження кремнезему з розчину силікату натрію сірчаною кислотою :



Отриманий нанорозмірний кремнезем може застосовуватись як добавка в полімери для підвищення міцності, гнучкості, і стійкості. Нанокремнезем, який має сферичну структуру, також може бути застосований для збільшення міцності бетону.

Основною задачею є розробка удосконаленого способу одержання диоксиду кремнію із рисового лушпиння з чистотою 99,99% шляхом

максимального видалення компонентів, які містять вуглець та неорганічні домішки металів за рахунок двостадійної екстракції.

Спосіб одержання діоксиду кремнію із рисового лушпиння, що включає екстракцію органічних складових рисового лушпиння мінеральною кислотою, промивання, сушіння та термообробку нерозчинного залишку в середовищі повітря чи кисню, відповідно до винаходу. Перед екстракцією рисове лушпиння промивають, сушать та подрібнюють до частинок з середнім розміром 40-200 мкм з проведенням екстракції органічних складових та неорганічних домішок металів в дві стадії: на першій стадії 95% мас. етиловим спиртом з додаванням 0,5-10 % мас. соляної кислоти при температурі кипіння розчину та співвідношенні твердої і рідинної фази 1:(8÷10), відповідно, на протязі 0,5-6 годин, на другій стадії водним розчином сірчаної кислоти з концентрацією 5-15% мас. при температурі кипіння розчину та співвідношенні твердої і рідинної фази 1:(8÷10), відповідно, на протязі 0,5-6 годин, а термообробку нерозчинного залишку проводять при температурі 600-650 °С на протязі 0,1-1 години [35].

Технологія отримання високочистого діоксиду кремнію повинна включати три основні стадії: подрібнення рисового лушпиння, видалення із нього частини органічної складової та неорганічних домішок і термічну обробку нерозчинного залишку. Нерозчинний залишок після екстрагування повинен мати максимальний вміст кремнезему та мінімум органічних сполук. З цільного рисового лушпиння видалення компонентів, які містять вуглець, хімічним способом за рахунок екстракції у відповідних екстрагентах практично неможливо, тому, що вихідне рисове лушпиння покрите захисною плівкою, в структуру якої входить кремнезем. Ця плівка перешкоджає проникненню екстрагента до органічної складової рисового лушпиння. Для покращення умов екстракції застосовано попереднє подрібнення рисового лушпиння [35].

1.6 Шляхи удосконалення технології отримання колоїдного кремнезему

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Колоїдний кремнезем використовується в багатьох галузях, але для кожної із них необхідно обирати той чи інший розмір частинок. Наприклад, у медицині найчастіше використовуються частинки малих розмірів (2-50 нм), для харчової та інших промисловостей їхній розмір може становити від сотень нм до десятків мкм. Виробництво колоїдного кремнезему з мінімальним розміром частинок, може бути використаним майже у всіх галузях.

Додаткове подрібнення, допоможе нам отримати колоний кремнезем з мінімальним розміром частинок 10 нм.

Отже, провівши огляд науково-технічної літератури, наведено основні типи, модифікації та фізико-хімічні властивості колоїдного кремнезему, галузі його застосування.

Проаналізовано технології отримання колоїдного кремнезему та обрано технологію із використанням в якості сировини рисового лушпиння .

Для розширення використання колоїдного кремнезему після його отримання, пропонується удосконалення технології шляхом додавання стадії подрібнення, для одержання частинок кремнезему розміром 10 нм. Це дозволить нам використовувати кремнезем у багатьох галузях.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

РОЗДІЛ ПТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика вхідної сировини

Одна з найбільш цінних рослин, яка відома людству вже понад 15 тис. років. За своєю біологічною цінністю білка, рис займає перше місце серед інших крупів. У дитячому раціоні, раціоні лікувального харчування постійно повинні бути рисові каші. В Україні вирощування рису зумовлено для того, аби задовольнити потреби населення цьому цінному продукту, ввести у сільськогосподарське виробництво малопродуктивні засолені землі Причорноморської низини в Херсонській, Одеській областях та в АР Крим. У 1964-1980 рр. було побудовано рисові інженерні системи в Ар Крим – 30,8 тис. га, Херсонській – 18 та Одеській – 13,8 тис. га областях [15].

Відходами виробництва рису, є рисове лушпиння. Їх утилізація представляє серйозну проблему в усьому світі, адже, обробка лушпиння методом спалювання чи безконтрольного скидання створює великий ризик забруднення довкілля. Один із напрямків, який можна використати, аби зменшити відходи, це використати рисове лушпиння, як сировину для одержання колоїдного кремнезему[25].

Рисове лушпиння, це оболонка рисового ядра, яка захищає його від шкідників. Після переробки рисових злаків в крупу, залишаються такі відходи як: солома, висівки, лушпиння. Масова частка рисового лушпиння складає до 20% з 30% від загальної частки всіх відходів. Лушпиння в собі містить такі компоненти: вода, білок, сире волокно, целюлозу, лігнін, екстракт, розчинний в ефірі, вітаміни, пентозани, мінеральну золу (на 90-97% складається з діоксиду кремнію(SiO_2)) [25].

Основні характеристики рисового лушпиння:

- важко запалюється і не горить, якщо не продувається повітрям;

					ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.032.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мишко Д.С.			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Біла Г.М.					32	
Н. Контр.		Подобій О. В.				НУХТ Каф. ТЖХТ		
Затверд.		Носенко Т.Т.						

- стійка до впливу вологи та грибків;
- повільно розкладається завдяки високому вмісту діоксиду кремнію;
- громіздка і заповнена, що ускладнює її обробку;
- при спалюванні вміст золи — від 17 до 26 %, що набагато вище, ніж у дерева (0,2-2 %) і вугілля (12,2 %);
- володіє високою теплотворною здатністю — 3410 ккал/кг, тому є відновлюваним джерелом енергії.

Залежно від природи, походження, клімату та географічного району, рисове лушпиння може містити до 15-28 % кремнію, 35-40 % целюлози, 15-20 % геміцелюлози та 20-25 % лігніну. Тому комплексна переробка рисового лушпиння з вилученням максимально можливого числа складових її компонентів є і економічно, і екологічно вигідно [3].

Для розчинення компонентів діоксиду кремнію та лігніну в рисовому лушпинні проводять лужне варіння в 17,5%-ному розчині NaOH із співвідношенням лушпиння: лужний розчин 1:10, час варіння 2,5 години при температурі 100 °C. Розчинені діоксид кремнію та лігнін осаджувалися 15 %-ним H₂SO₄.

У золі містяться неорганічні компоненти. Зола складає від 16% до 29% маси лушпиння. Основним компонентом золи рисового лушпиння є діоксид кремнію, складає 90-99 % мас., всі інші елементи містяться в золі як домішки. При спалювання лушпиння при достатньому доступі повітря, зола має білий колір. Якщо ж не повністю випалити вуглець, зола буде мати сірий, або чорний колір.

У табл. 2.1 наведено фактичне значення вмісту діоксиду кремнію та інших оксидів металів у золі рисового лушпиння, що є кількісною характеристикою цільового продукту для обраної технології.

**Вміст компонентів, які входять до складу мінеральної частини (золи)
рисового лушпиння**

Назва компоненту	Символ, одиниці вимірювання	Фактичне значення
Силіцій (IV) оксид	SiO ₂ , %	91,96
Алюміній (III) оксид	Al ₂ O ₃ , %	0,67
Ферум (III) оксид	Fe ₂ O ₃ , %	4,15
Магній (II) оксид	MgO, %	0,14
Кальцій (II) оксид	CaO, %	1,09
Натрій (I) оксид	Na ₂ O, %	0,20
Калій (I) оксид	K ₂ O, %	1,61
Сульфур (III) оксид	SO ₃ , %	0,18

У роботі [4] досліджено склад рисового лушпиння та наведено результати термодинамічних розрахунків термічного розкладання рисового лушпиння в інтервалі 300-2000 К, при тиску 0,01-1 МПа та різних середовищах. У розрахунках варіювали співвідношенням газова фаза: сировина з наступним складом рисового лушпиння, %ма.: SiO₂ – 22,24; С – 35,77; О – 36,59; Н – 5,05; N – 0,32; S – 0,03.

2.2 Параметри процесу

У відповідності із роботою [4-6] було показано, що при використанні фракції рисового лушпиння розміром 40-150 мкм спостерігається:

- максимальний ступінь екстракції лігніну сумішшю етилового спирту з хлоридною ксилотою досягається при температурі 80 °С за 6 годин та добавці 3% мас. HCl;

- максимальний ступінь екстракції целюлози 15%-вим водним розчином сульфатної кислоти (29,9% мас.) досягається при температурі 100 °С за 6 годин;

Показано, що вплив тиску, температури та газового середовища на рівноважний стан систем, які утворюються у процесі термічної обробки рисового лушпиння, має високу термодинамічну імовірність одержання аморфного діоксиду кремнію високої чистоти (90,0-99,9%) в інтервалі температур 550-850 К[4-6].

Послідовна реалізація саме цих стадій дозволяє збільшити ступінь екстракції компонентів, що містять карбон до 57%.

2.3 Опис технології

Обрана технологія дозволяє суттєво зменшити енерговитрати на процес термічного оброблення і проводити його в одну стадію в середовищі повітря при $T=885-913$ К, тривалість термічної обробки твердого залишку після 2-стадійної екстракції скорочується до 15–20 хв.

Використовуючи водно-кислотний розчин при обробці рисового лушпиння, ми позбавляємось одночасно з сировинного матеріалу, що видаляються, небажаних домішок оксидів металів.

Також це екологічно вигідно, адже, утилізація рисового лушпиння є великою проблемою для багатьох країн.

Подрібнення рисового лушпиння. Рисове лушпиння необхідно подрібнити до частинок розміром 40–200 мкм. Таке подрібнення відбувається вздовж волокон, а подальше збільшення насипної густини відбувається за рахунок руйнування волокон рисового лушпиння та зміна форми частинок з гостроголчастої на кубічну та призматичну. Для того, щоб зменшити в складі рисового лушпиння кількість неорганічних домішок металів та компонентів, проводиться послідовне видалення лігніну, а потім целюлози.

Екстракція лігніну.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

З літературних джерел відомо, що рисове лушпиння містить 40 % сирого і 24 % очищеного по методу Класона лігніну [36]. За даними вміст очищеного лігніну 19,20 – 24,2 %. Природний лігнін безкольоровий чи дуже світлого кольору (від жовтого до коричневого). Лігнін, виділений спиртом без застосування кислотних добавок представляє собою світло-кремовий порошок. Кислотні лігніни мають дуже темний колір.

Основна маса природного лігніну не розчинна в органічних розчинниках. Це пояснюється наявністю в ньому поперечних хімічних зв'язків з утворенням трьохмірної структури.

Лігнін представляє собою суміш нерегулярних розгалужених полімерів спорідненої будови, в основі яких лежать близькі по структурі ароматичні речовини. Макромолекули лігніну побудовані з структурних одиниць С6-С3, установлені α - та β -структури.

Лігнін рисового лушпиння має такі хімічні зв'язки: прості С–С–; С–Н–; О–Н–; С–О–С– та ароматичні С=C, С \equiv О, С=C. Найбільш вивчені реакції вилучення лігніну, що протікають при нагріванні з водяним діоксаном у присутності НСІ (ацидоліз) і з етиловим спиртом у присутності НСІ (етаноліз).

Реакцію етанолізу для вивчення будови лігніну вперше застосував Гібберт, а реакцію ацидолізу – Адлер, який встановив також механізм цих реакцій [4,6].

Механізм розщеплення простого ефірного зв'язку в основній структурі лігніну – структурі β -арилового ефіру арилглицерина Адлер представляє в такий спосіб: при етанолізі в лігнін вводяться етоксильні групи, що захищають угруповання бензилового спирту, який утворюються при деструкції, від подальшої конденсації.

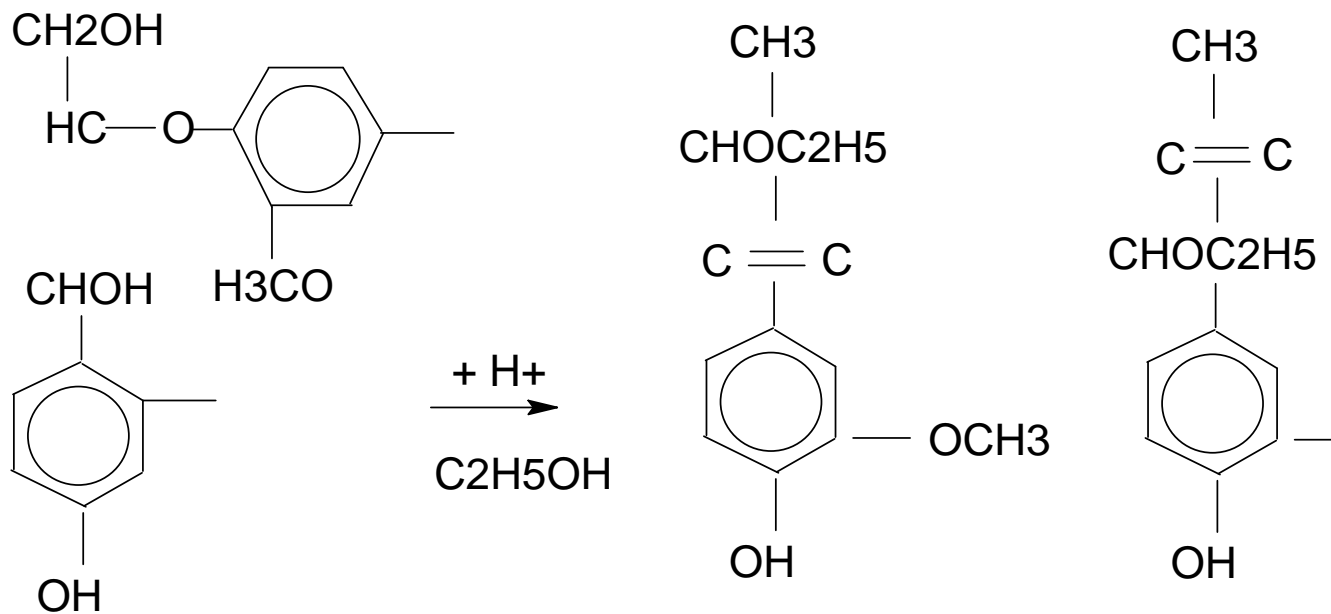


Рис. 2.1 – Механізм реакції етанолізу лігніну

На рис.2.2 показано лабораторна установка, на якій проводився процес екстракції целюлози з рисового лушпиння.

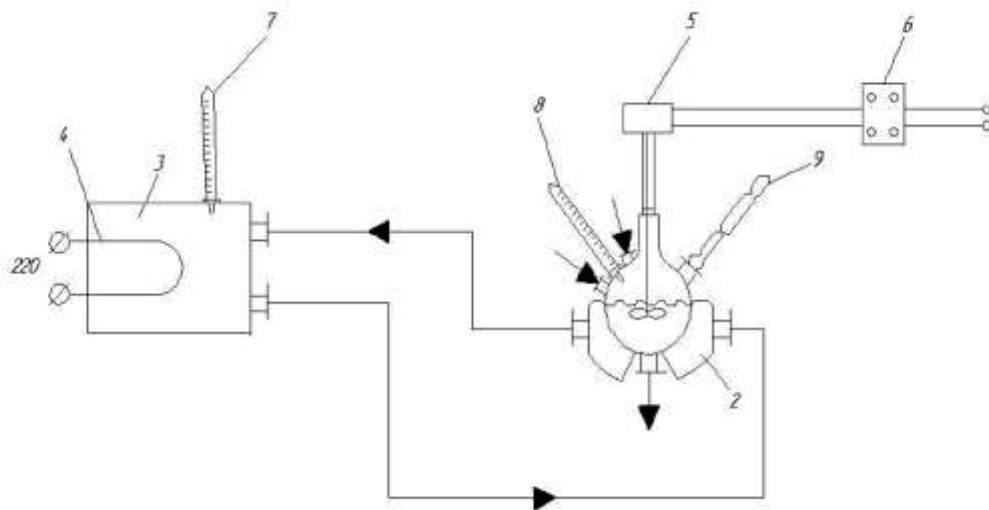
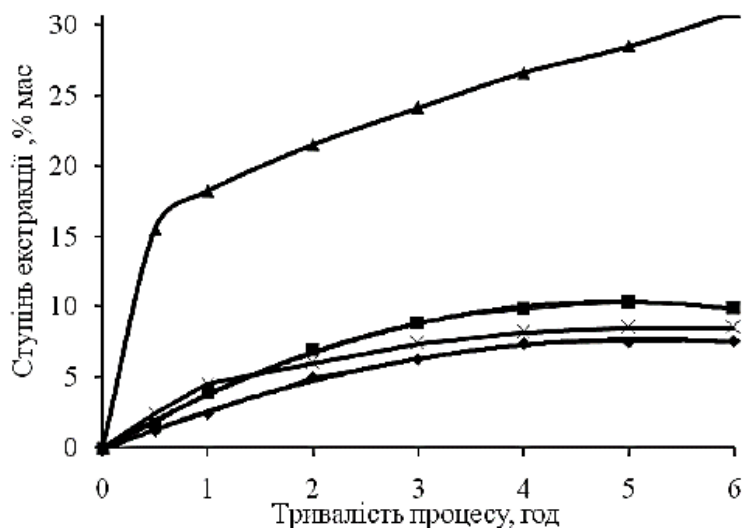


Рис.2.2 Схема лабораторної установки для вивчення процесу видалення органічних складових з рисового лушпиння[4]: 1- термостатований реактор; 2 – сорочка термостатована; 3 – ємність; 4- нагрівальний елемент; 5- мішалка з електродвигуном; 6 – ЛАТР; 7 – термометр спиртовий; 8 – термометр контактний; 9 – водяний холодильник.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

У термостатований реактор *1* поміщали 5 г подрібненого рисового лушпиння, потім додавали 50 мл екстрагента. Процес проводили за температур від 20 до 80 °С. Тривалість процесу змінювали від 30 хв. до 6 годин. Реакційна суміш інтенсивно перемішувалася за допомогою пропелерної мішалки *5*. Після закінчення досліду нерозчинний залишок відфільтрували та промили водою. Промитий залишок висушували при температурі 90-95 °С у середовищі повітря до постійної маси. Після цього визначили ступінь екстракції лігніну з рисового лушпиння.

На рис. 2.3 показано залежність екстракції лігніну від тривалості процесу для різних органічних розчинників.



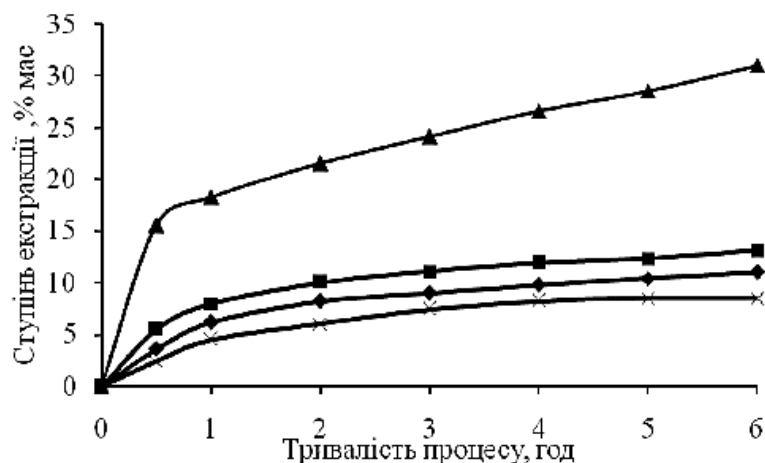
◆ – чистий диметилформамід; х – чистий етиловий спирт; ■ – диметилформамід з додаванням хлоридної кислоти (1,5 % мас.); ▲ – етиловий спирт з додаванням хлоридної кислоти (1,5 % мас.).

Рис. 2.3 Залежність екстракції лігніну від тривалості процесу для різних органічних розчинників [4]

На малюнку видно, що процес екстракції лігніну в чистому диметилформаміді та диметилформаміді з додаванням хлоридної кислоти проходить не дуже інтенсивно – ступінь екстракції досягається 10 % мас., що

значно менше ніж в етиловому спирті з додаванням хлоридної кислоти – ступінь екстракції 31 % мас.

З літературних джерел [36] відомо, що лігнін добре екстрагується спиртами з додаванням мінеральних кислот. При екстракції етиловим спиртом, із рисового лушпиння одержують етанольний лігнін.



- ▲ – етиловий спирт з додаванням хлоридної кислоти (1,5 %мас.);
- – етиловий спирт з додаванням сульфатної кислоти (1,5 %мас.);
- ◆ – етиловий спирт з додаванням оцтової кислоти (1,5 %мас.);
- x – чистий етиловий спирт.

Рис. 2.4 Залежність ступеня екстракції лігніну чистим етиловим спиртом з додаванням різних кислот від тривалості процесу[4].

Як видно з рис. 2.4, що при використанні чистого етилового спирту ступінь екстракції не перевищує 9 % мас. При додаванні кислот спостерігається збільшення ступеню екстракції лігніну. Це відбувається за рахунок розриву лігнуглеводних зв'язків [4].

Дослідження у роботі [4] ступені екстракції лігніну показали, що при використанні чистого етилового спирту ступінь екстракції не перевищує 9 % мас. При додаванні різних розчинників у вигляді кислот спостерігається збільшення ступені екстракції лігніну. Це відбувається за рахунок розриву лігнуглеводних зв'язків і дозволяє збільшити ступінь вилучення лігніну до 31 % мас. при додаванні в етиловий спирт (95% мас.) 1,5 % мас. хлоридної кислоти.

Максимальний ступінь екстракції лігніну з рисового лушпиння досягається при тривалості процесу 6 годин і складає 33 % мас. Температура 80 °С відповідає кипінню спиртово-кислотної суміші при атмосферному тиску. Збільшення тривалості процесу недоцільно з погляду досягнення практично рівноважного стану.

Збільшення температури процесу екстракції лігніну від 20 °С до 80 °С, викликає зростання ступеня видалення лігніну від 14 до 30 % мас., що відповідає 43– 87% мас. загальної кількості лігніну в рисовому лушпинні.

Екстракція целюлози. Целюлоза, як основний компонент кліткових стінок деревини, визначає її будову та властивості. Целюлоза входить до складу рисового лушпиння у значних кількостях 34–42 %. Хімічна переробка целюлози дозволяє переводити її в розчинний стан та отримувати з неї речовини з новими властивостями [37].

Целюлоза включає наступні хімічні зв'язки та групи: прості С–С–; С–Н–; С–С–; С–О–С– та СН₂ОН групу.

Сировинний залишок, який було одержано після екстракції з нього лігніну, піддали повторній обробці водно-кислотним екстрагентом.

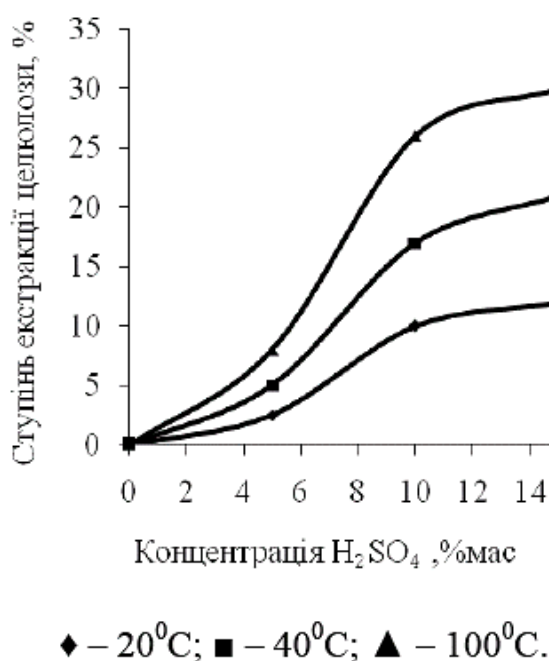


Рис.2.5 Залежність ступеня екстракції целюлози з рисового лушпиння від концентрації сульфатної кислоти при різних температурах, τ = 6 год. [4]

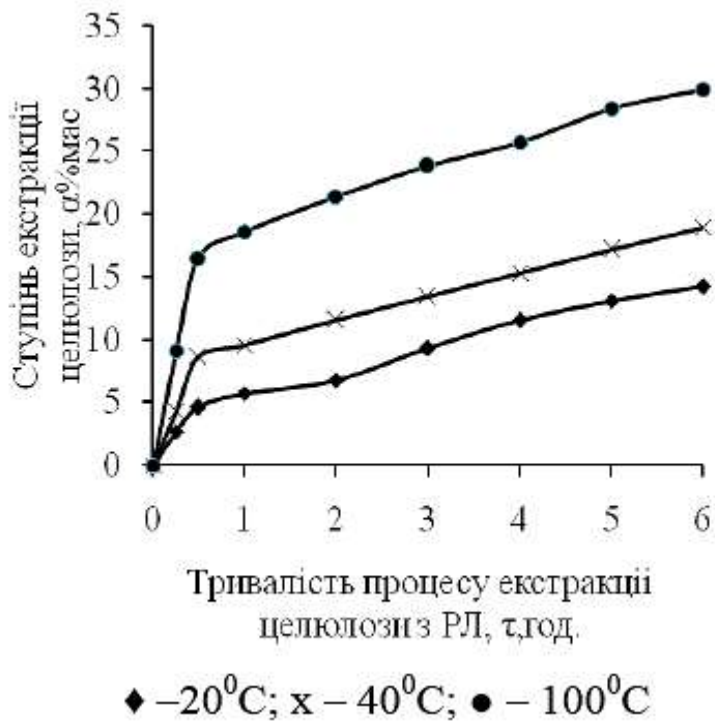


Рис. 2.6 Залежність ступеня екстракції целюлози з рисового лушпиння від температури 15 % розчином сульфатної кислоти[4]

На рис. 2.5 і 2.6 видно, що зі збільшенням концентрації сульфатної кислоти спостерігається зростання ступеня екстракції целюлози.

Максимальна ступінь екстракції целюлози з твердого залишку після видалення лігніну ($\alpha = 57$ % мас.) відповідає умові, при якій екстрагент представляє собою водний розчин 15% мас. сульфатної кислоти при температурі 100 °C після 6 годин обробки сировинного матеріалу.

Встановлено, що одночасно з екстракцією целюлози спостерігається видалення оксидів металів із рисового лушпиння.

Послідовна реалізація двох стадій екстракції дозволяє збільшити ступінь екстракції компонентів, які містять карбон, тим самим збільшити вміст колоїдного кремнезему у твердому залишку.

Для одержання діоксиду кремнію підвищеної чистоти у процес включається стадія спалювання твердого залишку.

Термічне розкладання рисового лушпиння. Процес термічного оброблення проводять в одну стадію в середовищі повітря при $T=885-913$ К ,

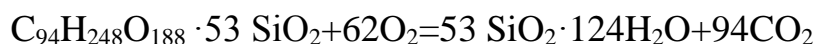
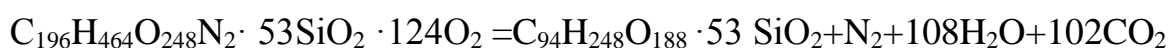
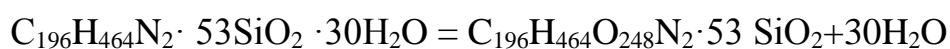
після чого отримуємо аморфний діоксид кремнію високої ступені чистоти 99,9%.

Таблиця 2.2

Елементний склад та технічний аналіз зразку рисового лушпиння після вилучення лігніну[4]

Показник	Метод аналізу	Одиниці вимірювання	Фактичне значення
Зольність на суху речовину	ДСТУ 11022-95; ISO 1171-97	A ^d ,%	31,8
Масова частка вуглецю (C)	ДСТУ 2408.1-95; ISO 625-96	C ^d ,%	23,52
Масова частка водню (H)	ДСТУ 2408.1-95; ISO 625-96	H ^d ,%	4,694
Масова частка азоту (N ₂)	ДСТУ 2408.1-95; ISO 333-83	N ^d ,%	0,28
Масова частка кисню (O ₂)	ДСТУ 1994-76; ISO 625-96	O ^d ,%	39,76

За результатами наведених досліджень, було запропоновано три хімічні реакції, які описують процес термічного розкладу зразку після екстракції лігніну та перетворення в діоксид кремнезему, в середовищі повітря [4].



Для визначення структури зразків діоксиду кремнію, одержаних з твердих залишків після видалення лігніну був проведений їх рентгенофазовий аналіз. На рис. 2.7 зображено рентгенівські дифрактограми зразків діоксиду кремнію, які одержали після термообробки.

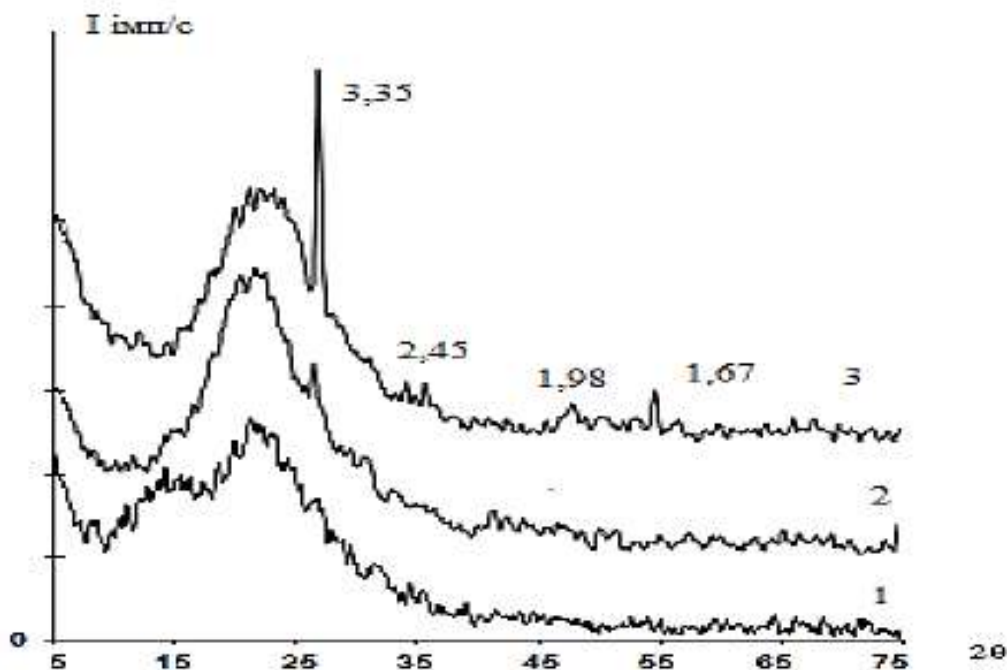


Рис. 2.7 Рентгенівські дифрактограми зразків діоксиду кремнію одержані після термообробки: 1 – 600 °С; 2 – 700 °С; 3 – 800 °С[4]

На дифрактограмі першого зразку, що пройшов термообробку при температурі 600 °С не спостерігаються дифракційні максимуми, які відповідають за вміст кристалічних модифікацій діоксиду кремнію, зразок повністю є рентгеноаморфним [4,50].

2.4 Принципова технологічна схема отримання колоїдного кремнезему

На першій стадії необхідно провести подрібнення рисового лушпиння до розміру частинок 40-200 мкм.

Наступна стадія – **екстракція І** лігніну шляхом введення етилового спирту (95%) та розчину соляної кислоти (3 %мас.) для фракції рисового лушпиння розміром 40–200 мкм дозволяє отримати максимальний ступінь екстракції лігніну при температурі 80 °С. Процес проходить упродовж 6 год., на виході отримуємо лігнін 33% мас. Одержаний лігнін передається на подальшу переробку.

Послідовно проводиться наступна стадія **екстракції II** целюлози з використанням 15%-го водного розчину сульфатної кислоти при температурі 100 °С упродовж 6 годин. На виході отримуємо целюлозу 29,9 % мас., яка переходить на подальшу переробку.

При додаванні водно-кислотного розчину із сировинного матеріалу також відбувається видалення небажаних домішок оксидів металів.

Отриманий залишок подається на подальше пресування упродовж 30 хв., а кислотний розчин, який відділяється, нейтралізують содовим розчином і повторно направляють у цикл для подальшого використання.

Після процесу пресування проводять основну третю стадію процесу – **термічне розкладання** залишку, яке проводиться у повітряному середовищі при температурі 600–700 °С, тиску 0,15 МПа упродовж 15-20 хвилин.

Газові викиди з печі очищаються в циклоні.

Одержаний сухий залишок порошку діоксиду кремнію із 99% мас. та розміром частинок 20-100 нм, направляємо для подальшого подрібнення.

Остаточне подрібнення порошку діоксиду кремнію проводять до розміру 10 нм у кульовому млині та направляють на склад готової продукції.

На рис. 2.8 наведено принципову технологічну схему отримання колоїдного кремнезему.

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

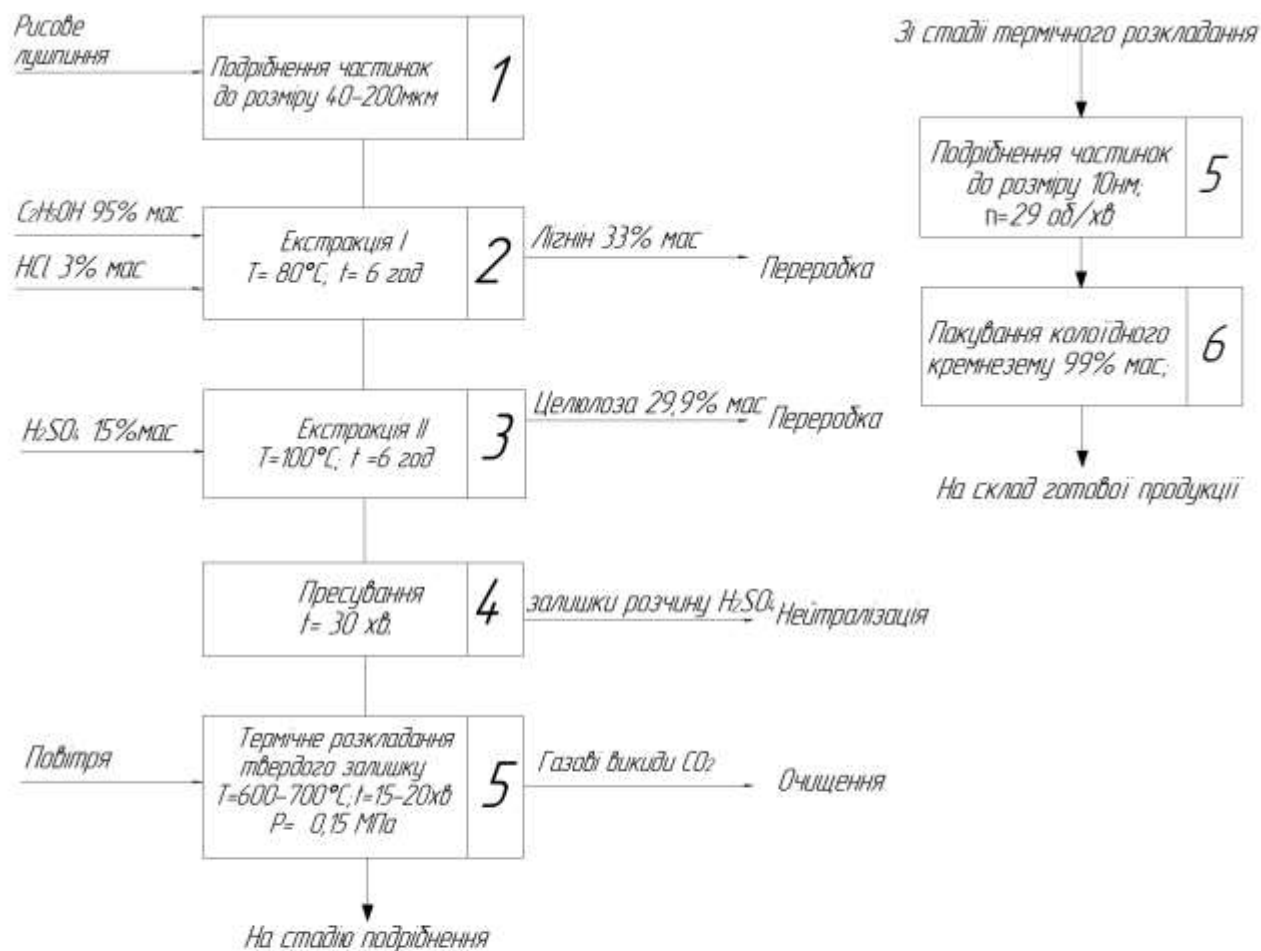


Рис. 2.8 Принципова технологічна схема удосконалення технології отримання колоїдного кремнезему

2.6 Матеріальний баланс

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

При проведенні матеріального розрахунку процесу, необхідно враховувати масу кожного компонента, який надходить в даний апарат – це прихід, а також масу кожного компонента, що виходить з апарату – це витрати. Сума приходу компонентів повинна дорівнювати сумі витрат, незалежно від складу продукту на вході і виході, незалежно від того, яким змінам вони піддавалися 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 вимірювання.

Матеріальний баланс першого процесу екстракції І лігніну наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Матеріальний баланс процесу екстракції І лігніну

Прихід		Витрата	
Речовина	кг/год	Речовина	кг/год
Рисове лушпиння	2500	Проміжний продукт	1750
Екстрагент:		Розчин	19408,225
- спирт етиловий 95% мас.;	17408,475	лігніну в екстрагенті	262,5
- соляна кислота 30%мас.	1512,25	Втрата екстрагенту	
Разом	21420,725	Разом	21420,725

Матеріальний баланс другого процесу екстракції II целюлози наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Матеріальний баланс процесу екстракції II целюлози

Прихід		Витрата	
Речовина	кг/год	Речовина	кг/год
Проміжний продукт	1750	Другий проміжний продукт	1275
Екстрагент:			
- вода;	14572,75	Розчин целюлози в екстрагенті	7745,75
- сірчана кислота 98%мас.	2898	Втрата екстрагенту	200
Разом	19220,75	Разом	19220,75

Матеріальний баланс процесу термічної обробки твердого залишку після екстракції в повітряному середовищі наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Матеріальний баланс процесу термічної обробки та подрібнення твердого залишку після екстракції

Прихід		Витрата	
Речовина	кг/год	Речовина	кг/год
Другий проміжний продукт	1275	Діоксид кремнію	570
Волога з матеріалом	200	Газоподібні продукти	2242,5
Повітря	1337,5		
Разом	2812,5	Разом	2812,5

Таблиця 2.4

Зведений матеріальний баланс отримання колоїдного кремнезему

Матеріальний баланс процесу екстракції I лігніну			
Прихід		Витрата	
Речовина	кг/год	Речовина	кг/год
Рисове лушпиння	2500	Проміжний продукт	1750
Екстрагент:		Розчин лігніну в екстрагенті	9408,225
- спирт етиловий 95% мас.;	17408,475	Втрата екстрагенту	262,5
- соляна кислота 30% мас.	1512,25		
Разом	21420,725	Разом	21420,725
Матеріальний баланс процесу екстракції II целюлози			
Проміжний продукт	1750	Другий проміжний продукт	1275
Екстрагент:		Розчин целюлози в екстрагенті	7745,75
- вода;	14572,75	Втрата екстрагенту	200
- сірчана кислота 98%мас.	2898		
Разом	19220,75	Разом	19220,75
Матеріальний баланс процесу термічної обробки та подрібнення твердого залишку піся екстракції			
Другий проміжний продукт	1275	Колоїдний кремнезем	570
Волога з матеріалом	200	Газоподібні продукти	2242,5
Повітря	1337,5		
Разом	2812,5	Разом	2812,5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Арк.

48

Енергетичні витрати на виробництво колоїдного кремнезему з рисового лушпиння підвищеної чистоти

Енергетичні витрати на виробництво колоїдного кремнезему з рисового лушпиння підвищеної чистоти розраховували з урахуванням продуктивності та потужності обладнання для переробки 2500 кг рисового лушпиння.

Розрахунок енергетичних витрат визначали за формулою:

$$E=N \cdot \tau,$$

де N – потужність установки, кВт;

τ – тривалість роботи установки, год.

Тривалість роботи установки розраховували за формулою:

$$\tau = \frac{M}{P}$$

де M – кількість продукту, який необхідно одержати, кг;

P – продуктивність установки, кг/год.

Розраховані енерговитрати для одержання колоїдного кремнезему при переробці 2500 кг рисового лушпиння/год занесено до табл 2.5.

Таблиця 2.5

Енерговитрати технологічного обладнання для одержання колоїдного кремнезему при переробці 2500 кг рисового лушпиння/год.

Найменування обладнання	Потужність N , кВт·год
Екстрактор	180
Обертova піч	37,5
Центробіжний млин	62,5
Випарник	150
Кульовий млин	9,8
Всього	439,8

Тепловий баланс отримання колоїдного кремнезему

1. Розрахуємо кількість теплоти для процесу екстракції I лігніну:

$$G_1=2500\text{кг}, T_1=293\text{ К}, C_{p1}=2,0\text{ Дж/г [14]}. Q_1=G_1*C_{p1}*(293-273)= 2500 \\ *2.0*20=100\ 000\ \text{Дж}$$

Нагрівання проводять паром з показниками:

$$G_2=13680\ \text{кг}, T_2=353, C_{p2}=2,0\ \text{Дж/г [14]}.$$

$$Q_2=G_2*C_{p2}*(T_2-273)=13680*(353-273)=1094400\ \text{кг*К}$$

Для екстракції лігніну $G_3=1750\ \text{т}, T_3=353\ \text{К}, C_{p3}=4,33\ \text{кДж/кг*град}.$

$$Q_3=G_3*C_{p3}*(T_3-273)=1750*4.33*(353-273)=606200$$

Для пари $G_4=13680\ \text{т}, T_4=297\ \text{К}, C_{p4}=2,13\ \text{кДж/кг*град}.$

$$Q_4=G_4*C_{p4}*(T_4-273)=13680*2,23*(297-273)=732154$$

2. Розрахуємо кількість теплоти для процесу екстракції II целюлози:

$$G_1=21420,725\ \text{кг}, T_1=293\ \text{К}, C_{p1}=4,22\ \text{кДж/кг*град [14]}.$$

$$Q_1=G_1*C_{p1}*(293-273)= 21420,725 *4.22*20=1807909,19$$

Нагрівання проводять водою з показниками:

$$G_2=19220,75\ \text{т}, T_2=303, C_{p2}=2,23\ \text{кДж/кг*град [14]}.$$

$$Q_2=G_2*C_{p2}*(T_2-273)= 19220,75 *2.23*(303-273)=1285868$$

Для екстракції целюлози $G_3=1750\ \text{т}, T_3=373\ \text{К}, C_{p3}=4,33\ \text{кДж/кг*град}.$

$$Q_3=G_3*C_{p3}*(T_3-273)=1275*4.18*(373-273)=5429,5$$

Для води $G_4=13680\ \text{т}, T_4=297\ \text{К}, C_{p4}=2,13\ \text{кДж/кг*град}.$

$$Q_4=G_4*C_{p4}*(T_4-273)= 19220,75 *4,18*(303-273)=2583268$$

3. Термічне розкладання здійснюється з допомогою гарячого повітря з показниками: $G_2=3000\ \text{т}, T_2=438\ \text{К}, C_{p2}=1,0\ \text{кДж/кг*град [14]}.$

$$Q_2=G_2*C_{p2}*(T_2-273)=3000*1.0*(438-273)=495000$$

2.4 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання

Розрахуємо розміри барабанного кульового млина, робочу і критичну швидкість обертання барабана, розміри та масу молотильних тіл і потужність електродвигуна. ККД привода приймаємо рівним $\eta = 0,9$.

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

Продуктивність $Q = 570$ кг /год; коефіцієнт заповнення $\varphi = 30\%$; максимальна величина частинок у початковому матеріалі $d_n = 150$ мкм = 0,15 мм; кінцевий розмір частинок $d_k = 10$ нм = 0,00001 мм; відношення довжини до діаметра барабана $z = 2,5$.

Для визначення діаметра барабана скористаємось формулою продуктивності млина [30]:

$$Q = K \cdot V \cdot D^{0,6}, \text{ т/год}$$

де K – коефіцієнт пропорційності, залежний від крупності початкового і кінцевого матеріалу;

V – об'єм барабан, м³;

D – внутрішній діаметр барабана, м.

Коефіцієнт K визначається за формулою:

$$K = (2,3 \cdot 10^{-3} \dots 8 \cdot 10^{-3}) d_n / d_k,$$

$$K = 5 \cdot \frac{10^{-3} d_n}{d_k} = 5 \cdot 10^{-3} \frac{0,15}{0,00001} = 75$$

Беремо відношення барабана до його діаметра рівним 2,5 ($L = 2,5D$), отримаємо

$$Q = K \cdot V \cdot D^{0,6} = 75 \cdot 0,785 \cdot D^2 \cdot 2,5D \cdot D^{0,6} = 147,2 D^{3,6},$$

$$D = \left(\frac{Q}{1,3} \right)^{\frac{1}{3,6}} = \left(\frac{0,75}{1,3} \right)^{0,28} = 0,86 \text{ м.}$$

Довжина барабана дорівнює $L = 2,5D = 2,5 \cdot 0,86 = 2,15$ м.

Критичну швидкість барабана розраховуємо за формулою:

$$\omega_k \leq \sqrt{\frac{g}{R}} = \sqrt{\frac{9,81}{0,6}} = 4,04 \frac{\text{рад}}{\text{с}},$$

де R – радіус внутрішньої поверхні барабана, м.

Критична частота обертання барабана дорівнює

$$n_k = 30 \frac{\omega_k}{\pi} = 38,6 \text{ об/хв.}$$

Робочу частоту обертання барабана візьмемо рівною

$$n_p = 0,75 n_k = 0,75 \cdot 38,6 \approx 29 \frac{\text{об}}{\text{хв.}}$$

Розмір куль, завантажуваних у барабан, залежить від розміру частинок матеріалу, що подрібнюється, і готового продукту, та може бути визначений за емпіричним співвідношенням [29]:

$$d_{ш} = 4,8(\lg d_{к})\sqrt{d_{н}} = 4,8(\lg 10)\sqrt{0,15} = 18 \text{ мм},$$

де $d_{н}$ – розмір матеріалу до подрібнення, мм;

$d_{к}$ – розмір частинок матеріалу після подрібнення, мкм.

Кульове завантаження барабаних млинів складає приблизно 30% від об'єму барабану, коефіцієнт заповнення барабану молотьними тілами дорівнює $\varphi = 0,3$.

Коефіцієнт заповнення розраховуємо за формулою:

$$\varphi = \frac{M_{ш}}{\rho_{н}V},$$

де $M_{ш}$ – маса куль, кг;

$\rho_{н}$ – насипна щільність, 4100 кг/м³.

Визначаємо масу кульового завантаження:

$$M_{ш} = \varphi\rho_{н}V = 0,3 \cdot 4100 \cdot 0,785 \cdot 1,32^2 \cdot 0,57 \approx 959,0 \text{ кг}.$$

Визначимо параметри кульового завантаження млина. Маса однієї сталеві кулі діаметром $d_{ш} = 18$ мм дорівнює

$$m_{ш} = \frac{4}{3}\pi r_{ш}^3\rho = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (9 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 7800 = 0,024 \text{ кг},$$

де $r_{ш}$ – радіус кулі, м;

ρ – щільність сталі, 7800 кг/м³.

Число куль у завантаженні складає

$$z = \frac{M_{ш}}{m_{ш}} = \frac{959}{0,024} \approx 39958.$$

Потужність електродвигуна визначимо за формулою:

$$N = 0,39 m_3 R \omega \frac{g}{\eta},$$

де m_3 – маса завантаження, що складається з маси $M_{ш}$ молотьних тіл та маси матеріалу, що подрібнюється, яку приймаємо рівною 14% маси молотьних тіл:

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

$$m_3 = 1,14M_{ш} = 1,14 \cdot 959 = 1093 \text{ кг} = 1,1 \text{ т.}$$

Маса матеріалу, який подрібнюють, що знаходиться у млині, дорівнює:

$$m_u = 0,14M_{ш} = 0,14 \cdot 959 = 134,3 \text{ кг.}$$

Звідси

$$N = 0,39m_3R\omega \frac{g}{\eta} = 0,39 \cdot 1,1 \cdot 0,6 \cdot \frac{3,14 \cdot 29}{30} \cdot \frac{9,81}{0,9} \approx 8,5 \text{ кВт.}$$

Установчу потужність двигуна візьмемо на 15% більше розрахункової, для того, щоб подолати інерційний момент при пуску.

$$N_{дв} = 1,15N = 1,15 \cdot 8,5 \approx 9,8 \text{ кВт.}$$

У результаті виконаного розрахунку барабанний кульовий млин продуктивністю 570 кг/год рисового лушпиння при подрібненні його від початкового розміру частинок 150 мкм до кінцевого розміру 10 м повинен мати таку технічну характеристику: внутрішній діаметр барабана $D = 860$ мм; довжина барабана $L = 2150$ мм; частота обертання барабана $n_p = 29$ об/хв; діаметр куль $d_{ш} = 18$ мм; маса кульового завантаження $M_{ш} = 959$ кг; маса кремнезему, що знаходиться у млині $m_n = 134,3$ кг; потужність двигуна $N_{дв} = 9,8$ кВт.

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

відносному русі молольних тіл і частинок матеріалу, а також унаслідок удару [38].

Перевагами барабанних млинів є простота конструкції та зручність в експлуатації.

До недоліків можна віднести [38]:

- невисоку швидкість руху молольних тіл і матеріалу;
- у роботі участь бере тільки частина молольних тіл;
- робочий об'єм барабана використовується тільки на 35...40% .

Підбір основного технологічного обладнання

Екстрактори

Залежно від виду контакту між рідкими фазами:

1. Диференціально-контактні, в яких характер зміни фаз наближається до безперервного.

2. Ступеневі, в яких зміна складу фаз відбувається стрибкоподібно та у кожному ступені здійснюється перемішування та розділення (сепарація фаз).

На фігурі 1 зображено загальний вид секціонованого шнекового екстрактора з проміжним відтиском твердої фази, він складеться із чотирьох секцій.

Шнековий екстрактор з проміжним відтиском являє собою апарат безперервної дії, що складається з корпусу **1** із пристроями введення **2** та виведення **3** екстрагенту та з пристроями підведення **4** та відведення **5** твердої фази.

Апарат розділений на секції поперечними кільцевими перегородками **6**. Кожна секція складається з двох жорстко звязаних частин : циліндрична **7** , конічна **8**. Циліндрична частина секції є перфорованим циліндром, а конічна частина секції представляє собою перфорований зрізаний конус .

Усередині кожної секції встановлено шнек **9**. Шнек у різних частинах секції має різну форму. Шнеки змонтовано на загальному валу **10**, який приводиться в рух від приводної станції . Між секціями є встановлені

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

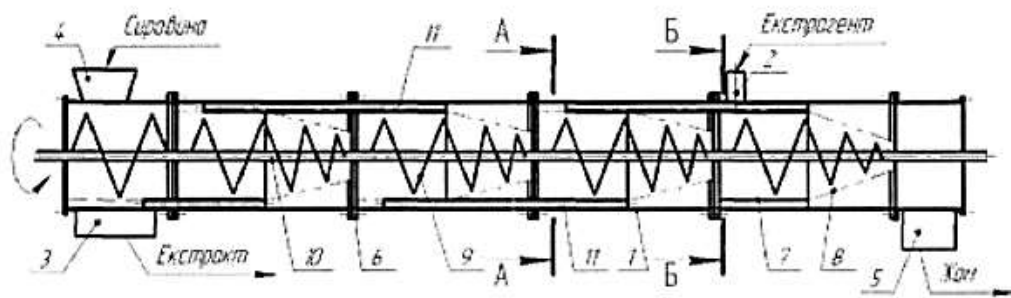
перегородки , для того аби запобігти виходу рослинної сировини з об'єму секцій. Крізь кільцеві перегородки проходять відвідні трубки **11**, які сполучають між собою сусідні секції і служать для організації руху рідкої фази. Для того щоб зменшити втрати екстрагента із відпрацьованою сировиною збільшують стуїнь спресовування сировини в останній секції.

Відвідні трубки розміщуються по чергово, непарні зєднують попередню секцію з розглядуваною (поз. на перерізі А-А), парні розглядувану секцію з наступною [39].

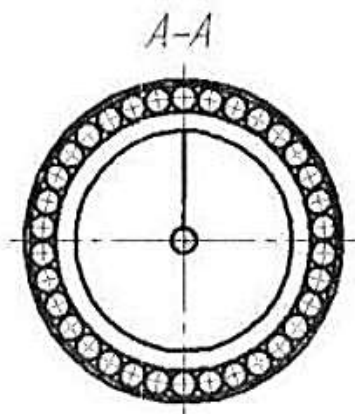
Принцип роботи екстрактора.

Тверда фаза вводиться в першу секцію екстрактора через пристрій **4**, змішується з рідкою фазою та транспортується **9** шнеком . Потім тверда фаза підпресовується за рахунок зменшення діаметра конуса **8** і зменшення кроку шнека **9**, внаслідок цього витискується через перфоровану поверхню конічної частини секції **8** рідка фаза. Після проходження першої секції тверда фаза витискується у другу секцію, розпушується і процес повторується знов. Після проодження через всі секції, тверда фаза у вигляді жому вивантажується з екстрактора пристроєм **5**.

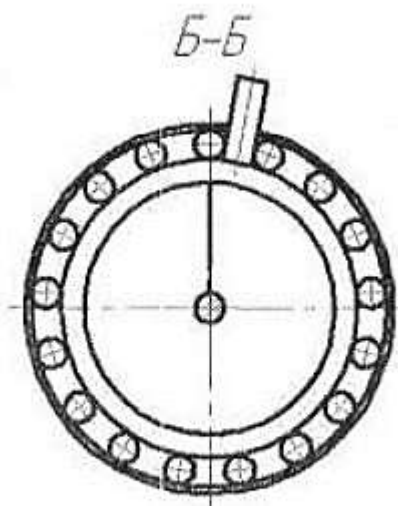
У циліндричну частину останньої секції **7** через патрубок **2** вводиться екстрагент, перемішується з твердою фазою та рухається з нею до конічної частини секції **8**, там відпресовується через перфорацію конічної частини **8**. Із конічної частини по відвідних трубах **11** подається екстрагент до циліндричної частини попередньої секції **7**, процес повторується знову. Після контактування з твердою фазою, пройшовши послідовно через всі секції, екстрагент у вигляді екстракту виводиться черех патрубок **3** [39].



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

Рис. 2.7 Принцип роботи екстрактора

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Циклон

Пиловловлювач ВЗП-300 – ефективний пиловловлювальний агрегат на ринку України.

Має продуктивність: 2500 м³/год (по повітряю).

Діаметр: 300 мм.

Висота: 1710 мм.

Розмір патрубків: 198×78 мм.

Маса: 116 кг.

Пиловловлювач ВЗП-300 є універсальним агрегатом серед інших пилоуловлюючих апаратів на ринку аспіраційного обладнання і України. Його використання практично немає меж, адже, він широко використовується у всіх сферах промисловості. ВЗП-300 використовують для того, щоб видалити дрібний пил та пил середніх розмірів у системах пневмотранспорту і аспірації повітряних потоків. Циклон ВЗП-300 є дуже ефективним у роботі в умовах присутності пилу від глини, піску, руди, силікату, азбесту.

Масова концентрація пилу в очищувальному газі, г/м³ – 250, для пилу, що злипається слабо, не більше 1000, для пилу, що має середній відсоток злипання 250.

Температура очищувального газу, не більше 400 °С.

Тиск розрідження 1307 Па.

Коефіцієнт гідравлічного опору циклонів: для одиночного виконання 50.

Оптимальна швидкість пиловловлювача 6,6 м/с.

Прес шнековий

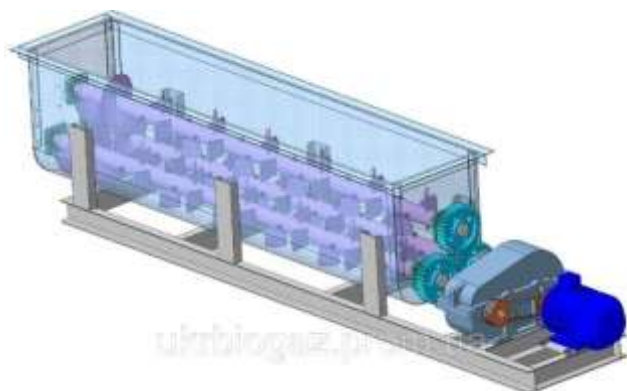


Рис. 2.8 Модель шнекового пресу

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

Серії шнекових пресів є одними з найефективніших у своєму сегменті обладнання. Сама конструкція шнекових пресів досить проста та надійна. У міцному корпусі розташований шнек. Зону роботи шнека можна умовно поділити на дві частини. У першу частину подіється шихта, яка пресується, де шнек захоплює її та, ущільнюючи, подає далі у зону транспортування та ущільнення. У другій зоні зменшується крок витків шнека. У цій камері відбувається пресування, де проходить найвище зусилля та стискання, яке виштовхує пресований матеріал через формувальну фільтру [40].

Шнековий прес –325:

- Має продуктивність 3000-4000 кг/год;
- Тиск пресування – 275 кг/см;
- Частота обертання основного шнека – 0-75 об/хв;
- Частота обертання шнека підпресувальника – 0-35,5 об/хв;
- Регулювання частоти обертання шнеків – частотний перетворювач;
- Потужність електродвигуна головного приводу – 30 кВт;
- Потужність електродвигуна підпресувальника – 3 кВт;
- Термонагрівач – 3 кВт;
- Обрізний механізм – 1,1 кВт;
- Габарити - 1800×2200×2200 мм;
- Маса – 1250 кг.

Шнековий транспортер

Шнековий транспортер, призначений для сипких та вологих матеріалів. Його використовують у всіх сферах виробництва.

Шнекові транспортери класифікують:

- по нахилу жолоба (горизонтальні, крутопохилі, вертикальні);
- за напрямом спіралі;
- по змінності кроку і діаметра гвинта;

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

- за конструктивним виконанням гвинта (суцільні, лопатеві, стрічкові, фасонні).

Шнековий транспортер КВ – 160:

- Має діаметр гвинта 160 мм;
- Крок гвинта 160 мм;
- Частота обертання 71 об/хв;
- Продуктивність 3 т/год;
- Найбільша довжина конвеєра 20 м;
- Встановлена потужність приводу 1,1 кВт;
- Ширина конвеєра (без приводу), не більше 260 мм;
- Висота конвеєра (без приводу), не більше 330 мм;
- Маса транспортера (без приводу), не більше 40кг;

До позитивних властивостей шнеків відносяться нескладність технічного обслуговування, простота пристрою, невеликі габаритні розміри, герметичність, зручність. До негативних якостей шнеків можна віднести значне стирання і подрібнення вантажу, висока питома втрата енергії, підвищений знос ринви і гвинта. Форма гвинта обирається в залежності від виду транспортованого вантажу [41].

Насоси

Хімічний насос МВ

Ємність 2000 л

Розміри 1340*1500

Загальна висота 2900

Технічні характеристики:

- Варіанти виконання: поліпропілен, полівінілденфторид;
- Механічне манжетне ущільнення;
- Зручність технічного обслуговування і заміни комплектуючих деталей;
- Вартість запчастин – низька;
- Перевагою є експлуатаційна висота всмоктування;

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

- Не містить зварних з'єднань;
- Має високу продуктивність – від 6 до 75 м³/год;

Опис роботи:

Є дві конфігурації з різними торцевими ущільненнями:

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

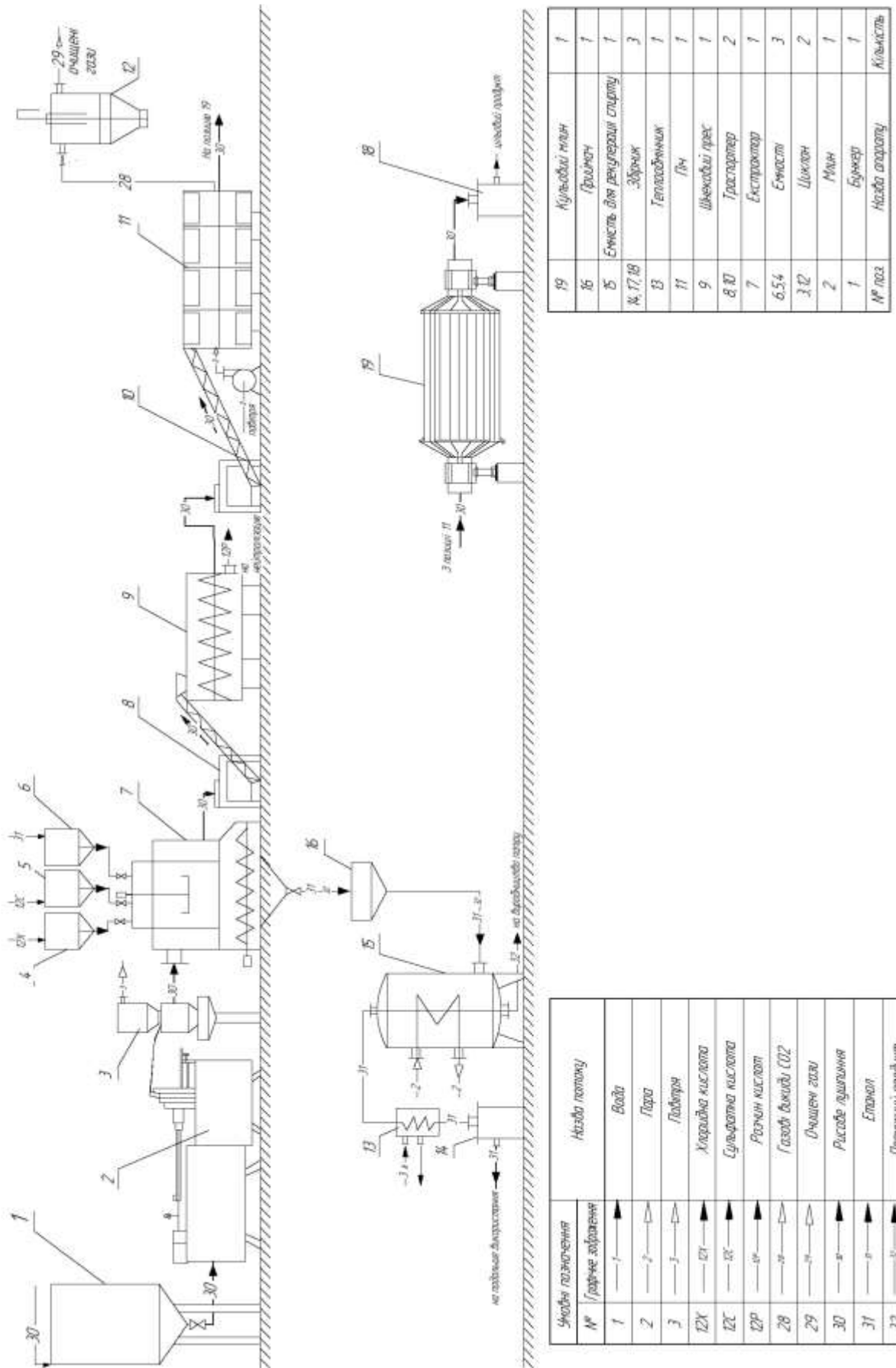
TS= BELLOW SEALS (ПТФЕ з карбідом кремнію і керамічними кільцевими ущільнювачами): для експлуатації у більш жорсткіших умовах і для дуже брудних рідин.

За можливістю вибору матеріалу комплектуючих частин насоса, ми можемо забезпечити найбільш правильну хімічну сумісність з рідиною та навколишнім середовищем з урахуванням температури.

2.6 Апаратурна схема процесу одержання колоїдного кремнезему

Згідно розрахованого матеріального балансу процесів технології отримання колоїдного кремнезему та проведеного вибору апаратів, запропоновано апаратурно-технологічну схему отримання колоїдного кремнезему із рисового лушпиння наведену на рис. 2.9.

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



Умови позначення		Назва потоку
№	Групує зображення	Вода
1	1	Гара
2	2	Повітря
3	3	Хлоридна кислота
12K	12K	Сульфатна кислота
12C	12C	Розчин кислоти
12P	12P	Газові викиди CO2
28	28	Очищені гази
29	29	Рисове лушпиння
30	30	Етанол
31	31	Промисловий продукт
32	32	Цільовий продукт
33	33	

19	Кульовий млин	1
16	Фрешер	1
5	Ємність для рециркуляції стурту	1
№, 17, 18	Збірник	3
13	Теплообмінник	1
11	ПЧ	1
9	Шнековий прес	1
8, 10	Трастартер	2
7	Екстрактор	1
6, 5, 4	Ємності	3
3, 12	Циклон	2
2	Млин	1
1	Бункер	1
№ поз.	Назва апарату	Кількість

Рис. 2.9 Апаратурно-технологічна схема процесу одержання колоїдного кремнезему з рисового лушпиння [4]

Вихідне рисове лушпиння з бункера **1** надходить до центробіжного млина ударно-відбиваючої дії **2**, в якому воно подрібнюється до частинок розміром 40–200 мкм. На виході з млина **2** частинки рисове лушпиння уловлюються циклоном **3** та рукавними фільтрами. Подрібнене рисове лушпиння направляється в реактор з мішалкою, де проводиться перша стадія процесу – екстракція I етиловим спиртом з добавкою хлоридно кислоти. У реактор подається спиртово-кислотний розчин, де в сорочці реактора підтримується постійна температура 80 °С, $\tau = 6$ год. З екстрактора **7** суспензія, що містить розчинений в етиловому спирті лігнін, направляється в приймач **16** та подається в ємність **15** для подальшої рекуперації спирту. Сульфатна кислота з ємності **5** подається в екстрактор **7** і відбувається друга екстракція, $\tau = 6$ годин. Целюлоза з екстрактора направляється в приймач **16** та подається в ємність **15**. Проміжний продукт йде на переробку паперу. Твердий залишок після другої екстракції подають транспортером **8** під прес **9**, $\tau = 30$ хвилин, кислотний розчин який залишився після пресування подають на нейтралізацію, а далі цільовий продукт транспортером **10** направляється в піч спалювання **11**, де проводиться Термічне розкладання РЛ проводиться при температурі 600–700°C, $\tau = 15-20$ хвилин, $P = 0,15$ МПа у повітряному середовищі. Після термічного розкладання відбувається подрібнення частинок у кульовому млині **19**, розміром 10 нм, $\eta = 29$ об/хв. З млина воно потрапляє у збірник **18**. Одержуємо колоїдний кремнезем 99%, що направляється на склад готової продукції. Газові викиди з печі очищаються в циклоні **12** [4].

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

РОЗДІЛ ІНТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1 У роботі запропонований методичний підхід по визначенню загального економічного ефекту при виготовленні колоїдного кремнезему.

Економічний ефект полягає у забезпеченні галузі обладнанням, що забезпечує більш економічний ефект виробництва колоїдного кремнезему, а також забезпечує зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Таблиця 3.1

Сировина та основні матеріали на 2500 кг для виробництва діоксиду силіцію

Сировина, матеріали	Одиниці виміру	Норми витрат на 570 кг	Ціна одиниці сировини, грн	Сума, грн/ 570 кг
Рисове лушпиння	кг	2500	720	180000
Спирт етиловий 95% мас.	кг	17408,475	150	261127,2
Соляна кислота 30% мас.	кг	1512,25	450	6805,3
Вода	кг	14572,75	30,384	442,78
Сірчана кислота 98% мас.	кг	2898	420	121716
Разом:			570091,1	

Витрати на сировину та основні матеріали на 570 кг готової продукції становлять 570091,1 грн. Транспортні й заготівельні витрати на сировину та основні матеріали будемо приймати в розмірі 5%, що складають 28504,56 грн/570 кг.

Отже, всі витрати складають 598595,66 грн/570 кг.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.064.КР.ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Мишко Д.С.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Біла Г.М.				64	
Реценз.					НУХТ Каф. ТЖХТ		
Н. Контр.		Подобій О.В.					
Затверд.		Носенко Т.Т.					

**ТЕХНІКО-
ЕКОНОМІЧНЕ
ОБГРУНТУВАННЯ**

Готовий продукт будемо фасувати у мішки по 30 кг, тому на 570 кг припадає 19 мішків. Розрахуємо допоміжні, пакувальні матеріали на виготовлення.

Таблиця 3.2

Допоміжні, пакувальні матеріали на 570 кг колоїдного кремнезему

Допоміжні, пакувальні матеріали	Кількість	Норми витрат на 570 кг готової продукції	Ціна одиниці, грн	Сума, грн
Мішок №1	шт	19	15	285
Мішок №2	шт	19	0,15	2,85
Етикетка	шт	19	5,3	100,7
Всього				388,55

Витрати на допоміжна, пакувальні матеріали на 570 кг колоїдного кремнезему складають 388,55 грн.

Транспортні витрати на дані матеріали приймаємо у розмірі 5%, що становлять 19,43 грн. за 570 кг готового продукту. Загальні витрати складатимуть 570499,08 грн. за 570 кг.

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

Таблиця 3.3

Вартість витрат енергоресурсів на 570 кг виробництва колоїдного кремнезему

Енергоресурс	Одиниці вимірювання	Норма витрат на 570 кг продукції	Ціна за одиницю ресурсу, грн	Вартість ресурсу, грн/570 кг
Газ	м ³	15	7,9	118,5
Електроенергія	кВт	80	21,12	1689,6
Вода гаряча	м ³	10	97,89	978,9
Вода холодна	м ³	12	30,38	364,56
Всього				3151,56

Енерговитрати на 570 кг готового продукту становлять 3151,56 грн.

$P_{\text{факт}} = 570 * 0,8 = 450$ кг; $O = 450 * 250 = 112500$ кг.

Таблиця 3.4

Основна заробітна платня робітників, що працюють за погодинною системою оплати праці

Професія	Кількість робітників на зміну	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Тривалість зміни, год	Тарифний фонд заробітної плати, грн.
Інженер-технолог	1		125	8	8395000
Апаратник	2		81	8	10879920
Лаборант	1		81	8	5439960
Укладальник-пакувальник	2		76	8	638020
Підсобний робітник	1		72	8	604440
Всього					25957340

Отже, повні витрати на 570 кг виробництва складуть = 41 485,56 грн

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ					Арк.
										66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

РОЗДІЛ IV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

4.1 Хімічний склад готового продукту визначають за допомогою застосування рентгенофазового аналізу, який виконується на дифрактометрі ДРОН – 3 в Cu_α випромінюванні. Ідентифікацію фаз здійснено за допомогою рентгенографічної картотеки [4].

Мікроструктуру порошків визначено за допомогою електронного мікроскопа РЕММА-1061 та оптичної мікроскопії.

За фізико-хімічними показниками діоксид кремнію повинен відповідати нормам, які зазначені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Фізико-хімічні показники діоксиду кремнію

Показник	Характеристика, норма
Колір	Білий
Запах	Відсутній
Смак	Солодкуватий
Масова частка нелетких речовин з фтористо-водневою кислотою, %	Не більше 0,2
Масова частка втрат про жарюванні, %	Не більше 1,5
Масова частка нітратів, %	Не більше 0,002
Масова частка сульфатів, %	Не більше 0,015
Масова частка хлоридів, %	Не більше 0,001
Масова частка заліза, %	Не більше 0,002
Масова частка, %	Не більше 0,002
Масова частка важких металів (Pb), %	Не більше 0,02
Масова частка силіцій оксиду, %	Не менше 98

<i>ННХТ.ХТ-4-13.023.161.067.КР.ПЗ</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Мишко Д.С.		
Перевір.		Біла Г.М.		
Н. Контр.		Подобій О.В.		
Затверд.		Носенко Т.Т.		
ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ			Літ.	Арк.
			67	Аркушів
			<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>	

Методи аналізу

Для зважування застосовують лабораторні ваги другого класу точності з найбільшою межею зважування 200 г і ціною поділки 0,1 мг і третього класу точності з найбільшою межею зважування 500 або 1 кг з ціною поділки 10 мг або четвертого класу точності з найбільшою межею зважування 200 г із ціною поділки 1 мг.

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

Маса середньої проби повинна бути не менше 30 мг.

Визначення масових часток колоїдного кремнезему, втрат при прожарюванні і нелетких з фтористо-водневої кислотою речовин .

Близько 2,0 г (точна наважка) препарату поміщають в платиновий тигель, попередньо прожарений до постійної маси і зважений , прожарюють до постійної маси про 800-900 С, охолоджують і зважують.

Фтористоводневу кислоту нагрівають на електричній плитці з азбестом у витяжній шафі до повного випаровування рідини і парів сірчанох кислоти. Далі прокалюють ще 5 хв за температури 600-700 С , охолоджують і зважують.

Одночасно в тих же умовах визначають нелеткий залишок у застосовуваних реактивах.

Визначення масової частки нітратів

2,00 г (точна наважка) препарату поміщають в конічну колбу місткістю 50 мл води і доводять до мітки. Колбу поміщають на водяну баню і витримують 10-15 хвилин. Вміст колби охолоджують , доводять об'єм водою до мітки і фільтрують через фільтр, промитий гарячою водою, в конічну колбу, відкидаючи першу порцію фільтрату. Отриманий фільтрат (відповідає 0,5 г препарату) поміщають піпеткою в випарювальну чашу місткістю 25 мл.

Сухий залишок кількісно переносять з водяної бані в конічну колбу, охолоджують.

Визначення проводять методом із застосуванням індигокарміна.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Субстанцію вважають відповідним вимогам цього стандарту, якщо забарвлення аналізованого розчину, яке спостерігається на тлі молочного скла, що не буде слабкіше забарвлення розчину, який проготовлено одночасно з аналізованих таким же чином і містить у такому ж обсязі .

Визначення масової частки сульфатів

Візуально-нефелометричним способом або фототурбідиметричним методом.

1,00 г препарату поміщають в конічну колбу місткістю 100 мл, доводять водою до мітки.

Дадуть соляної кислоти. Вміст колби нагрівають до кипіння, при постійному перемішуванні, киплять 5 хв, після цього охолоджують, доводять об'єм водою до мітки і фільтрують через фільтр « синя стрічка», ретельно промитий гарячою водою, у конічну колбу , відкидаючи першу порцію фільтрату.

Отриманий фільтрат (відповідає 0,5 г препарату) поміщають циліндром в конічну колбу, додають розчин крохмалю і 3 г розчину барію хлориду, ретельно струшують .

Субстанцію вважають відповідним вимогам стандарту, якщо маса сульфатів не перевищуватиме: для препарату чистий для аналізу – 0,075 мг розчину соляної кислоти розчину крохмалю і розчину барію хлориду.

Визначення масової частки важких металів

Визначення проводять тіоацетамідним методом. Аналіз закінчують фотометрично або візуально.

0,50 г субстанції поміщають у платиновий тигель, змочують 0,5 л води і додають 0,1 г сірчаної кислоти.

Технічні умови фтористоводневої кислоти, нагрівають на електричній плитці з азбестом, вимірювання проводять у витяжній шафі до повного випаровування рідини і парів сірчаної кислоти. Потім прожарюють ще 5 хв. про температурі 500 °С і охолоджують.

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

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

Технічні умови калію-натрію, перемішують, нейтралізують розчином гідроксиду натрію до рН 7, додають надлишок розчину натрій гідроксиду, розчин тіоацетаміда, доводять об'єм до мітки, перемішують і через 10 хв. фотометрично перевіряють.

Перпарат відповідає вимогам стандарту, якщо маса важких металів не перевищуватиме для субстанції чистої для аналізу – 0,015 мг.

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

РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 До факторів, від яких напряму залежить безпека людини, належать: *механчні*, а саме, рухомі машини та механізми (збірники з мішалками, приводи, вали, висота, пересувні, частини апаратів); електробезпека – можливість враження струмом при доторканні до кабелів, електричних дротів, електрообладнання, що знаходиться під напругою; електронасоси, силові трансформатори, електродвигуни мішалок, газодувки, статична електрика.

Хімічні фактори: розчини кислот, газові викиди.

Шкідливі фактори, до них належать: параметри мікроклімату, освітлення, шум від насосів, циклона та ін., вібрація (від насосів, компресора), повітря робочої зони, потенційна небезпека зараження вірусами від сировини.

Освітлення повинно достатньо освітлювати приміщення і підходить для всіх операцій, повинно бути забезпечене в усіх приміщеннях.

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

Для виконання виробничих операцій повинна бути достатня вентиляція.

Приміщення варто розташовувати, проектувати, будувати та використовувати так, щоб: гарантувати захист продукції; забезпечувати ефективну очистку і при необхідності санітарну обробку і технічне обслуговування; мінімізувати ризик переплутування рекомендації продукції, сировини та пакувальних матеріалів.

Трубопроводи та вихід для повітря повинні бути встановлені таким чином, щоб краплі або конденсат не забруднювали матеріали, продукцію, поверхні та обладнання.

					ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.067.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мишко Д.С.			ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Біла Г.М.					67	
Н. Контр.		Подобій О.В.				НУХТ Каф. ТЖХТ		
Затверд.		Носенко Т.Т.						

До небезпечних факторів відносять: загазованість, запиленість (при розгерметизації, пилезбірників, трубопроводів) приміщень наявність отруйних та вибухонебезпечних речовин, термічна небезпека від нагрітих поверхонь топки та гранулятора.

Пожежна безпека – це електромережі, природний газ, горючі речовини, високі температури, використання відкритого полум'я .

Засобами захисту від небезпек механічного характеру можуть бути: огороження суцільними кожухами і металевими сітками рухомих частин обладнання. Горизонтальні ремінні передачі захищаються з усіх боків, вертикальні на висоту до двох метрів.

Правила будови та безпечної експлуатації посудин, які проацюють під тиском. Забороняється експлуатація обладнання, що проацює під тиском, з простроченим терміном експлуатації, без клейма, вказівки наступного строку повірки.

Для усунення небезпеки експлуатації систем під підвищенням тиском застосовується запірна арматура, приклади контролю і запобіжні пристрої.

На апараті повинно бути вказано допустимий тиск в апараті, дата, місяць, рік останнього гідравлічного випробування апарату, дата наступного гідравлічного випробування.

У разі перевищення тиску на обладнанні передбачений аварійний клапан.

Основними заходами захисту від впливу електричного струму: захисного заземлення; занулення; захисного відключення, захист від переходу високої напруги в мережу низької напруги; захисне розділення мереж.

Затосування електрозахисних засобів персоналом при експлуатації установок.

Концентрація шкідливих хімічних речовини в повітрі робочої зони виробничого приміщення у період виробництва повинні відповідати вимогами.

Гранично допустимі концентрації (ГДК) діоксиду кремнію у повітрі робочої зони наведено у табл. 5.1

Таблиця 5.1

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

Гранично допустимі концентрації діоксиду кремнію у повітрі робочої зони

Речовина	ГДК, мг/м³
Діоксид кремнію з вмістом SiO ₂ ,%	
До 10	4
10 – 70	2
Більше 70	1

Відповідно до санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень, затверджених наказом МОЗ України. Показниками, котрі характеризують мікроклімат, є: температура повітря; Зм. Лист № докум. Підпис Дата Лист 71 ПОХНВ.Г.00.00.00 ПЗ відносна вологість повітря; швидкість руху повітря; інтенсивність теплового випромінювання. Оптимальні показники мікроклімату поширюються на всю робочу зону, допустимі показники встановлюються диференційовано для постійних і непостійних робочих місць. Оптимальні і допустимі показники температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень повинні відповідати значенням, зазначеним.

У кабінах, на пультах і постах керування технологічними процесами, в залах обчислювальної техніки та інших виробничих приміщеннях при виконанні робіт операторського типу, пов'язаних з нервово-емоційним напруженням, повинні дотримуватися оптимальні величини температури повітря 22-24 °С, його відносної вологості 60-40 % і швидкості руху (не більше 0,1 м/с). Перелік інших виробничих приміщень, в яких повинні дотримуватися оптимальні норми мікроклімату, визначається галузевими документами, узгодженими з органами санітарного нагляду в установленому порядку. Визначення категорії робіт персоналу за важкістю, оптимальні і допустимі метеорологічні умови для робочої зони приміщення в додатку. Фактичні параметри мікроклімату відповідають

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

нормативним. вимогам «ДНАОП 0.03- 3.15-86 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень N 4088-86». Коливання температури повітря по горизонталі в робочій зоні, а також протягом зміни допускаються до 4 °С – при легких роботах, до 5 °С – при середній тяжкості роботах до 6 °С – при важких роботах, при цьому абсолютні значення температури повітря, виміряної на різній висоті і в різних ділянках приміщень протягом зміни, не повинні виходити за межі допустимих величин. Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування на постійних і непостійних робочих місцях не повинна перевищувати 35 Вт/м₂ при опроміненні 50% поверхні тіла і більше, 70 Вт/м₂ – при величині опромінюваної поверхні від 25 до 50% і 100 Вт/м₂ – при опроміненні не більше 25% поверхні тіла.

Для зниження рівня шуму і вібрації можливо впровадити наступні заходи:

- Поліпшити умови експлуатації робочого обладнання;
- Провести роботи по зменшенню биття обертових вузлів і механізмів;
- Застосувати демпфуючі матеріали (гума, повсть і т.д.);
- Застосувати звукоізоляцію і віброізоляція обладнання;
- Застосувати звукопоглинаюче облицювання приміщення.

Для уникнення можливості загоряння організовано:

- регулярну перевірку справності електроприладів та електроустаткування, а також ізоляції електропроводів та заземлення приладів;
- не допускається перегрів приладів;
- проходи до електричних щитків і виходів з приміщень НДЦ не загороджуються. В коридорі обладнаний щит з набором протипожежного інвентарю: вогнегасники, ящики з піском та пожежний гідрант.

Крім того, приміщення, де проводяться роботи з вогненебезпечними речовинами і нагрівальними приладами, додатково обладнання вогнегасниками і ящиками з піском.

При роботі з хімічними речовинами обов'язково потрібно захистити себе рукавичками, спеціальним захисним одягом, окулярами.

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

Для захисту персоналу від пилу передбачені індивідуальні засоби захисту: застосування протипилового одягу, респіраторів, захисних окулярів, марлевих пов'язок, протигазів.

Для нормалізації повітря робочої зони проектом передбачено використання системи штучної вентиляції. Природний обмін повітря здійснюється за допомогою вікон.

Для нормалізації мікроклімату застосовуємо змішану загальнообмінну вентиляцію, для рівномірного повітрообміну. Місцева вентиляція служить для подачі свіжого повітря до робочого місця. Аерація – передбачена для видалення забрудненого повітря з місця його утворення.

Для підвищення ефективності вентиляційних систем передбачена герметизація всього технологічного обладнання та укриття місць пиловидалення із пристроєм місцевих відсмоктувачів.

Передбачено аварійну вентиляцію (тільки витяжна), призначена для швидкого видалення великих кількостей шкідливих та вибухонебезпечних речовин, а також забрудненого пилом повітря, що виникає при порушеннях технологічного процесу або аваріях технологічного обладнання.

Для контролю мікроклімату використовуються: термометри, психрометри.

Кожен із працівників має вміти надавати допомогу потерпілому в разі нещасного випадку:

- при попаданні кислоти або кислих розчинів на тіло або в очі, ушкоджене місце необхідно швидко промити струменем чистої води та негайно звернутися в медпункт за медичною допомогою;
- при термічних опіках, незалежно від ступеня опіку, на вражене місце необхідно накласти стерильну пов'язку, не допускаючи пошкодження обпеченої шкіри, та негайно звернутися до лікаря;
- при закритих переломах кісток кінцівок необхідно накласти шину або інший допоміжний матеріал (доску, планку) до пошкодженої кінцівки та викликати швидку допомогу;

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

- якщо працівник вражений електричним струмом , йому необхідно надати допомогу згідно “Інструкції по надаванню першої допомоги при враженні електричним струмом”;
- при отруєнні, задусі природнім газом потерпілого необхідно вивести з загазованого середовища на свіже повітря, розстебнути одяг, дати понюхати нашатирний спирт та відправити в медичний пункт, а при необхідності викликати лікаря.

Екологія виробництва – це ще одне надважливе питання.

Для першої стадії екстракції використовується спирт і кислота. Після екстракції спиртово-кислотну суміш подають на рекуперацію.

При виробництві кремнезему, після стадії екстракції виділяється лігнін.

Лігнін - це ароматична частина деревинної речовини. З аналітичної точки зору лігнін розглядає як ту частину деревини, яка виходить у вигляді нерозчинного «негідролізуемого» залишку після видалення екстрагуючих речовин і повного гідролізу полісахаридів концентрованою сильною мінеральною кислотою. Насправді лігнін не можна вважати негідролізованим полімером, оскільки при дії кислот в лігніні можуть гідролізуватися вуглевод-кисневі зв'язки, але зберігаються існуючі в йому вуглевод-вуглецеві зв'язки утворюються нові. Лігнін входить до складу деревини і в процесі пресування виступає в ролі природного зв'язувального матеріалу, що додає щільності брикету. Деревина листяних порід може містити від 20% до 30% лігніну, хвойних – до 50% [42].

У результаті дії дуже високого тиску при брикетуванні, підвищується температура початкового матеріалу (деревних чи сільськогосподарських відходів), що призводить до вивільнення лігніну. Завдяки цьому матеріал перетворюється в брикет високої щільності.

Брикети є екологічно чистим видом палива, що за калорійністю перевершує звичайні дрова. Їх головною перевагою є сталість температури при згорянні протягом 4 годин. Брикети горять з мінімальною кількістю диму, не стріляють і не іскрять.

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

Позитивним аспектом при використанні деревних брикетів в якості палива є їх мінімальний вплив на навколишнє середовище при згорянні, на відміну від класичного твердого палива, що має таку ж теплотворну здатність.

Після другої стадії екстракції, виділяється целюлоза. Целюлоза — полісахарид, побудований із залишків D-глюкопіранози, пов'язаних між собою глікозидними β -(1→4)-зв'язками загальної формули $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$. У середньому на молекулу припадає 8 тис. залишків глюкози. Целюлозу піддають вторинній переробці, та отримують з неї папір.

Після стадії центрифугування на виході отримуємо залишки розчину кислоти. Залишки кислотного розчину подають для нейтралізації.

Охорона праці

Перед початком роботи на підприємстві, необхідно дотримуватись певних вимог безпеки:

1. перевірити стан спецодягу, одягнути його, повністю все застібнути. Заправити волосся під головний убір.
2. Отримати завдання від керівника робіт.
3. Ввімкнути вентиляцію за 10-15 хв до початку роботи.
4. Перевірити прилади на справність, наявність всіх необхідних матеріалів та реактивів.
5. Якщо необхідно, ввімкнути вентиляцію у витяжній шафі.
6. Якщо виявлено несправність обладнання, необхідно сповістити керівника робіт та не приступати до роботи до усунення виявлених несправностей.
7. Приготування розчинів для нейтралізації кислота та лугів на випадок їх проливання. Засобами для нейтралізації кислот – вапно або сода.

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

ВИСНОВКИ

Проведено аналіз науково-технічної літератури, при якому було розглянуто типи та модифікації кремнезему, лабораторні та промислові методи одержання колоїдного кремнезему, склад, характеристику, фізико-хімічні властивості сировини.

Досліджено технологію виробництва колоїдного кремнезему з рисового лушпиння методом екстракції карбонвмісних сполук та подальшої термічної обробки твердих залишків.

Наведено апаратурно-технологічну схему виробництва колоїдного кремнезему та опис принципово-технологічної схеми виробництва діоксиду кремнію.

Виконано розрахунок параметрів кульового барабанного млина: внутрішній діаметр барабана $D = 860$ мм; довжина барабана $L = 2150$ мм; частота обертання барабана $n_p = 29$ об/хв; діаметр куль $d_{ш} = 18$ мм; маса кульового завантаження $M_{ш} = 959$ кг; маса кремнезему, що знаходиться у млині $m_{ш} = 134,3$ кг; потужність двигуна $N_{дв} = 9,8$ кВт.

Проведено розрахунки матеріального балансу та розрахували енергетичних витрати технологічного обладнання для одержання колоїдного кремнезему при переробці 2500 кг рисового лушпиння, на виході ми отримали 570 кг/год колоїдного кремнезему.

Показано переваги використання рисового лушпиння як сировини для одержання діоксиду кремнію шляхом зменшення енерговитрат на процес термічного оброблення, проведення його в одну стадію. Використання водно-кислотного розчину дозволяє одночасно позбавлятися небажаних домішків оксидів металів із сировинного матеріалу.

					<i>ННХТ.ХТ-4-13.023.161.067.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Мишко Д.С.</i>			ВИСНОВКИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Біла Г.М.</i>					67	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>				<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Айлер, Р. Хімія кремнезема: Пер. с англ.: В 2 ч. [Текст]/ Р. Айлер, К. Ральф. – М.: Мир, 1982. – Ч.1. – 416 с.
2. Айлер, Р. Хімія кремнезема: Пер. с англ.: В 2 ч. [Текст]/ Р. Айлер, К. Ральф. – М.: Мир, 1982. – Ч. 2. – 712 с.
3. Нго Х. Н., Л.А. Зенитова, Ле Куанг Зиен, Дао Нгок Чуен Nanoi: Спосіб одержання аморфного нанорозмірного діоксида кремнію з відходів рисового виробництва: University of Science and Technology, School of Chemical Engineering. - Vietnam, 2017. с- 30-35.
4. Гриднева Т.В. Одержання аморфного силіцій(IV) оксиду підвищеної чистоти з рисового лушпиння: дис.на зд.н.ст. к.т.н. Дніпро: «Український державний хіміко-технологічний університет», 2018. С. 1-108.
5. Гриднева Т. В. Дослідження впливу способів підготовки рисового лушпиння на хімічний склад сировинного матеріалу при отриманні діоксида кремнезему / Т. В. Гриднева, П. І. Сорока, Є. С. Смірнова, А. А. Біла, П. В. Рябик // Питання хімії та хімічної технології. - 2012. - № 3. - С. 50-53.
6. Гриднева Т.В. Отримання аморфного діоксида кремнезема підвищеної чистоти з рисового лушпиння / Т.В. Гриднева, А.В. Кравченко, В.Д. Барський, П.В. Рябик //Вісник НТУ ХПІ. – 2016. – № 35 (1207). – Бібліогр.: 5 назв. – ISSN 2079-0821. –С. 55–63.
7. Тарасевич Ю.С., Горбик П.П. Розробка екологічно чистої дослідно-промислової технології виробництва нанодисперсних оксидів. Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка Київ -2008. Вип. 14. С. 414 – 422.
8. Носач Л. В., Гнатишин Л. Б. Використання аморфного високодисперсного кремнезему в медицині.УДК 541.183/610/570.- 2003.С. 442-445.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.067.КР.ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Мишко Д.С.			СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		
Перевір.		Біла Г.М.					
Н. Контр.		Подобій О.В.			Літ.	Арк.	Аркушів
Затверд.		Носенко Т.Т.				67	
					<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		

9. Бандас І. А., Куліцька М. І., Корда М.М. Структурні зміни печінки, нирок та селезінки щурів при дії наночастинок діоксиду кремнію. Вісник проблем біології і медицини. 2017. Вип.3, № 2. С.122-126.
- 10.Чепляка О. М., Желіба М. Д., Вільцанюк О. А., Бурковський М. І., Геращенко І. І. Препарат для лікування ран. Пат. 33629.Україна-2008. С. 6.
- 11.Картель М. Т., Туров В. В., Барвінченко В. М., Ліпковська Н. О., Пострелко В. М., Тарас Г. В. Дієтична добавка - засіб для профілактики та лікування екзо- та ендогенних інтоксикацій. Пат. 85389 Україна, МПК-2013. С.1-4.
- 12.Rosenholm, JM; Sahlgren, S.; Лінден, М. До багатофункціональних цільових систем доставки ліків із використанням наночастинок мезопористого кремнезему — можливості та проблеми. Nanoscale 2010, 2, 1870–1883.
- 13.Ван, Ю.; Чжао, Q.; Хан, Н.; Бай, Л.; Лі, Дж.; Лю, Дж.; Че, Е.; Ху, Л.; Чжан, К.; Цзян, Т. Наночастинки мезопористого кремнезему в доставці ліків і біомедичному застосуванні. Наномед. Нанотехнології. Biol. Мед. 2015, 11, 313–327.
14. Фірмансях А.; Нуграхані, І.; Вірасутісна, К.; Ібрагім, С. Формування мезопористого кремнезему на основі бору та дослідження його адсорбційної здатності для куркуміноїдів. Biointerface Res. appl. Chem. 2020, 10, 7977–7981.
- 15.Гао, Ю.; Гао, Д.; Шен, Дж.; Wang, Q. Огляд систем доставки наночастинок мезопористого кремнезему в комбінованій терапії раку на основі хіміотерапії. Фронт. Chem. 2020, 8, 1086.
- 16.Ван, Ю.; Ніу, К.; Фан, С.; Лі, Ю.; Лі, Х.; Дай, Ю.; Ши, Дж.; Wang, X. Модифіковані наночастинки мезопористого кремнезему, завантажені зеленим індоціаніном, як ефективна фототермічна наноплатформа. Міжн. J. Mol. Sci. 2020, 21, 4789.
17. Ван, З.; Чанг, З.-М.; Шао, Д.; Чжан, Ф.; Чен, Ф.; Лі, Л.; Ге, М.-Ф.; Ху, Р.; Чжен, Х.; Wang, Y. Наноплатформи золотого трикутника-мезопористого кремнезему Януса для активованої гіпоксією радіо-хіміо-фототермічної терапії раку печінки. ACS Appl. Mater. Interfaces 2019, 11, 34755–34765.

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

18. Чжоу, Ю.; Quan, G.; Ву, К.; Чжан, Х.; Ніу, Б.; Ву, Б.; Хуан, Ю.; Пан, Х.; Ву, С. Наночастинки мезопористого кремнезему для доставки ліків і генів. *Акта Фарм. гріх.* В 2018, 8, 165–177.
19. Ся, Т.; Ковочич, М.; Ліонг, М.; Мен, Х.; Kabehie, S.; Джордж, С.; Зінк, Л; Нел, А. Е. Поліетиленімінове покриття покращує поглинання клітинами мезопористих наночастинок кремнезему та забезпечує безпечну доставку конструкцій siRNA та ДНК. *ACS Nano* 2009, 3, 3273–3286.
20. Рой, І.; Огульчанський Т.Ю.; Бхаралі, ді-джей; Пудавар, НЕ; Містретта, Р.А.; Каур, Н.; Прасад, П. Н. Оптичне відстеження органічно модифікованих наночастинок кремнезему як носіїв ДНК: невірусний, наномедичний підхід для доставки генів. *Proc. Natl. акад. Sci. США* 2005, 102, 279–284.
21. Хартоно, С.Б.; Phuoc, NT; Ю, М.; Цзя, З.; Монтейро, МЖ; Цяо, С.; Yu, С. Функціоналізовані наночастинки мезопористого кремнезему з великими порами для доставки генів із контрольованим вивільненням і спільною доставкою. *Ж. Матер. Chem.* В 2014, 2, 718–726.
22. Перцев И.М., Котенко А.М., Чушов О.В., Халеева Е.Л. Допоміжні речовини та їх застосування в технології лікарських форм. Львів-1996. С.298.
23. Тарасевич Ю.С., Горбик П.П., Хабер М.В., Тарас Г.В. Рішення про видачу патенту на винахід: «Спосіб одержання високодисперсних оксидів металів». Заявка № а 2006 14031. Подана 28.12.2006. С-12.
24. Сорока П.Г., Гриднева Т.В, Тертишний О.О, Рябік П.В, Смірнова О.С. Спосіб одержання діоксиду кремнію із рисового лущиння. Пат.88748 Україна, МПК (2008.04) С01В 33/12. заявник та патентовласник ДВНЗ УДХТУ – № а200813731; Бюл. № 21. Україна- 2009. – С. 4.
25. Тарасевич Ю.С., Горбик П.П., Тарас Г.В. Розробка замкнутого виробництва пірогенних оксидів металів // Екологія та здоров'я людини. Утилізація відходів. – Пос. науу. статей XVI Межнар. наук.-практ. конф. – Харків-2008. – Т. 1. – С. 214 – 217.
26. Тарасевич Ю.С., Горбик П.П. Розробка екологічно чистої дослідно-промислової технології виробництва нанодисперсних оксидів. Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка Київ -2008. Вип. 14. С. 414 – 422.

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

- 27.Фурсович С.В., Бабій В.О., Дразнікова А.В. Вдосконалення технології одержання біологічно-активних сполук кремнію з фітосировини . Національний авіаційний університет. Київ – 2021. 1–48с.
- 28.Склад і особливості застосування рисового лушпиння. URL: <https://remontu.com.ua / sklad -i-osoblivosti-zastosuvannya-risovogo lushpinnya> (дата звернення: 08.11.2022).
- 29.Тошіюкі Йокой; Такумі Карудзі; Сейго Охта; Джунко Н. Кондо; Такаші Тацумі; Синтез наносфер мезопористого кремнезему, сприяний основними амінокислотами, та їх каталітичне застосування. Хімія матеріалів 2010, 22, 3900- 3908, 10.1021/cm9037846.
- 30.Жень-Ань Цяо; Лін Чжан; Міньї Го; Юньлін Лю; Цішен Хо; Синтез наночастинок мезопористого кремнезему шляхом контрольованого гідролізу та конденсації алкоксиду кремнію. Хімія матеріалів 2009, 21, 3823-3829, 10.1021/cm901335k.
- 31.Мейхуа Юй; Лян Чжоу; Цзюнь Чжан; Пей Юань; Петро Торн; Веньї Гу; Ченчжун Юй; Простий підхід до приготування монодисперсних мезопористих кремнеземних наносфер із регульованими розмірами. Journal of Colloid and Interface Science 2012, 376, 67-75, 10.1016/j.jcis.2012.03.014.
- 32.Асеп Баю Дані Нандіянто; Сун-Гіл Кім; Паром Іскандар; Кікуо Окуяма; Синтез сферичних мезопористих наночастинок кремнезему з контрольованими порами та зовнішнім діаметром нанометрового розміру. Мікропористі та мезопористі матеріали 2009, 120, 447-453, 10.1016/j.micromeso.2008.12.019.
- 33.Кун Чжан; Ланг-Ланг Сюй; Цзінь-Ган Цзян; Наталі Калін; Кун-Фунг Лам; Сан-Цзюнь Чжан; Хай-Хонг Ву; Гуан- Донг Ву; Белен Альбела; Лоран Бонневю; та ін. Легкий великомасштабний синтез монодисперсних мезопористих кремнеземних наносфер із регульованою пористою Курило, В.Л. Використання побічної продукції рисівництва як біоенергетичного ресурсу [Текст] / В.Л. Курило, І.В. Гордієнко // Цукрові буряки.– 2011.– №5.– С. 8 – 9.

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

34. Ломонова Г.П. Вивчення лігнінів однорічних рослинних матеріалів. Вивчення препаратів лігніну, виділених нейтральним етанолом і підкисленим етанол-бензолом [Текст] / Г.П. Ломонова, В.Г. Панасюк// Питання хімії та хім.технології. Харків. – 1972. – № 26. – С
35. структурою. Журнал Американського хімічного товариства 2013, 135, 2427-2430, 10.1021/ja3116873.
36. Є-Джун Юй; Джун-Лін Сін; Джун-Лінг Панг; Шу-Хуа Цзян; Кун-Фунг Лам; Тай-Цюнь Ян; Цін-Сун Сюе; Кун Чжан; Пен Ву; Легкий синтез дендритних мезопористих кремнеземних наночастинок із контрольованим розміром. ACS Applied Materials & Interfaces 2014, 6, 22655-22665, 10.1021/am506653n.
37. Сорока П.Г., Гриднєва Т.В, Тертишний О.О, Рябік П.В, Смірнова О.С. Спосіб одержання діоксиду кремнію із рисового лушпиння. Пат.88748 Україна, МПК (2008.04) C01B 33/12. заявник та патентовласник ДВНЗ УДХТУ – № а200813731; Бюл. № 21. Україна- 2009. – С. 4.
38. Схеми будови лігніна, з описом типів зв'язків і структур. URL: http://4ua.co.ua/chemistry/zb2ad69b4d53b89421316c26_0.html (дата звернення 01.06.2023).
39. Nelson, G. H. Chemical composition of grain and seed hulls, nut shells and fruit pits [Text] / G. H. Nelson, L. E. Talley, S. I. Aronovski / Amer. Assoc. Cereal. Chem. Trans.– 1950.– Vol.8.– P. 58.
40. Саленко Ю.С. Обладнання для подрібнення матеріалів: дробарки та млини: Навч. посібник. Кременчук: КДПУ, 2008. – 100 с
41. Воронін Є. П., Чекман І. С., Руденко А. В., Носач Л. В., Осіння Л. М. Властивості нанорозмірного кремнезему як медичного сорбенту. УДК (615+544.7):546.284.31.- 2017.- С.- 46-50.
42. Ogrant. URL: <https://ogrant.ck.ua/ua/p907712875-shnekovij-transporter-160.html>(дата звернення 29.05.2023).
43. Чернелевський І. В., Зав'ялов В. Л., Марценюк О.С. Шнековий екстрактор з проміжним віджимом твердої фази. Патент UA 97602, МПК B01D 11/02 (2006.01). Національний Університет Харчових Технологій, вул. Володимирська, 68, м. Київ-33, 01601

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