

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок
та косметичних засобів

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

«__» грудня 2024 р.

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

«__» грудня 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів

на тему: Розробка технології одержання оксидних пігментів різної дисперсності для використання в декоративних косметичних засобах

Виконав: здобувач(ка) 2 курсу, групи ХТ-2-16М

КОВАЛЬЧУК Ігор Сергійович
(ПРІЗВИЩЕ, Ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник ФЕСИЧ Ігор Володимирович
(ПРІЗВИЩЕ, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти
(підпис) (ім'я ПРІЗВИЩЕ)
(підпис) (ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент _____ Сергій НЕДІЛЬКО
(підпис) (ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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 – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЖХТ

Тамара НОСЕНКО

“ ” 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Ковальчук Ігор Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка технології одержання оксидних пігментів різної дисперсності для використання в декоративних косметичних засобах

керівник роботи Фесич Ігор Володимирович, к.х.н., доц.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти № 882-кв від 07.10.2024 р.

2. Строк подання здобувачем роботи 30.11.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: розчини $ZnCl_2$ і $FeCl_3$ взяті у молярному співвідношенні 1 до 2 та $NaOH$ для підтримування нейтрального рН.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, аналітичний огляд науково-технічної літератури, матеріали та методи досліджень, експериментальна частина, технологічна частина, розрахунок економічної ефективності, охорона навколишнього середовища, 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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 07.10.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	07.10.2024	
2	РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	07.10.2024-09.10.2024	
3	РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	10.10.2024-14.10.2024	
4	РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	14.10.2024-23.10.2024	
5	РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	23.10.2024-31.10.2024	
6	РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	01.11.2024-03.11.2024	
7	РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	04.11.2024-06.11.2024	
8	РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ	07.11.2024-10.11.2024	
9	ВИСНОВКИ	11.11.2024-15.11.2024	
10	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	16.11.2024-17.11.2024	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	18.11.2024-21.11.2024	
12	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	21.11.2024-24.11.2024	
13	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ТЕХНІЧНИЙ ПРЕКТ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВІДДІЛЕНЬ З КОМПАНОВКОЮ ОБЛАДНАННЯ	25.11.2024-30.11.2024	
14	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	07.10.2024	

Здобувач

_____ (підпис)

Ігор КОВАЛЬЧУК

_____ (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Ігор ФЕСІЧ

_____ (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Ковальчук І.С. Розробка технології одержання оксидних пігментів різної дисперсності для використання в декоративних косметичних засобах

Пояснювальна записка: 90 С., 30 рис., 12 табл., 65 літературних джерел.

Графічний матеріал: 2 креслення формату А-1.

У першому розділі проаналізовано методи синтезу ферумовмісних пігментів, описано види та призначення мінеральних пігментів.

В другому розділі наведено характеристику сировини і методи дослідження.

В третьому розділі розроблено рецептуру розсипчастої пудри з вмістом $ZnFe_2O_4$ 10,0% і ZnO 1,2% та вивчено її властивості.

В четвертому розділі розроблено технологію виробництва, складено принципову та апаратурно-технологічну схеми з специфікацією технологічних потоків та обладнання виробництва мінерального пігменту $ZnFe_2O_4$. За рівнянням реакції складено матеріальний баланс методу співосадження по стадіям виробництва. Підібрано комплект обладнання для реалізації технології.

В п'ятому розділі розраховано собівартість виробництва розсипчастої пудри з вмістом мінерального пігменту $ZnFe_2O_4$.

В шостому розділі описано заходи охорони навколишнього середовища, в сьомому розділі – заходи охорони праці на виробництві.

ФЕРИТ ЦИНКУ, ПІГМЕНТ, КОСМЕТИКА, ТЕХНОЛОГІЯ, РЕЦЕПТУРА

ABSTRACT

Kovalchuk I.S. Development of technology for obtaining oxide pigments of different dispersion for use in decorative cosmetics

Explanatory note: 90 p., 30 fig., 12 tab., 65 references.

Graphic material: 2 drawings of A-1 format.

The first section analyzes the methods of synthesis of iron-containing pigments, describes the types and purpose of mineral pigments.

The second section provides a description of the raw material and research methods.

The third section develops a recipe for loose powder with a content of ZnFe_2O_4 10,0% and ZnO 1,2% and studies its properties.

The fourth section develops a production technology, compiles a principle and equipment-technological scheme with a specification of technological flows and equipment for the production of mineral pigment ZnFe_2O_4 . According to the reaction equation, a material balance of the coprecipitation method is compiled by stages of production. A set of equipment for the implementation of the technology is selected.

The fifth section calculates the cost of production of loose powder containing mineral pigment ZnFe_2O_4 .

The sixth section describes environmental protection measures, the seventh section describes occupational safety measures in production.

ZINC FERRITE, PIGMENT, COSMETICS, TECHNOLOGY, RECIPE

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ I АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Виробництво ферумовмісних пігментів.....	9
1.2 Класифікація та призначення мінеральних пігментів.....	18
1.3 Галузі застосування мінеральних пігментів	19
1.4 Застосування залізооксидних пігментів для виробництва мінеральної пудри.....	20

РОЗДІЛ II МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Вихідні матеріали.....	25
2.2. Методи дослідження.....	30

РОЗДІЛ III ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Математичне моделювання рецептури пудри з мінеральними пігментами...	34
--	----

РОЗДІЛ IV ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Опис принципової технологічної схеми	44
4.2 Розрахунок матеріального балансу.....	45
4.3 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання.....	49
4.4 Розроблення апаратурно-технологічної схеми виробництва.....	59
4.5 Контроль якості готової продукції.....	60

РОЗДІЛ V РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....

65

Розділ VI ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Екологічні аспекти виробництва пігментів.....	72
6.2 Проблеми екології в галузі косметики.....	74

Розділ VII ОХОРОНА ПРАЦІ.....

79

ВИСНОВКИ.....	83
---------------	----

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	84
-------------------------------------	----

ВСТУП

Актуальність теми

Наночерити являють собою комбінацію оксиду заліза Fe_2O_3 та іонів металу (Zn^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} та ін.). На основі структури черити класифікуються на три категорії, такі як черит шпінелі, гранатовий черит і гексагональний черит. MFe_2O_4 – загальна формула чериту шпінелі, де М – двовалентний іон металу, як-от Zn^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} тощо. У сімействі шпінельних черитів, черити цинку є найбільш перспективними матеріал для біомедичного застосування через його малотоксичну та м'яку черитну природу[6].

Застосування наночастинок чериту цинку в промисловому та медичному секторах зростає надзвичайно з останнього десятиліття. Зокрема, вони широко використовуються в косметичній промисловості для виготовлення розсипчастих порошків. Ці пігменти мають ряд переваг, таких як висока стійкість кольору, хімічна інертність і безпека для шкіри.

Мета роботи полягає в розробці технології одержання чериту цинку з хлорид цинку і хлориду заліза методом співосадження та прожарюванням при високій температурі з одержанням коричневого пігменту ZnFe_2O_4 .

Предмет дослідження: залізооксидний пігмент ZnFe_2O_4 .

Методи досліджень: проведено аналіз наукової літератури та відповідних даних щодо технологій виробництва червонооксидних пігментів та їх використання для приготування сипучих порошків із застосуванням аналітичних методів. Рецептuru мінеральної розсипчатої пудри розроблено із залученням симплекс – гратчастого плану Шеффе. Органолептичну оцінку виконували органолептичний 5-бальною системою, де 1 бал – дуже погана якість, 5 балів – дуже добра якість. Фізико-хімічну оцінку виконували за показниками масової частки води та летких речовин, рН, масової частки стеариновокислого цинку та наявність крупних домішок за залишком на ситі із дротяної сітки № 0071.

Магістерська робота виконана в рамках кафедральної держбюджетної тематики № 0122U200973 «Науково-практичні основи розроблення та

модернізації технологій харчових добавок та косметичних засобів», зареєстрованої в ДНУ «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації».

Завдання:

- вивчити технологію синтезу мінеральних пігментів, які можуть бути використані у виробництві косметичних засобів
- вибрати об'єктів аналізу та методів їх досліджень;
- запропонувати рецептуру косметичної пудри з використанням мінерального залізовмісного пігменту для корекції тону шкіри;
- на основі даних літературних джерел розробити технологію синтезу пігменту $ZnFe_2O_4$, підібрати обладнання для реалізації технології та виконати розрахунок матеріального балансу;
- оцінити екологічні небезпеки від впровадження розробленої технології;
- оцінити небезпеки виробництва та способи захисту обслуговуючого персоналу, що безпосередньо контактує з небезпечними факторами.

Наукова новизна. За результатами аналітичного аналізу встановлено простий і водночас ефективний спосіб виготовлення нанопорошкових пігментів золь-гель методом. У даній роботі синтез наночастинок $ZnFe_2O_4$ проводили методом хімічного співосадження. Така схема досить гнучка і може легко реагувати на зміну складу прекурсорів.

Практична цінність. Запропоновано використання мінерального пігменту в $ZnFe_2O_4$ рецептурі косметичної пудри для обличчя, яка відрізняється високими сенсорними властивостями та конкурентною ціною.

Апробація. Ihor Kovalchuk, Ihor Fesych. The technology of loose face powder with oxide pigments production. Матеріали 90-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 11–12 квітня 2024 р. Київ: НУХТ, Ч.2. Р. 257.

РОЗДІЛ I

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Виробництво ферумовмісних пігментів

Існує кілька основних технологій отримання тонкодисперсних порошоків оксидів заліза. У зарубіжній практиці існує можливість отримання коричневих і чорних залізоокисних пігментів при виробництві ваніліну. Технологія називається «Лаукс». Застосовується він наприклад на виробництві відомої німецької фірми «Байєр» з виробництва пігментів у Вірденгені (Німеччина). Застосовується метод відновлення нітробензолу за допомогою залізної стружки для виробництва анілінових барвників. У цьому випадку утворюються оксиди заліза, такі як Fe_3O_4 (чорний) і $\alpha-FeOOH$ (коричневий), які використовуються як пігменти. Для отримання залізовмісних порошоків часто застосовують розчини залізного купоросу, які можуть бути отримані з різних джерел:

Всі інші типи технологічних процесів одержання ферумовмісних порошоків засновані, головним чином, на використанні як вихідної сировини розчину феруму (II) сульфату, який може бути отриманий із:

1) Відходи прокатного виробництва у вигляді сульфатних розчинів або з самого залізного купоросу ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$). Якщо купорос отримано не з розчинів, а, наприклад, як побічний продукт при виготовленні титану, його необхідно очистити від домішок, що потребує додаткових технологічних кроків. Без очищення таку сировину не рекомендується використовувати;

2) Відходи металургійного виробництва, такі як сталеві стружки чи металобрухт. Їх розчиняють у сульфатній кислоті, утворюючи ферум (II) сульфат, який потім використовується у подальших процесах;

3) Окалина, яку відновлюють до губчатого феруму та розчиняють у сульфатній кислоті для отримання феруму сульфату. Ця сировина також використовується у виробництві. процесу, оскільки вона вигоряє при відновленні і не заважає подальшому процесу. Така технологія вимагає більших

капітальних витрат як на виробництво, так і на будівельні витрати підприємства, але вона виправдана економічно;

4) Шлами, що містять ферум. Це складний і дорогий процес, оскільки вимагає переробки шламу і вилуговування феруму сульфату. Важливим аспектом є утилізація усіх компонентів шламу, щоб уникнути утворення нових відходів. Це питання є вирішальним при використанні шламу у виробництві.

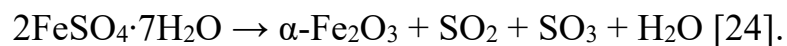
Прожарювальні методи отримання ферумовмісних пігментів

Термічні способи отримання ферумовмісних пігментів застосовуються в Україні на підприємствах «Хімпром» та «Титан», де залізний купорос ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) переробляється шляхом сушіння і термічного розкладу. Процес проводять у дві стадії:

- отримання моногідрату феруму (II) сульфату сушінням залізного купоросу:



- одержання пігментного α -оксиду феруму термічним розкладанням феруму (II) сульфату:

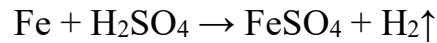


В процесі термічної обробки при температурі від 711 до 725 °C утворюється червоно-оранжевий порошок, а за температури 731–781 °C — червоний. Подальше підвищення температури до 851 °C веде до збільшення розміру часток і виникнення пурпурово-фіолетового відтінку [24].

Після цього отриманий α -оксид феруму піддається подрібненню, промиванню та сушінню. Головною перевагою цієї технології є її низька вартість, але існують також суттєві недоліки: не зовсім оптимальна якість пігменту через недостатньо ефективний процес у обертових печах, великий обсяг важкоутилізованих стічних вод та ускладнення у видаленні сірчистих газів, вміст яких у відведених газах не перевищує 1,5% [24].

Задля покращення технології замінено обертові печі на печі з киплячим шаром. У цьому випадку як сировину використовуються металургійні шлаки.

Відновлений губчастий ферум направляється в реактор, де його розчиняють в оборотній сульфатній кислоті, яка подається дозатором, для отримання розчину феруму (II) сульфату:



Перед усім кислоту розбавляють промивною водою, одержаною при відмиванні пігменту. Отриманий розчин ферум (II) сульфату очищують від суспензій на фільтр-пресі 7 і накопичують в апараті 1 (рисунок 1.2) [24]. Суспензії з вмістом оксиду хрому, повертають у металургійне виробництво і використовують як добавку до ферохрому.

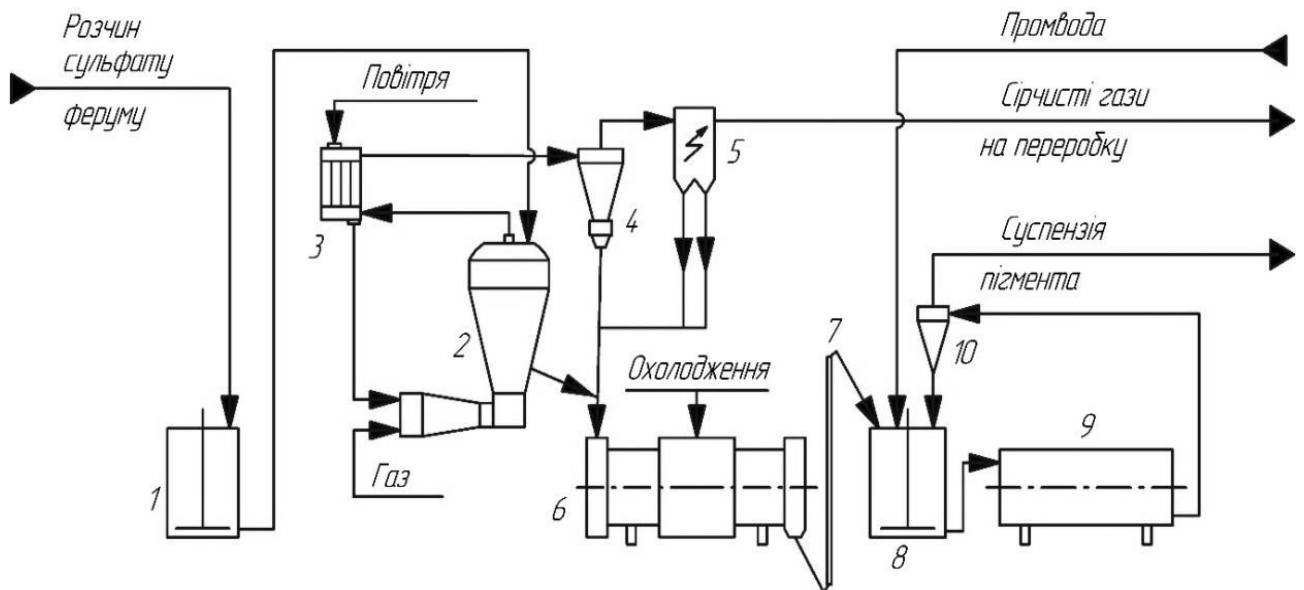
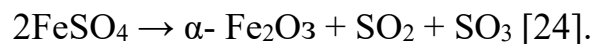


Рисунок 1.2 – Технологічна схема термічного розкладання сульфату феруму (II) з отриманням пігментного оксиду феруму: 1 – проміжний апарат; 2 – піч киплячого шару; 3 – теплообмінник; 4 – циклон; 5 – електрофільтр; 6 – холодильник; 7 – дозатор; 8 – репульпатор; 9 – кульовий млин; 10 – гідроциклон [24].

Відфільтрований розчин феруму (II) сульфату подають у піч киплячого шару 2, де за температури близько 811 °С відбувається розкладання солі:



Осаджувальні методи одержання ферумовмісних пігментів

Ця група методів заснована на осадженні солей Феруму (II) лужним агентом з подальшим окисленням отриманої суспензії з отриманням сполук

Феруму (III), які є або кінцевим продуктом (при отриманні пігментів), або проміжною речовиною. (при отриманні магнітних порошків) [24].

При цьому за стадією осадження слід стадія подальшої термічної обробки. У виробництві феруммісних порошків існують дві основні модифікації методу осадження:

1. Метод Р. Пеннімана базується на окисненні заліза в металічній формі за допомогою кисню, що міститься у повітрі. Процес проходить у суспензії, до складу якої входить розчин сульфату заліза (II) та спеціально підготовлена затравка з кристалічних частинок сполук заліза.

2. Метод К. Мартіна, відомий як «аміачний спосіб», полягає в осадженні солей феруму (II) за допомогою аміаку з подальшим окисненням утвореної суспензії. Це дозволяє отримати затравку у вигляді сполук феруму (III), а подальше збільшення її кількості відбувається завдяки поступовій нейтралізації та окисненню реакційної маси.

Слід підкреслити, що обидва методи можуть ефективно використовуватись для отримання як пігментів (зокрема червоних і коричневих відтінків), так і магнітних порошків. Основна відмінність між цими способами полягає у конкретних умовах, за яких здійснюється синтез [24].

Метод Р. Пеннімана [24]. Цей метод активно використовується іноземними компаніями, зокрема такими, як «Bayer» (Німеччина), «Magnox» (США) та «Herdillna» (Індія). Процес складається з двох основних стадій. На першому етапі відбувається осадження сполук заліза (II) з подальшим окисненням, у результаті чого формуються кристалічні частинки сполук заліза (III). Ці частинки виступають затравкою для наступної стадії процесу. Для реалізації першого етапу у реактор для синтезу затравки (позначений як 1 на рисунку 1.3) завантажують розчин сульфату заліза (II) з бака 2, воду, а також розчин гідроксиду натрію з бака 3. Унаслідок цього частково утворюється гідроксид заліза (II), який окислюється киснем із повітря до стану оксигідроксиду заліза (III). На другій стадії отриману суспензію із затравкою

подають у реактори для росту кристалів (позначені як 5). Туди за допомогою кран-балки зі складу доставляють металеве залізо (наприклад, відходи листової сталі), розміщене у контейнері 4. Далі реакційну масу нагрівають гострою парою до необхідної температури, опісля цього проводиться процес окислення киснем повітря впродовж відповідного проміжку часу - 36–48 годин. Дотримання встановлених технологічних параметрів під час процесу забезпечує збільшення розмірів затравочних частинок до необхідних пігментних значень. При цьому не виникає корозії, а також уникається формування небажаних побічних сполук заліза.

Отриману пігментну суспензію за допомогою насоса транспортують до збірника, після чого фільтрують на фільтр-пресі відповідно до схеми, наведеної на рисунку 1.3.

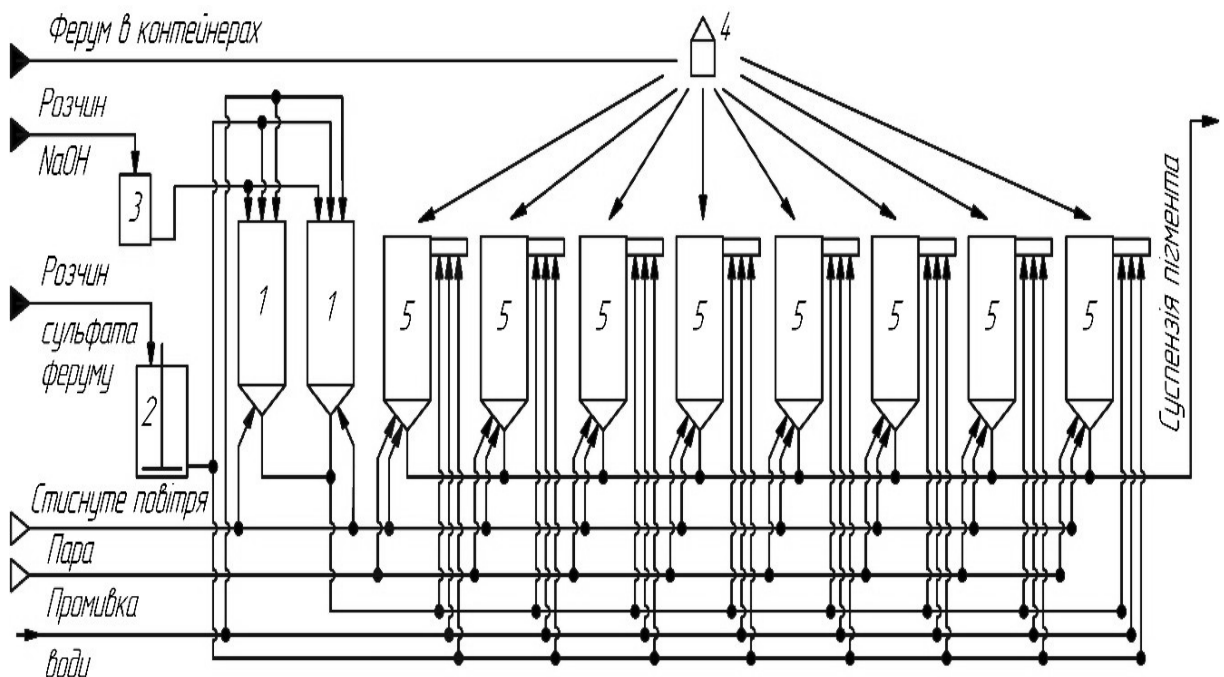


Рисунок 1.3 – Технологічна схема синтезу ферумокисного пігменту за способом Р. Пеннімана:

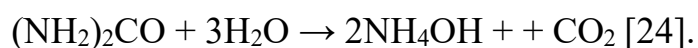
1 – реактори синтезу затравок; 2 – апарат із розчином феруму сульфату; 3 – бак із натрієм гідроксидом; 4 – контейнери з металевим ферумом; 5 – реактори росту [24].

Отриману пігментну суспензію за допомогою насоса транспортують до збірника, після чого фільтрують на фільтр-пресі відповідно до схеми, наведеної на рисунку 1.3. Маточний розчин, що містить приблизно 15 г/дм³ сульфату

натрію та до 31 г/дм³ сульфату заліза, відокремлюють і утилізують. Пігментну пасту промивають чистою водою безпосередньо на тканинній перегородці фільтра. Відпрацьовану промивну воду дозволяється скидати у міську каналізацію. Очищену пасту висушують у спеціальних сушарках, а готовий пігмент фасують у паперові мішки або пластикові контейнери багаторазового використання.

Варто наголосити, що цей процес дозволяє отримати як коричневі (α -FeOOH), так і червоні (α -Fe₂O₃) пігменти. Тип отриманого продукту залежить від умов окиснення, зокрема кристалічної структури затравки та температури на етапі росту кристалів. Окрім того, отримані частинки α -FeOOH можуть служити не тільки кінцевим пігментом, але й проміжним продуктом для подальшого виробництва магнітних порошоків. Подальша термічна обробка, проведена у м'яких умовах, які зберігають форму та розмір частинок α -FeOOH, дозволяє отримати γ -Fe₂O₃ – голчастий порошок із чудовими магнітними характеристиками.

Метод К. Мартіна або «аміачний метод». Цей спосіб реалізований у Чехословаччині та на виробничих потужностях у Монтекатіні (Італія). У Росії метод є основним для великомасштабного виробництва коричневого пігменту з розчинів сульфату заліза (II). Його основою є застосування аміаку як осаджувача та помірний режим нейтралізації. Контроль за процесом здійснюється завдяки сильному розведенню газоподібного аміаку повітрям, що дозволяє уникнути локального перевищення рН у точках контакту з реакційною масою. Як альтернативу аміаку використовують аміачну воду або сечовину (карбамід). Сечовина є особливо ефективною, оскільки рівномірно розчиняється у реакційній суміші, не вступаючи з нею в пряму взаємодію, а її повільний гідроліз при підвищеній температурі призводить до утворення іонів амонію за реакцією:



Таким чином забезпечується надзвичайно м'яка нейтралізація, що виключає локальне перенасичення рН. При використанні інших нейтралізаторів,

таких як їдкий натр або їдкий калій, виникає потреба у розведенні водою. Однак надмірне розведення є небажаним, оскільки воно призводить до збільшення об'єму реакційної маси, що ускладнює подальшу обробку.

Процес отримання пігменту на основі сполук заліза здійснюється у дві стадії, подібно до методу Р. Пеннімана. На першому етапі шляхом осадження та окиснення сполук заліза (II) формуються кристалічні частинки сполук заліза (III), які надалі слугують затравкою для другого етапу процесу. Для цього очищений від домішок розчин сульфату заліза (II) спрямовують у реактор 1 (див. рисунок 1.4).

Паралельно до реактора 3 завантажують водопровідну воду, розчин аміаку з мірника 2 та розчин сульфату заліза (II). Процес нейтралізації проводять частково. Далі реакційну суміш обробляють потужним потоком стисненого повітря, що сприяє утворенню суспензії затравочних частинок із структурою α -FeOOH [24].

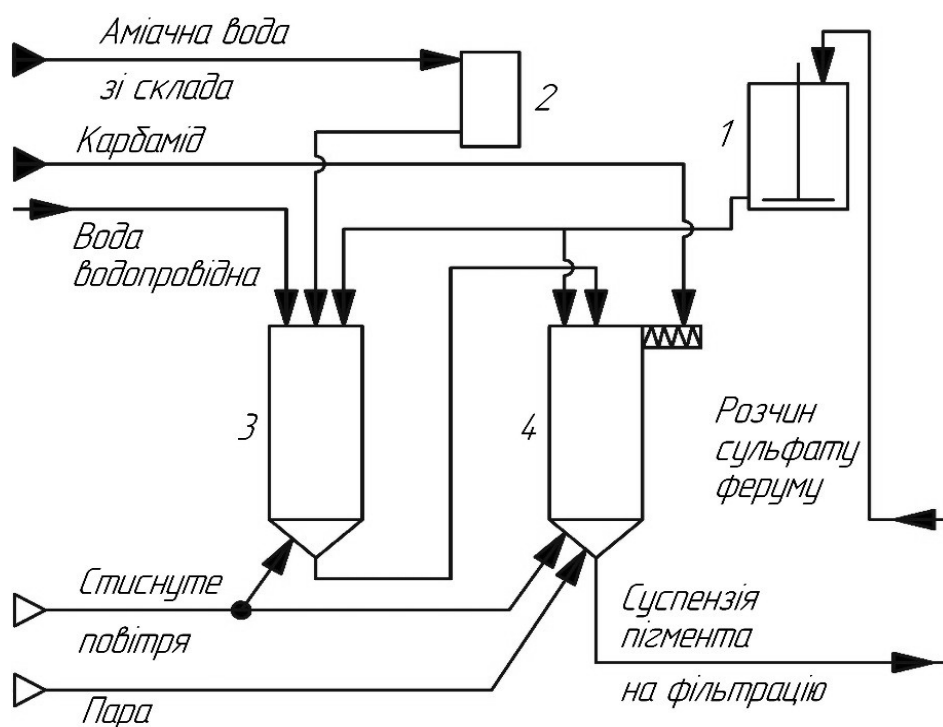


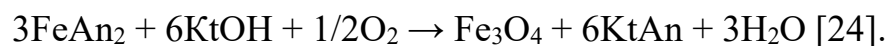
Рисунок 1.4 – Схема синтезу ферумовмісного пігменту «аміачним способом»:

1 – апарат із розчином феруму сульфату; 2 – мірник; 3 – реактор синтезу пігменту; 4 – реактор синтезу затравок [24].

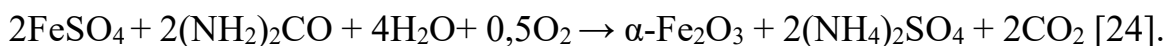
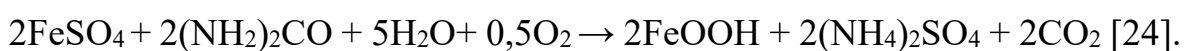
На другій стадії отриману суспензію переносять до реактора 4, куди знову додають розчин сульфату заліза (II) з апарата 1. Масу нагрівають парою через сорочку реактора до температури 61–81 °С і продувають сумішню аміаку з повітрям для окиснення сполук Fe(II) до Fe(III). Якщо застосовується аміачна вода, її поступово додають у процесі окиснення. При використанні карбаміду, подача здійснюється через шнековий дозатор, а гідроліз карбаміду забезпечує зростання частинок до пігментних розмірів, наближених до довжини хвилі видимого світла. Реакція за участю аміачної води описується наступними рівняннями:



або



де An – аніони Cl⁻, 1/2SO₄²⁻; Kt – катіони NH₄⁺, Na⁺, K⁺, а при застосуванні карбаміду – рівняннями:



Тривалість процесу становить близько 36 годин, а його завершення визначають за отриманням потрібного кольору продукту, який відповідає еталону. Досягнення цього моменту вказує на формування частинок оксигідроксиду заліза з необхідними розмірами. Готову суспензію пігменту спрямовують до усереднювача – ємності з мішалкою, де відбувається накопичення продукції кількох синтезів і усереднення властивостей отриманого пігменту. Далі суспензію подають на фільтр-прес, де вона фільтрується для відділення від маточного розчину, що містить сульфат амонію. Розчин збирається у спеціальний резервуар і надходить у випарник. Конденсат, що утворюється під час випаровування сульфату амонію, використовують для промивки фільтра, а зібрані промивні води повертають у виробничий цикл як технологічну воду [24].

Очищена пігментна паста подається на сушарку разом із зваженим шаром інертного матеріалу. Після сушіння готовий пігмент відокремлюється за допомогою відхідних газів, а також циклонних або рукавних фільтрів, і надходить на етап пакування. Газопиловий потік очищають і випускають в атмосферу відповідно до екологічних вимог.

Варто відзначити, що "аміачний" процес, аналогічно до методу Р. Пеннімана, дозволяє отримувати як коричневі пігменти ($\alpha\text{-FeOOH}$), так і червоні пігменти ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) шляхом регулювання умов окиснення. При цьому модернізація обладнання не є необхідною. Отриманий пігмент характеризується високою якістю і повністю відповідає міжнародним стандартам.

1.2 Класифікація та призначення мінеральних пігментів

Пігменти – це дисперсні речовини, що мають забарвлення і не розчиняються в диспергаторах. Вони здатні утворювати захисні або декоративні плівки разом із плівкоутворювальними компонентами. Пігменти поділяють на неорганічні та органічні. Якщо основною функцією органічних пігментів є лише надання кольору матеріалу, то неорганічні пігменти виконують ширший спектр функцій у різних галузях промисловості.

Класифікація неорганічних пігментів ґрунтується на двох основних ознаках: хімічному складі та кольорі. За хімічним складом пігменти поділяють на оксиди металів, елементи та солі. За кольоровою ознакою виділяють ахроматичні (білий, сірий, чорний) і хроматичні пігменти (таблиця 1.1) [24].

Таблиця 1.1 – Класифікація пігментів [24].

Ахроматичні пігменти		
Білі пігменти	Титанові білила	TiO_2
	Цинкові білила	ZnO
	Свинцеві білила	$2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$
Чорні пігменти	Сажа	C
	Ферумоксидні	$\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$
Сірі пігменти	Металевий пил	Al, Zn
Хроматичні пігменти		
Жовті, помаранчеві, червоні	Крона	Хромати Pb, Zn
	Ферумоксидні	$\text{FeOOH}, \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}, \text{Fe}_2\text{O}_3$

Зелені, сині, фіолетові	Хромові	Cr^{3+}
	Кобальтові	Шпінелі, змішані солі, прості солі
	Мідні	Сполуки оксидів Cu
	Марганцеві	MnO_x

Хроматичні пігменти, у свою чергу, поділяються на дві категорії: перша, що мають відтінки в довгохвильовій частині спектра. Друга, що демонструє кольорові тони у короткохвильовій частині видимого спектра.

Окрім традиційних мінеральних пігментів для декоративних цілей, існують спеціалізовані пігменти, що використовуються для термочутливих фарб, люмінесцентних покриттів, антикорозійних матеріалів та фарб, які не фарбують поверхню [24].

1.3 Галузі застосування мінеральних пігментів

Застосування неорганічних пігментів охоплює широкий спектр технічних галузей. На відміну від органічних пігментів, які використовуються виключно для фарбування матеріалів, неорганічні пігменти виконують комплексні функції [24].

У сфері архітектури та техніки значну роль відіграють лакофарбові покриття, які є невід'ємною складовою машинобудування та будівельної галузі [25]. Лакофарбова промисловість виготовляє фарби у різноманітній кольоровій гамі, серед яких особливо популярні світлі відтінки: блакитний, рожевий, бежевий, світло-зелений. Основою таких фарб є білі пігменти, на які припадає до 81 % складу, зокрема діоксид титану (IV), також відомий як титанові білила.

Зростаюча популярність використання будівельних матеріалів для доріг, дахів та оздоблювальних робіт, а також зростаючий попит на різнокольорові вироби, обумовлює активне застосування пігментів та пігментних паст. Вони використовуються для надання кольору бетону та штукатурці при виробництві кольорових бетонних виробів і декоративної штукатурки. Кольоровий бетон можна отримати двома способами: або фарбуванням поверхні після того, як

бетон затвердів, чи додаванням пігментів безпосередньо до бетонного розчину або суміші.

Найбільш поширеним методом є додавання пігментів у масу, оскільки в цьому випадку колір стає невід'ємним компонентом бетону чи розчину і не потребує оновлення з часом. Чорні пігменти часто застосовуються для фарбування будівельних матеріалів. Залізоокисні пігменти активно використовуються у виробництві: наприклад кольорової тротуарної плитки, чи цементної або полімер-піщаної черепиці, бетонних парканів і пам'ятників, штучного каменю на основі бетону або гіпсу, інших кольорових бетонних та гіпсових виробів. Для забезпечення якості та довговічності продукції пігменти, що застосовуються для фарбування бетонних і полімер-піщаних матеріалів, повинні мати наступні характеристики, а саме: витривалість до впливу природних умов, стійкість до лужного середовища, світлостійкість. [24].

1.4 Застосування залізооксидних пігментів для виробництва мінеральної пудри

Асортимент косметичної пудри класифікують за її консистенцією, призначенням, а також за кольором і якістю.

Порошкоподібна (розсипна) пудра є дрібно подрібненою сумішшю компонентів, передбачених рецептурою пудри.



Рисунок 1.5 – Порошкоподібна (розсипна) пудра

Компактна пудра утворюється шляхом додавання до порошкоподібної пудри зв'язувальних речовин, таких як декстрин, патока, агар-агар або

карбоксиметилцелюлоза, після чого суміш пресують у вигляді пластинок або таблеток.



Рисунок 1.6 – Компактна пудра

У рецептуру компактних пудр додають також жирові компоненти, а саме: ланолін, віск, спермацет.

Рідка пудра є суспензією порошкоподібної пудри у водно-гліцериновому розчині, з додаванням невеликої кількості етилового спирту, спермацету, стеарину та інших жирових інгредієнтів косметичної продукції. У ролі зв'язувальної речовини використовують декстрин або крохмальний клейстер



Рисунок 1.7 – Рідка пудра

Кремоподібна пудра (тональний крем) являє собою емульговану суміш розсипної пудри у водно-гліцериновому розчині.



Рисунок 1.8 – Кремоподібна пудра

При виробництві пудри значну увагу віддають ретельному розмелюванню мінеральних компонентів до частинок розміром, які встановлено не більше як 1,3– 2,1 мкм.

Пудра у кульках «метеорити» складається з кульок пастельних відтінків, поміщених в одну упаковку. Для нанесення такої пудри використовують пензлик, завдяки чому різнокольорові частинки рівномірно розподіляються по поверхні обличчя. Цей вид пудри є фірмовою розробкою компанії Guerlain.

За допомогою досягнень сьогоденних технологій можливо одержати компактні і крем-пудри, які заповнюються дрібними бульбашками повітря, що спрощує нанесення та оберігає шкіру від висихання та зменшуючи закупорювання пор.



Рисунок 1.9 – Пудра в кульках «метеорити»

Пудра на паперових аркушах виготовляється шляхом нанесення суспензії пудри на одну сторону тонкого пергаментного паперу, з подальшим видаленням вологи та стеарину. Даний вид пудри є особливо зручним для застосування під час подорожей.



Рисунок 1.10 – Пудра на аркушах паперу

Пудра-духи є продуктом французького виробництва. Вона постачається у аерозольній упаковці і наноситься на тіло після прийняття ванни.



Рисунок 1.11 – Пудра-духи

За призначенням пудра поділяється:

- Для жирної шкіри – цей різновид пудри забезпечує зменшення жирного блиску завдяки меншій кількості жирових компонентів;
- Для нормальної та сухої шкіри – пудра має більш жирну текстуру, оскільки містить високий вміст стеарату цинку

Пудра для жирного типу шкіри містить у своєму складі зменшену кількість жирових складових та значний вміст крохмалю, що сприяє поглинанню сальних виділень.

Натомість, для нормального та сухого типу шкіри застосовується пудри з підвищеним вмістом цинку стеарату.

За кольором промисловість випускає пудру:

- білу;
- рожеву;
- жовту (рашель);
- жовто-рожеву (колір тіла);
- колір засмаги;
- помаранчеву (персик).

Пудра, за винятком білого кольору, має кілька варіацій відтінків. Наприклад, рожевий колір представлений у двох рівнях інтенсивності, а відтінок «засмага» – у світлій і темній варіаціях.



Рисунок 1.12 – Палітра кольорів пудри Pudra Art Professional Anti-Shine Complex Make Up Eveline Cosmetics

За рівнем якості порошкоподібна пудра поділяється на дві групи:

- групи «Екстра»;
- 1-ї групи.

Пудра групи «Екстра» – це однорідний порошок з дуже дрібними частинками, який володіє високою покриваючою здатністю. Такий ефект досягається завдяки додатковому подрібненню сировини та пудрової маси, а також просіюванню через спеціальне сито з дуже малими отворами

Цей продукт підходить для всіх типів шкіри, оскільки містить високомолекулярні спирти, які ніжно зволожують і пом'якшують шкіру. Пудра «Екстра» має м'який, приємний аромат і виготовлена в оригінальній, елегантній упаковці. Натомість пудра 1-ї групи має більш грубу дисперсність помолу, дешевші ароматизатори та простішу упаковку. [11].

РОЗДІЛ II МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Вихідні матеріали

Хлорид цинку – назва хімічних сполук з формулою $ZnCl_2$ та його гідратів. Хлориди цинку, дев'ять з яких відомі у кристалічній формі, безбарвні або білі, і дуже добре розчиняються у воді. $ZnCl_2$ є гігроскопічним і розпливається за рахунок поглинання вологи. Тому він повинен бути захищений від вологи, включаючи водяні пари присутні у звичайному повітрі. Хлорид цинку має широке застосування в обробці текстилю, в металургії як флюс і хімічний синтез. Природних мінералів з таким хімічним складом невідомо, крім дуже рідкісного мінералу симонколеїту, $Zn_5(OH)_8Cl_2 \cdot H_2O$.

Характеристики:

- Масова частка основної речовини, % 96,01
- Цинк оксид, % 1,8
- Сульфати, % 0,01
- Залізо, % 0,0004
- Важкі метали (Pb), % 0,0004

Нерозчинні в соляній кислоті речовини, %, не більше 0,01

Застосування:

1. Як осушуючий засіб;
2. У пожежній справі для вогнезахисту (вогнестійка піна, просочування картону та тканин);
3. Для антисептичного просочування деревини, шпал;
4. У виробництві фібри;
5. У хімічній промисловості при отриманні ваніліну та ціаніду цинку;
6. У технологічних процесах виробництва барвників та фарбуванні бавовни;
7. У нафтовій промисловості під час очищення нафти;

8. У металургії при виробництві таких металів як алюміній, у процесах паяння, при підготовці металевих виробів до цинкування та хромування;
9. В гальванічних батареях та інших цілях [48].

Хлорид заліза – хлорне залізо, також трихлорид заліза, FeCl_3 – середня сіль тривалентного заліза та соляної кислоти.

Сильно гігроскопічний, на повітрі перетворюється на гідрат $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – гігроскопічні жовті, за іншими джерелами жовто-коричневі кристали, добре розчинні у воді (при 20 °С в 100 г води розчиняється 91,9 г безводної солі). $T_{\text{пл}}$ 309 °С.

Характеристики:

- Зовнішній вигляд Жовто-коричневі кристалічні шматки
- FeCl_3 , % 98,0
- FeCl_2 , % 0,3
- Нерозчинні у воді речовини, % 0,5

Застосування:

1. Хлорид заліза (III) застосовується під час травлення друкованих плат (радіотехніка, системотехніка).
2. Використовується для травлення друкованих форм (офорт, цинкографія) як альтернатива азотній кислоті, реакція з якою супроводжується виділенням високотоксичних пар («лисий хвіст»).
3. Використовується у ковальстві для прояву малюнка заліза.
4. Застосовується як протрава під час фарбування тканин.
5. У промислових масштабах використовується як коагулянт для очищення води.
6. За рахунок чітко виражених кислотних властивостей широко застосовується як каталізатор в органічному синтезі. Наприклад, реакції електрофільного заміщення в ароматичних вуглеводнях [49].

Гідроксид натрію (NaOH) – біла тверда речовина. Сильно гігроскопічний, на повітрі «розпливається», активно поглинаючи пари води

і вуглекислий газ із повітря. Добре розчиняється у воді, при цьому виділяється велика кількість теплоти. Розчин їдкого натру милок на дотик.

Характеристики:

- Молярна маса 39,997 г/моль
- Густина 2,13 г/см³
- Температура плавлення 318°C
- Температура кипіння 1 388°C
- Синоніми гідроксид натрію, каустик, каустична сода, натрію гідроокис, їдкий натр, їдкий луг, натрію гідрат окису, їдкий натрій, гідроксид натрію, натрієвий луг, каустик лускатий, каустик сухий.

Застосування:

1. У целюлозно-паперовій промисловості для делігніфікації (сульфатний процес) целюлози, у виробництві паперу, картону, штучних волокон, деревно-волоконних плит.

2. Для омилення жирів при виробництві мила, шампуню та інших мийних засобів.

3. В хімічних галузях промисловості для нейтралізації кислот і кислотних оксидів, як реагент або каталізатор у хімічних реакціях, у хімічному аналізі для титрування, для травлення алюмінію і у виробництві чистих металів, у нафтопереробці для виробництва олив.

4. Для виготовлення біодизельного палива одержуваного з рослинних олій і використовуваного для заміни звичайного дизельного палива.

5. Як агент для розчинення засмічень каналізаційних труб.

6. В текстильній промисловості для мерсеризації бавовни та вовни.

7. В косметології для видалення ороговілих ділянок шкіри, бородавок, папілом.

8. У фотографії як прискорювальна речовина в проявниках для високошвидкісної обробки фотографічних матеріалів [50].

Жовтий ферит цинку (жовтий пігмент 119)

Хімічна формула: $ZnFe_2O_4$



Рисунок 2.1 – Зразок пігменту і пігментованої поверхні

Форма випуску: жовтий пігмент в порошку

Діапазон термостійкості: понад 900 градусів

Індекс кольору: PY119 Pigment Yellow 119 (CI 77496)

Номер CAS: 68187-51-9, номер EINECS: 269-103-8

Мастоун	Тонування	Пункт №.	Назва пігменту CI	Назва виробу	Композиція	Номер CAS
		FU-C252	CI Pigment Yellow 119 (77496)	Цинк Залізо Жовтий	Zn-Fe	68187-51-9

Рисунок 2.2 – Торгівельні характеристики пігменту

Розмір частинок (μm) менше або дорівнює: 1,5

Таблиця 2.1 – Властивості коричневого мінерального пігменту

Фізичні властивості		Властивості стійкості	
Зовнішній вигляд	Дрібний жовто-коричневий порошок	Термостійкість, °C, більше або дорівнює	280
Середній розмір частинок, мкм	1,70	Світлостійкість (клас 1-8)	8
Вміст летких речовин за температури 105 °C, %	0,50	Стійкість до погодних умов (клас 1-5)	5
Вміст водорозчинних солей, %	0,50	Кислотостійкість (клас 1-5)	5

Олієпоглинання, /100г	18 ~ 27	Стійкість до лугів (клас 1-5)	5
Значення РН	6,0 ~ 9,0	Густина, г/см ³	4,75

Залишок на ситі (4 мм): менше або дорівнює 0,02

Електропровідність (us/cm): менше або дорівнює 200

Інформація з безпеки:

- токсичність: слаботоксичний, IV клас небезпеки;
- пожежа та вибухонебезпечність: пожежа та вибухобезпечна;
- запах: не має;
- Заходи безпеки при контакті з речовиною: застосування колективних та індивідуальних засобів захисту. Для захисту відкритих ділянок шкірних покривів застосовують захисні профілактичні пасти та мазі.

Вплив на організм людини:

Залізо корисне в малих дозах, але його надлишок може завдати шкоди. Залізо стимулює вироблення вільних радикалів і може призвести до сильних ушкоджень тканин при серцевих нападах, таких як інсульт. Надлишок заліза в організмі може викликати різні ракові захворювання. Люди з генетичним захворюванням на гемохроматоз (накопичування заліза в печінці) частіше за інших хворіють на рак печінки.

Надлишок заліза в організмі може призводити до хвороб діабету, пороку серця та гіпотирозидизму, які є руйнівними факторами для нормальної роботи всього організму в цілому.

У малих дозах залізо корисне організму. Воно підвищує рівень гемоглобіну у крові. У той же час надлишок заліза може завдати відчутної шкоди здоров'ю. При високій концентрації заліза в організмі йде вироблення вільних радикалів, що може призвести до серцевих нападів та інсультів. Крім того, накопичення заліза у печінці провокує рак печінки. Однак це властиво людям із генетичним захворюванням на гемохроматоз. У здоровому організмі за дотримання розумних доз споживання заліза воно повністю переробляється або виводиться з організму.

Допустиме добове споживання становить 0,5 мг/кг ваги.

Застосування

Оксиди та гідроксиди заліза широко розповсюджені в природі та використовуються людьми у різних сферах виробництва. Так, крім харчової промисловості, оксиди заліза використовуються:

- у металургійній промисловості як сировина для виробництва металів;
- як міцний пігмент у фарбах та покриттях;
- як каталізатори в хімічній промисловості;
- у косметичній промисловості надання необхідних відтінків косметичної продукції;
- у фармацевтиці для виготовлення лікарських засобів, які підвищують рівень гемоглобіну.

Переваги:

- Висока покриваність та фарбувальна здатність (менша кількість пігменту порівняно з аналогічними пігментами для досягнення заданого кольору).
- Висока - світло і атмосферостійкість, кислото- і лугостійкість.
- Постійність кольору незалежно від партії (точніший розподіл пігменту за розмірами частинок).
- Точне дотримання колірного відтінку згідно з картою кольорів (використання високотехнологічних, прогресивних процесів при виробництві).
- Хороша диспергованість (розподіл пігменту в середовищі та швидкість змішування до однорідної маси).

2.2 Методи дослідження

Дослідження проведено згідно методик ДСТУ 4773:2007 «Вироби косметичні для макіяжу порошкоподібні та компактні».

Зовнішній вигляд і колір порошкоподібних виробів та виробів, що мають консистенцію емульсії, гелю, желе, пасти, мазі» визначають переглядом проби, вміщеної рівним тонким шаром на предметне скло або лист білого паперу.

Однорідність зазначених виробів – відсутність грудок і крупинок – визначають на дотик легким розтиранням проби.

Зовнішній вигляд та колір виробів, що мають тверду консистенцію та упаковані в баночки та пенали, та компактні вироби декоративної косметики визначають переглядом поверхні виробу.

Запах порошкоподібних виробів та виробів, що мають консистенцію емульсії, гелю, желе, пасти, мазі, визначають органолептичним методом у пробі після визначення зовнішнього вигляду.

Визначання масової частки води та летких речовин. Метод ґрунтується на висушуванні наважки виробу декоративної косметики у сушильній шафі.

У попередньо висушену склянку поміщають наважку масою від 1,5 г до 5,0 г випробовувального виробу декоративної косметики (компактні вироби попередньо подрібнюють до порошкоподібного стану), зважують і результат зваження записують до четвертого десяткового знака. Склянку із наважкою і кришку поміщають у сушильну шафу і сушать за температури $(100 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Перше зважування проводять після висушення протягом 2 год. Склянку закривають кришкою, охолоджують у ексикаторі із осушувачем протягом 30 хв і зважують без кришки. Висушування повторюють доти, поки розбіжність між двома паралельними зважуваннями не буде перевищувати 0,005 г (кожне повторне висушування проводять протягом 30 хв).

Масову частку води та летких речовин X , у відсотках, обчислюють за формулою:

$$X = \frac{(m_1 - m_2)}{m} \cdot 100 \quad (2.1)$$

де m_1 – маса склянки для зважування із випробовуваного виробу декоративної косметики до висушування, г;

m_2 – маса склянки для зважування із випробовуваним виробом декоративної безпеки після висушення, г;

m – маса наважки випробовуваного виробу декоративної косметики, г.

Водневий показник рН визначають згідно з ГОСТ 29188.2 із такими доповненнями. 4,00 г випробувального виробу декоративної косметики зважують у склянці (компактні вироби попередньо подрібнюють до порошкоподібного стану), додають у неї 10 см³ здистильованої води. Усе ретельно перемішують, дають відстоятися за кімнатної температури протягом 20 хв, фільтруванням відділяють водно-спиртовий шар і вимірюють у ньому рН за температури (20 ± 2) °С.

Визначання масової частки стеариновокислого цинку або магнію. Метод ґрунтується на титруванні спиртовим розчином гідроксиду калію об'єднаного нейтрального толуольного (ксилольного) екстракту, отриманого після екстракції толуолом (або ксилолом) наважки виробу декоративної косметики із розчином соляної кислоти.

У конічну колбу зважують 2 г маси виробів декоративної косметики. Результат зваження, у грамах, записують з точністю до другого десяткового знака, доливають 30 см³ розчину сірчаної кислоти і кип'ятять реакційну масу на плитці протягом від 3 хв до 4 хв. До розчину за температури близько 80 °С доливають 20 см³ толуолу (або ксилолу). Колбу добре струшують та переносять реакційну масу в ділильну лійку, в яку додають 10 см³ етилового спирту, струшують та дають добре відстоятися. Водний шар зливають у колбу та повторюють екстракцію толуолом (або ксилолом) з етиловим спиртом у разі нагрівання ще двічі, збираючи толуольний (або ксилольний шар) у другу ділильну лійку. Об'єднаний толуольний (ксилольний) екстракт промивають водою до нейтральної реакції (індикатор метиловий оранжевий), переносять у колбу і титрують спиртовим розчином гідроксиду калію по фенолфталеїну до стійкого малинового забарвлення. Під час випробовування інтенсивно забарвлених виробів декоративної косметики титрування проводять за індикатором – тимолфталеїном – до стійкого синього забарвлення.

Масову частку стеариновокислого цинку або магнію X_1 , у відсотках, обчислюють за формулою:

$$X_1 = \frac{V \cdot m_1}{2 \cdot n} \quad (2.2)$$

V – об'єм 0,5 моль/дм³ спиртового розчину гідроксиду калію, використаний для титрування, см³;

m_1 – маса стеариновокислого цинку ($m_1 = 31,5$) або стеариновокислого магнію 1-водного ($m_1 = 30,5$), що відповідає 1 см³ спиртового розчину гідроксиду калію концентрації точно 0,5 моль/дм³, мг;

m – маса наважки виробу, г.

Визначання залишку на ситі із дротяної сітки № 0071

50 г маси виробів у фарфоровій чашці зважують на вагах, результат зваження, в грамах, записують з точністю до другого десяткового знака. Наважку заливають 50 см³ етилового спирту для змочування часток. Після 20 хв відстоювання масу розтирають у чашці чистою жорсткою щіткою чи шпателем, додають ще 150 см³ етилового спирту. Замутнену суспензію зливають у чашки на чисте попередньо висушене та зважене сито. Для полегшення проходження суспензії крізь сито її переносять у другу фарфорову чашку чи скляний кристалізатор. Поверхню сита із суспензією обережно протирають м'якою волосяною щіткою. Залишок наважки на стінках чашки змивають обережно 50 см³ етилового спирту. Суспензію виливають на поверхню сита. Останнє відмивання залишку маси на ситі виконують промиванням тонким струменем води з одночасним протиранням волосяною щіткою чи шпателем поверхні сита. Залишок на ситі висушують за температури від 105 °С до 110 °С до постійної маси.

Залишок на ситі X_2 , у відсотках, визначають за формулою:

$$X_2 = \frac{m_2 - m_1}{m} \cdot 100 \quad (2.3)$$

де m – маса наважки виробів, г;

m_1 – маса сита, г;

m_2 – маса сита із залишком, г.

РОЗДІЛ III ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Математичне моделювання рецептури пудри з мінеральними пігментами

Завданням математичного моделювання є вивчення характеристик модельованого об'єкта реального світу, на основі яких можна зробити певні висновки (наприклад, про межі застосування цього об'єкта, найбільш ефективні пропорції його розмірів тощо). При цьому об'єкт повинен бути заданий (тобто його розміри наперед визначені) [53].

Метод моделювання полягає у попередньому створенні математичної моделі рецептурного складу продукту, розв'язанні оптимізаційної задачі, аналізі результатів та перенесенні їх у виробничу рецептуру [54]. На сьогоднішній день цей метод розробки рецептури вдосконалено в напрямку врахування більшої кількості факторів при розробці математичної моделі.

Застосування інгредієнтів у рецептурі пудри обумовлене переважно їхніми фізико-хімічними властивостями. Завдяки малим розмірам частинок порошки здатні покривати значну площу шкіри, використовуючи мінімальну масу продукту. Крім того, порошки повинні мати світлорозсіювальні властивості та теплопровідність для ефективного охолодження шкіри. Для таких показників, як зовнішній вигляд, колір, запах було проведено органолептичний аналіз за 5-бальною системою згідно показників таблиці 3.1.

Метод бальної оцінки передбачає такі рівні якості:

- дуже погана якість – 1 бал;
- незадовільна якість – 2 бали;
- задовільна якість – 3 бали;
- добра якість – 4 бали;
- дуже добра якість – 5 балів.

Таблиця 3.1 –Критерії 5-бального оцінювання органолептичних показників

Показник	Бальна шкала				
	5	4	3	2	1
Зовнішній вигляд	Дуже	Добрий	Середній	Мало привабливий	Непривабливий
Колір:					
інтенсивність	Дуже яскравий	Яскравий	Середній	Слабкий	Дуже слабкий
бажаність	Висока	Середня	Нейтральна	Середньо-небажана	Високо-небажана
Запах:					
інтенсивність	Дуже яскравий	Яскравий	Середній	Слабкий	Невідчутний
бажаність	Висока	Середня	Нейтральна	Середньо-небажана	Високо-небажана

Порошкоподібні косметичні вироби мають відповідати певним органолептичним та фізико-хімічним показникам, що наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Показники якості порошкоподібних і компактних виробів декоративної косметики

Назва показника	Характеристика і норма	
	Порошкоподібні вироби	Компактні вироби
Зовнішній вигляд	Тонкоподрібнена однорідна порошкоподібна маса без сторонніх включень	Однорідна спресована компактна маса
Колір	Властивий кольору або тону даного виробу	
Запах	Приємний, властивий даному виробові	
Масова частка вологи і летких речовин, %, не більше	2,5	7,0
Водневий показник рН	5,5...10,0	
Масова частка стеариновокислого цинку або магнію, %, не більше	20,0	11,0
Залишок на ситі з дротяною сіткою № 0071, %, не більше	0,5	1,0
Ступінь компактності	Не нормовано	Витримує іспит

Було розраховано значення $x_1=41\%$; $x_2=11\%$; $x_3=1,2\%$ у трьохкомпонентній системі. Для перевірки адекватності отриманого рівняння регресії було проведено додатковий експеримент, що підтвердив гіпотезу про досягнення найвищої органолептичної оцінки при зазначених пропорціях. Таким чином, на основі математичного моделювання було обґрунтовано оптимальне рецептурне рішення: вміст каоліну – 41,1 %; вміст залізо-цинкового мінерального пігменту – 11,1 %; вміст оксиду цинку – 1,2 %.

Таблиця 3.3 – **Рецептура розсипчастої пудри**

Компонент	Вміст, % від маси
Тальк	15,0
Каолін	40,0
Пігмент коричнево-червоний залізо-цинковий	10,0
Стеарат магнію	5,0
Крохмаль рисовий	27,8
Оксид цинку	1,2
Жирова добавка (вода, гліцерин, ніпагін, віск емульсійний, парфумерна олія, ніпазол)	1,0
Парфумерна композиція	0,2

Крохмаль допомагає поглинати піт і шкірне сало, усуває блиск і надає шкірі матовості. Однак надлишок крохмалю в пудрі небажаний, оскільки він починає блокувати вихід потових і сальних залоз, що призводить до утворення темних плям. У пудрі використовується рисовий, кукурудзяний і пшеничний крохмаль, але рисовий крохмаль є найкращим з точки зору тонкості помелу, кольору і поглинання шкірних виділень.

Оксид цинку і діоксид титану – це білі м'які порошки, які забезпечують високе покриття, маскують недоліки шкіри та захищають її від шкідливого сонячного впливу.

Каолін (біла глина) – це масляниста, порошкоподібна речовина білого кольору, що утворюється при руйнуванні гірських порід. Він приховує недоліки шкіри та зменшує видимість пор.

Тальк служить для розведення основних інгредієнтів пудри, а також забезпечує рівномірне розподілення пудри по шкірі та надає високий ступінь покриття. Тальк є м'яким та жирним на дотик порошком білого кольору. Його вміст у рецептурі пудри становить близько 31–41 %.

Стеарат цинку – білий порошок із маслянистою текстурою, який забезпечує гарне утримання пудри на шкірі та попереджає осипання продукту.

Активні добавки – корисні біологічно активні речовини, сонцезахисні фільтри. м'який, жирний на дотик порошок білого кольору. У складі пудри його міститься до 30–40 %.

Стеарат цинку – білосніжний порошок, масний на дотик. Завдяки йому пудра гарно утримується на шкірі, не осипається.

Для забарвлення пудри використовують нерозчинні у воді пігменти – охра, муміє, умбру та ін.

Для фарбування пудри застосовують нерозчинні у воді пігменти, такі як: охра; умбра; муміє та інші.

Щоб надати пудрі приємного запаху до її складу вводять парфумерні композиції у кількості до 1 %.

Етапи виготовлення пудри за наведеною рецептурою представлені на наступних рисунках.



Рисунок 3.2 – Рецептурний набір



Рисунок 3.3 – Зважування порошкоподібних компонентів



Рисунок 3.4 – Зважування мінерального пігменту



Рисунок 3.5 – Подрібнення в механічному млинку



Рисунок 3.6– Тестування продукту

Сенсорні властивості продукту порівнювали з промисловими аналогами. Для порівняння обрано матуючу розсипчасту пудру Etude House Sebum Soak Powder виробництва Кореї та мінеральну пудру KRALYAORGANIC українського виробництва (рисунок 3.7).



Рисунок 3.7 – Мінеральні пудри для порівняння

Опис виробника Etude House (Sebum Soak Powder) :

Ця пудра стане незамінним помічником у створенні щоденного макіяжу, оскільки здатна зберігати його свіжість та акуратність протягом тривалого часу. Її невагома текстура забезпечує природне покриття без ефекту маски, яке також усуне жирний блиск, зробить тон обличчя природним та однотонним.

Пудра має безбарвну консистенцію, тому ідеально підійде будь-якому тону шкіри, навіть смаглявому. Мікроскопічні частинки пудри щільно скріплюються між собою, створюючи тонку та однорідну мантію, яка пом'якшує шкіру та робить її більш пружною. Основним компонентом цієї пудри є кремній, який відіграє ключову роль її дії.

Особливості засобу Etude House (Sebum Soak Powder):

- Створює тонкий оксамитовий ефект.
- Має ніжну текстуру.
- Підлаштовується під колір обличчя.
- Справляє антисептичну та протизапальну дію.
- Захищає від впливу зовнішніх чинників.
- Ідеально підходить для проблемної, чутливої та схильної до подразнень шкіри.

Спосіб застосування: пудра наноситься на чисте та сухе обличчя у невеликій кількості. Розподіліть її рівномірно за допомогою пушківки, особливу увагу приділяйте зонам обличчя, що схильні до жирності [52].

Опис виробника KRALYAORGANIC натуральна косметика

Мінеральна пудра тон1

Мінеральна пудра – невагома пудра , що легко наноситься на шкіру, роблячи її ідеально гладенькою, маскуючи зморшки і дрібні недоліки. Ідеальне рішення для тих жінок, які не користуються рідкими основами під макіяж.

Використання **мінеральної пудри Kralyaorganic** захищає шкіру від шкідливого впливу навколишнього середовища, а також вирівнює її тон. Вона надає шкірі бездоганний вигляд і забезпечує прекрасну основу під макіяж.

Забезпечує ідеальне невагоме покриття, стійка і тримається на обличчі весь день.

Допомагає позбутися жирного блиску і матує шкіру.

Діоксид титану та оксид цинку захищають шкіру від дії УФ-променів.

Пудра шовку має властивість «дихати» і виступає як оптичний модифікатор. Також вона посилює УФ захист мінеральної косметики.

допомагає підтримувати оптимальний рівень зволоженості шкіри, створює ефект саява та бархатистості, має матуючий ефект.

Нітрид бору забезпечує ефект розсіювання світла, тим самим приховує нерівності шкіри, розширені пори, візуально приховує "сіточку" дрібних зморшок і робить молодше обличчя

RonaFlair Flawless дозволяє отримати ефект досконалої шкіри методом заповнення зморшок та розсіювання світла. За допомогою м'якого фокус-ефекту, шкіра набуває свіжого, здорового та доглянутого вигляду.

Вага 5г

Застосування: Обережно струсіть баночку з пудрою (кришка повинна бути закрита), щоб пудра опинилася на фільтрі. Зніміть кришку і злегка занурте пензель в пудру. Струсіть надлишки пудри. Рівномірно нанесіть пудру від центру обличчя у напрямку до лінії волосся і лінії підборіддя.

Склад: Mica; Silk Mica; Titanium Dioxide; Magnesium Stearate; Zinc oxide; Silica, Titanium Dioxid, Iron Oxide; Mica, Silica; Pteris margaritifera L.; Silk

powder; Iron oxide yellow CI 77492 ; Iron oxide red CI 77491; Ultramarine Blue CI 77007 [55].

Споживчі властивості мінеральної пудри оцінювали за показниками сяючий фініш, легка формула, тривала стійкість, легкість нанесення та здатність до вирівнювання тону обличчя (рисунок 3.8).

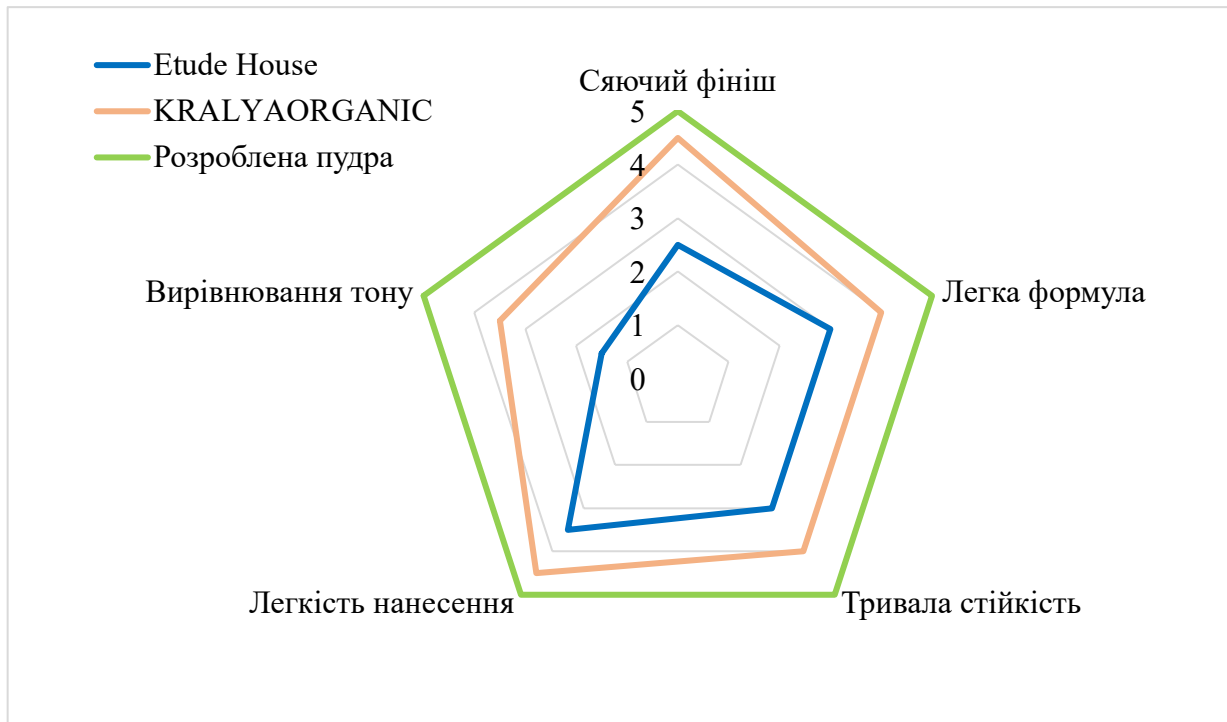


Рисунок 3.8 – Споживча оцінка мінеральної пудри

Аналізуючи результати профілограми 3.8 можна стверджувати, що за всіма досліджуваними сенсорними показниками розроблена пудра переважає контрольні зразки.

Перевагами розсипчастої пудри для обличчя є:

- Вона фіксує макіяж, подовжуючи його стійкість.
- Ідеально матує шкіру, а повторне нанесення протягом дня регулює подальше вироблення шкірного сала.
- Візуально розгладжує розширені пори й інші дрібні нерівності шкіри. Надає обличчю ніжно-порцелянового вигляду.
- Пігментована розсипчаста пудра посилює ступінь покриття тональних засобів і вирівнює тон шкіри.

- Мінеральна розсипчаста пудра здатна ідеально зафіксувати не лише тональні засоби, а й рум'яна, контурний олівець або додати матовості помаді [56].

РОЗДІЛ IV ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Опис принципової технологічної схеми

Стадія розчинення

Метод хімічного співосадження застосовано для синтезу наночастинок фериту цинку і відповідно молярне співвідношення 1:2 $ZnCl_2$ і $FeCl_3$ розчиняли в дистильованій воді. 1М гідроксиду натрію (NaOH) додавали по краплях, щоб підтримувати рН розчину на рівні 7 при постійному перемішуванні за температури 60 °С.

Стадія старіння

Через 60 хв процес старіння за температури 60 °С завершився; розчин охолоджували до кімнатної температури при постійному перемішуванні.

Стадія промивання

Осад промивали гарячою ДІ водою для видалення хлориду натрію.

Стадія осушування

Потім для зневоднення осаду за температури 30 °С до залишкової вологості 8% використовували відцентровий сепаратор.

Стадія висушування

Вологий порошок сушили 48 годин температури 22...24 °С до залишкової вологості 2%.

Стадія подрібнення

Порошок фериту цинку подрібнювали протягом 40 хвилин на млині до розміру частинок $d = 0,10...0,15$ мм.

Стадія спікання

Спікання проводять при 900 °С у печах безперервної дії з захисною атмосферою протягом 4 годин.

Стадія подрібнення

Порошок фериту цинку подрібнювали протягом 40 хвилин на млині до розміру частинок $d = 0,10...0,15$ мм.

Принципово-технологічна схема синтезу наночастинок $ZnFe_2O_4$ методом співосадження показана на рисунку 4.1.

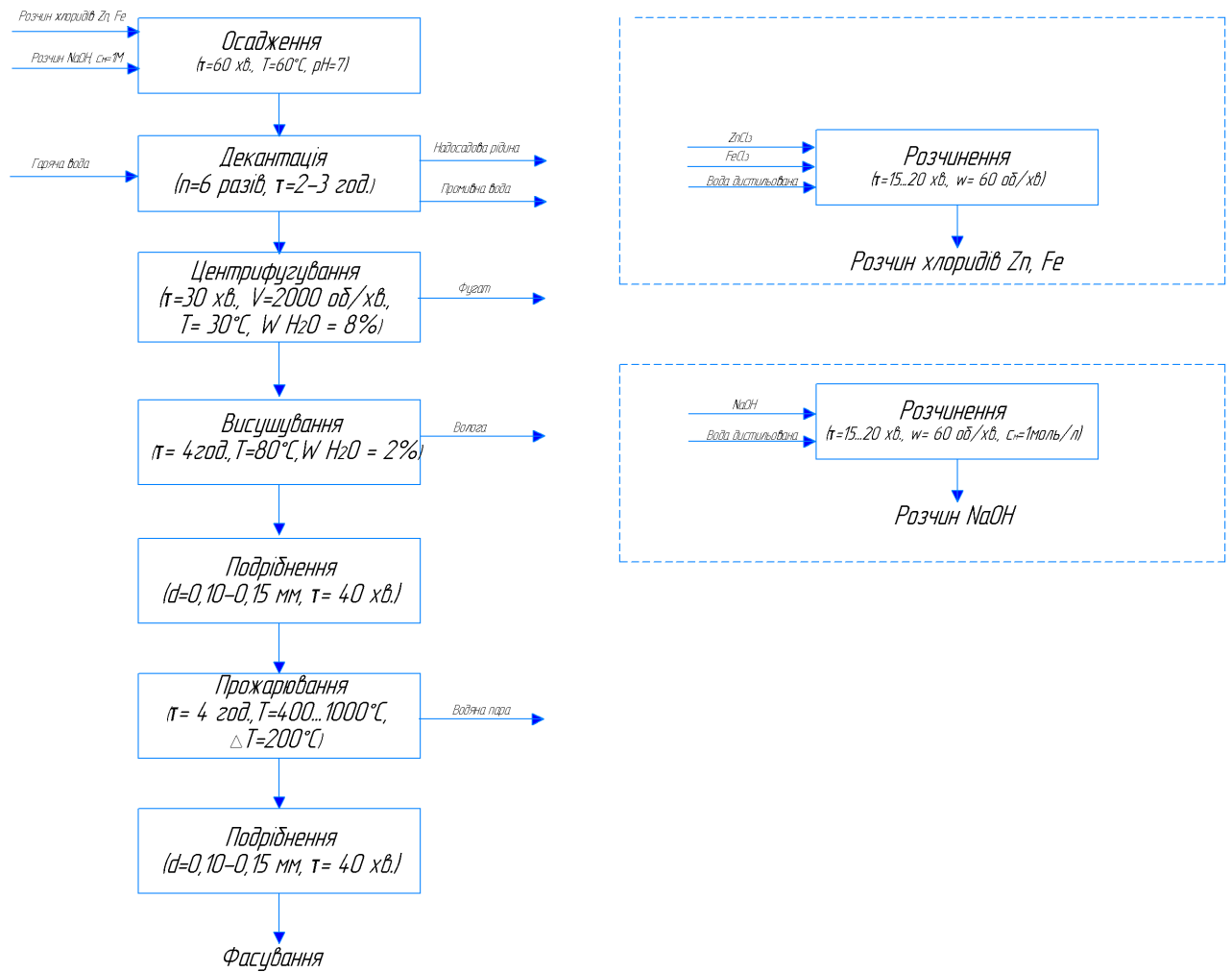


Рисунок 4.1 – Принципово-технологічна схема синтезу наночастинок $ZnFe_2O_4$ методом співосадження

4.2 Розрахунок матеріального балансу

Матеріальний баланс стадії розчинення

$ZnCl_2$ і $FeCl_3$ взяті у молярному співвідношенні 1 до 2 розчиняли у воді в присутності натрію гідроксиду для підтримування нейтрального рН.

Наважки були розраховані для повного виходу кінцевого продукту з 20% надлишком:

Наважки речовин розраховувалися за формулами:

$$m(ZnCl_2) = (65,39 + 2 \cdot 35,45) \cdot 1,2 = 163,55 \text{ кг}$$

$$m(\text{FeCl}_3) = 2 \cdot (55,85 + 3 \cdot 35,45) \cdot 1,2 = 389,28 \text{ кг}$$

Вода на розчинення взяти у шестикратному об'ємі від маси хлориду цинку:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 4 \cdot 163,55 = 654,20 \text{ кг}$$

Матеріальний баланс стадії старіння

Осадження проводять гідроксидом натрію за рН 7, згідно реакції:



Наважка розрахована з 20% надлишком

$$m(\text{NaOH}) = 8 \cdot (22,99 + 16,00 + 1,01) \cdot 1,2 = 384,00 \text{ кг}$$

Маса одержаних оксидів становить:

$$m(\text{ZnO}) = (65,39 + 16,00) = 81,39 \text{ кг}$$

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = (2 \cdot 55,85 + 3 \cdot 16,00) = 159,70 \text{ кг}$$

В результаті реакції одержано побічних продуктів:

$$m(\text{NaCl}) = 8 \cdot (22,99 + 35,45) = 467,52 \text{ кг}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 4 \cdot (2 \cdot 1,01 + 16,00) = 72,08$$

Сумарна кількість побічних продуктів становить $467,52 + 72,08 = 539,60 \text{ кг}$

Стадія промивання

Промивання виконують дистильованою водою, температура якої близька до температури кипіння 5-6 разів.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 539,60 \cdot 6 = 3237,60 \text{ кг}$$

Під час промивання видаляється непропеагований надлишок хлоридів:

$$m(\text{ZnCl}_2 + \text{FeCl}_3) = (163,55 + 389,28) \cdot 0,2 = 110,57 \text{ кг}$$

та непрореагований надлишок лугу:

$$m(\text{NaOH}) = 384,00 \cdot 0,2 = 76,8 \text{ кг}$$

Стадія осушування

Після завершення промивання декантований осад відділяють від кислих вод на відцентровому сепараторі до залишкової вологості 8% і передають на висушування.

Стадія висушування

В процесі висушування залишкова волога видаляється з одержаного осаду у вигляді пари. Втрати на етапі висушування становлять 2% маси сировини, що надходить до стрічкової сушарки:

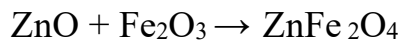
$$m(\text{втрат}) = 81,39 + 159,7 \cdot 0,02 = 4,50 \text{ кг}$$

Вихід продукту зі стадії висушування:

$$m(\text{ZnO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) = 81,39 + 159,7 - 4,50 = 220,59 \text{ кг}$$

Стадія спікання

В результаті спікання систем з необмеженою розчинністю компонентів утворюється одна фаза – взаємний твердий розчин.



$$m(\text{ZnFe}_2\text{O}_4) = 220,59 \text{ кг}$$

Втрати на стадії спікання відсутні.

Стадія подрібнення

Втрати на етапі подрібнення приймаємо в розмірі 2%:

$$m(\text{втрат}) = 220,59 \cdot 0,02 = 4,41 \text{ кг}$$

Вихід фериту цинку становить:

$$m(\text{ZnFe}_2\text{O}_4) = 220,59 - 4,41 = 216,18 \text{ кг}$$

Стадія фасування

Передбачено фасування в герметично закритому фасувальному автоматі в тару за вимогою замовника.

Втрати на стадії відсутні.

Зведений матеріальний баланс по стадіям виробництва наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Матеріальний баланс виробництва

Стадія розчинення			
Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
1	2	3	4
ZnCl ₂	163,55	Розчин хлоридів	1207,03
FeCl ₃	389,28		
H ₂ O	654,20		
Разом	1207,03	Разом	1207,03
Стадія старіння			
Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Розчин хлоридів	1207,03	ZnO	81,39
NaOH	384,00	Fe ₂ O ₃	159,70
		NaCl	467,52
		H ₂ O	726,28
		Непрореагований надлишок NaOH	76,80
		Непрореагований надлишок хлоридів	110,57
Разом	1591,03	Разом	1591,03
Стадія промивання			
Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
H ₂ O	3963,88	ZnO	81,39
ZnO	81,39	Fe ₂ O ₃	159,70
Fe ₂ O ₃	159,70	H ₂ O (50% маси оксидів)	120,55
NaCl	467,52	Промивні води	4497,94
Непрореагований надлишок NaOH	76,80		
Непрореагований надлишок хлоридів	110,57		
Разом	4859,58	Разом	4859,58
Стадія осушування			
Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
ZnO	81,39	ZnO	81,39
Fe ₂ O ₃	159,70	Fe ₂ O ₃	159,70
H ₂ O (50% маси оксидів)	120,55	H ₂ O (8% маси оксидів)	19,29
		Фугат	101,26
Разом	361,64	Разом	361,64

Стадія висушування			
Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
ZnO	81,39	ZnO + Fe ₂ O ₃	220,59
Fe ₂ O ₃	159,70	H ₂ O	19,29
H ₂ O (8% маси оксидів)	19,29	Втрати	4,50
Разом	260,38	Разом	
Стадія спікання			
Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
ZnO + Fe ₂ O ₃	220,59	ZnFe ₂ O ₄	220,59
Разом	220,59	Разом	220,59
Стадія подрібнення			
Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
ZnFe ₂ O ₄	220,59	ZnFe ₂ O ₄	216,18
		Втрати	4,41
Разом	220,59	Разом	237,67
Стадія фасування			
ZnFe ₂ O ₄	220,59	ZnFe ₂ O ₄	220,59
Разом	220,59	Разом	220,59

4.3 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання

Обладнання, що застосовують у хімічній промисловості, має задовольняти такі вимоги:

- мати характеристики, що забезпечують проведення технологічного процесу із заданою продуктивністю;
- мати низьке енергоспоживання;
- мати достатню міцність, бути надійним (поломки можуть призвести не тільки до економічних втрат, але можуть бути небезпечними для обслуговчого персоналу);
- мати необхідну довговічність, що пов'язано із зносом обладнання та його корозійною стійкістю;
- має бути зручним в обслуговуванні;

- бути ремонтпридатним, транспортабельним;
- задовольняти вимоги технічної естетики;
- має бути безпечним під час експлуатації.

Це устаткування повинно передбачати ефективні заходи щодо попередження можливого загоряння продукту в процесі виробництва. До таких заходів належать:

- недопущення застійних зон, де можуть накопичуватися реакційні продукти або їхні пари, відповідно жорсткі вимоги до зварних швів, вони не повинні мати пори, тріщини, шлакові включення;

- забезпечення мінімального завантаження устаткування продуктом;

- винесення електропривода з технологічного приміщення, у цьому разі зв'язок із приводом здійснюється за допомогою вала, що проходить через стінку із сальниковим ущільненням. Якщо загоряння продукту можливе, то необхідні заходи, що попереджають перехід горіння у вибух. Для цього використовують спеціальні пристрої, що дозволяють скидати тиск із замкнутого об'єму (розривні мембрани, запобіжні клапани). У разі можливого загоряння або вибуху на одній із фаз повинні бути передбачені заходи щодо нерозповсюдження їх на сусідні ділянки. Для цього застосовують розриви між фазами з використанням спеціальних транспортних засобів [57].

Змішувальне обладнання — це механічний пристрій, який використовується для рівномірного змішування інгредієнтів у суміші. Вони широко використовуються в різних галузях промисловості, включаючи хімічну промисловість, харчову промисловість, фармацевтику та ін.



Рисунок 4.2 – Високошвидкісний змішувальний бак

Змішувальне обладнання зазвичай складається з наступних основних компонентів:

1. Мішалка: Мішалка є основним компонентом змішувального обладнання. Зазвичай він складається з обертових лопатей або лопатей, які рівномірно змішують різні інгредієнти в суміші за допомогою обертового руху.

2. Рушійний пристрій: рушійний пристрій використовується для забезпечення живлення для обертання мішалки. Приводом може бути електродвигун, гідродвигун, пневматичний двигун тощо.

3. Бак для змішування: Бак для змішування – це ємність, яка використовується для зберігання суміші, зазвичай циліндрична або квадратна. За потреби можна обирати змішувальні баки з різних матеріалів, таких як нержавіюча сталь, вуглецева сталь тощо.

4. Опорна конструкція: опорна конструкція використовується для підтримки змішувального обладнання та змішувального бака для забезпечення стабільності та безпеки обладнання.

Принцип роботи змішувального обладнання полягає в рівномірному змішуванні твердих, рідких або газоподібних компонентів у суміші за допомогою обертання мішалки, щоб досягти бажаного ефекту змішування. Різні вимоги до процесу та продукції впливатимуть на проектування та вибір

змішувального обладнання. Тому при виборі та використанні змішувального обладнання необхідно зробити розумний вибір та конфігурацію відповідно до конкретних потреб виробництва [58].

Накопичувальні ємності для зберігання компонентів широко використовуються в харчовій, медичній, хімічній та інших промисловості, де важливі чистота. Вони також використовуються на промислових підприємствах для зберігання хімічних речовин і газів, де потрібна сильна стійкість до хімічного розкладання.



Рисунок 4.3 – Накопичувальні ємності

Нержавіюча сталь є більш стійкою до корозії, ніж звичайна вуглецева сталь у широкому діапазоні застосувань. Така стійкість до корозії робить їх дуже міцними, подовжуючи термін служби. Нержавіюча сталь також важлива для забезпечення якості продуктів, які зберігають. Якщо резервуар знаходиться на відкритому повітрі, нержавіюча сталь також може допомогти уникнути проблем з вивітрюванням, які можуть виникнути при використанні сталі або пластику.

Вуглецеві та дуплексні нержавіючі сталі, як правило, стають крихкими при зниженні температури. Вони можуть зламатися, іноді з катастрофічними наслідками. Це спричинено розтягуванням або розширенням у деяких

пластмасах, коли вони виходять з ладу. Тому сплави, що використовуються при низьких температурах, повинні зберігати відповідні властивості. Нержавіючі сталі, такі як 304 і 316, зберігають технічні властивості за низьких температур і можуть бути класифіковані як «низькотемпературні сталі», і вони зазвичай використовуються в арктичних регіонах і температурах до -321 градусів F (- 196 градусів)).

Нержавіюча сталь зберігає свої властивості в широкому діапазоні температур, особливо при більш низьких температурах. Крім того, він менше піддається впливу УФ-променів, які можуть пошкодити покриття та пофарбовані поверхні. При правильному догляді нержавіюча сталь може прослужити на кілька років довше, ніж традиційна вуглецева сталь.

Кожна галузь має унікальні вимоги до її застосування, і нержавіюча сталь є матеріалом, який можна згинати, прокатувати та формувати відповідно до цих індивідуальних потреб. Резервуари з нержавіючої сталі можуть мати різні діаметри, довжину та висоту, що забезпечує гнучкість дизайну [59].

Декантери забезпечують виняткову продуктивність під час відділення твердої фази від рідких у межах єдиного безперервного процесу. Ці апарати призначені для видалення часток діаметром від 5 мм до кількох мікрон. Завдяки високій продуктивності, співвідношенню між капітальними витратами та продуктивністю, енергоефективності декантерні ідеально підходять для використання в різних галузях, включаючи хімічну промисловість та переробку стічних вод.



Рисунок 4.4 – Декантер

Застосування в технологічному процесі декантерів має ряд переваг:

- Висока ефективність сепарації, що дозволяє отримати високоякісну продукцію та зменшити операційні витрати
- Низьке споживання енергії та викидів вуглецю
- Низькі витрати на технічне обслуговування завдяки безперервній роботі, високоякісних матеріалам, дизайну та запланованому графіку сервісного обслугову
- Низький коефіцієнт капітальних витрат [60].

Центрифуга осаджувальна шнекова конструктивно являє собою центрифугу з горизонтальним суцільним ротором, на внутрішні стінки якого випадає осад з суспензії при її згущенні у відцентровому полі. Осад вивантажується примусово за допомогою шнекового пристрою. Вітчизняні осаджувальні центрифуги дозволяють видаляти з суспензії частинки до 10 мкм (установка ОГШ-759Л, фактор Фруда 1358). Для одержання осаду зі зниженою кінцевою вологістю застосовують центрифуги осаджувально-фільтрувальні, що мають додатковий ротор з фільтрувальною поверхнею з щілястого сита. Осаджувальні центрифуги застосовуються для зневоднення тонких незбагачених шламів, флотаційних концентратів і, в окремих випадках, відходів флотації. Технологічні показники відсаджувальних центрифуг: винос твердого у фугат 25-35 %; вологість осаду: концентратів флотації 20-25 %, відходів флотації 22-30 %, шламу 17-22 %. Суттєвий недолік відсаджувальних центрифуг – високий вміст твердого у фугаті, що у 2-3 рази більше, ніж у фільтраті вакуум-фільтрів. Винос твердого у фугат скорочується при застосуванні флокулянту. При витраті флокулянту 150 - 250 г/т винос твердого у фугат скорочується до 10 % [61].

В осаджувальних центрифугах частини осаду, що мають густину більшу, ніж густина рідинної фази, під дією відцентрових сил осаджуються на внутрішній поверхні ротора та видаляються шнеком, а рідинна фаза у вигляді

кільцевого шару розташовується поблизу вісі обертання ротору та безперервно видаляється.



Рисунок 4.5 – Центрифуга ОГШ-501К-06

Стрічкова сушильна машина є сушильним обладнанням безперервного виробництва. Основними способами опалення є електроопалення, парове опалення та опалення гарячим повітрям. Головний принцип – рівномірно розподілити матеріал по сітчастому поясу. Сітчастий ремінь виготовлений із сталевого сітчастого ременя 12-60, який переміщується трансмісійним пристроєм для переміщення вперед і назад у сушарці. Сушильна машина випускається з отвору для виведення вологи для досягнення мети сушіння. Довжина ящика складається зі стандартних секцій. Для економії місця сушарку можна зробити багатошаровою. 6-40м, ефективна ширина 0,6-3,0м.

Все обладнання складається з системи живлення, системи гарячого повітря, системи розвантаження та системи відведення вологи.

Система заряджання забезпечує рівномірне розподілення матеріалів на решітній пластині та транспортування до секції сушіння з рівномірною швидкістю. Система гарячого повітря забезпечує джерело тепла, необхідне для сушіння, надаючи гаряче повітря 80~120 °С у сушильну камеру. Коли конвеєрна стрічка проходить, гаряче повітря проходить крізь матеріали на конвеєрній

стрічці зверху вниз або знизу вгору, щоб матеріали могли рівномірно висушуватися та, нарешті, вивантажуватися системою розвантаження.

Переваги стрічкової сушарки

- Невеликі інвестиції, швидкість висихання та висока інтенсивність випаровування.
- Висока ефективність, велика продуктивність і хороша якість продукції.
- У стандартизованому виробництві кількість сегментів можна збільшити відповідно до випуску.
- Об'єм повітря, температуру нагрівання, час перебування матеріалу та швидкість подачі можна регулювати для досягнення найкращого ефекту сушіння.
- Конфігурація обладнання є гнучкою, можна використовувати систему промивання сітчастих ременів і систему охолодження матеріалу.
- Більша частина повітря переробляється, що дозволяє економити енергію.
- Унікальний пристрій розподілу повітря робить розподіл гарячого повітря більш рівномірним і забезпечує стабільність якості продукції.
- Джерелом тепла може бути пара, теплообмінна олія, точкова або газова піч [62].



Рисунок 4.6 – Стрічкова сушарка

Для отримання однорідної порошкоподібної дисперсії спечений порошок фериту цинку подрібнюють на дробарці 22. Передбачено фасування пігменту за допомогою фасувального автомату 23 в різні види тари ваговим методом. Маса пакування визначається замовником.

Дробарки ударної дії з горизонтальним валом (роторні) випускаються в декількох модифікаціях як для первинної, так і для вторинного рециркуляційного дроблення. Вони ідеальні для обробки вапняку та інших матеріалів з невисокою абразивністю. З допомогою роторних дробарок КРІ-ІСІ можна отримувати щєбінь першої категорії з низьким процентним вмістом зерен ігловідно форми.

Ударні дробарки розроблені з метою подолання проблем, з якими стикаються виробники, і в той же час, забезпечують максимальну продуктивність в існуючих умовах.

Експлуатаційна гнучкість роторних дробарок необхідна для роботи в умовах швидкої зміни кон'юнктури ринку. Різні варіанти застосування забезпечуються різноманітністю конструкцій ротора з двома, трьома або чотирма ударними плитами. Простий доступ до камери дроблення значно спрощує технічне обслуговування. Дана дробарка поєднує переваги ударного подрібнення з високою продуктивністю та експлуатаційну гнучкість застосування [63].

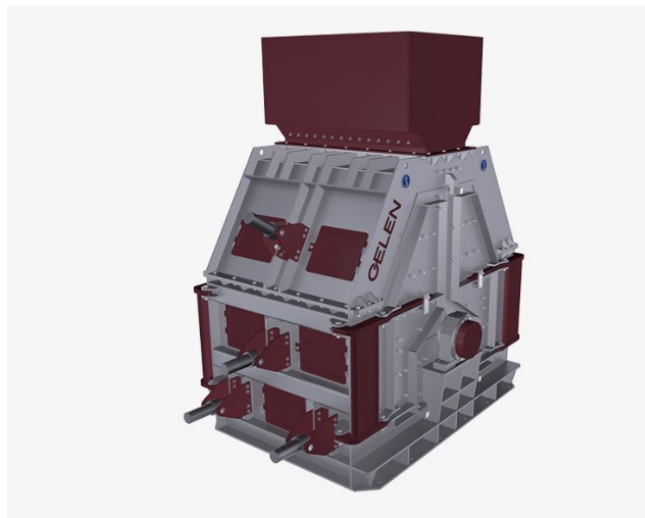


Рисунок 4.7 – Третинна роторна дробарка

Великі промислові шафи (печі) використовують для отвердження, полімеризації, сушіння, склування, , порошоків, смол, металевих деталей, електронних компонентів, еластомерів в будь-яких промислових масштабах.

Матеріалом камери промислової печі є нержавіюча сталь 304 або 316. Ззовні піч може бути виконана з нержавіючої або чорної сталі, покритої полімерною фарбою. Ізоляцію для печі забезпечує пресоване базальтове волокно. Оптимізована ізоляція і відсутність теплової передачі між внутрішньою камерою та зовнішньою обшивкою дозволяють мінімізувати втрати тепла, прискорити нагрівання і знизити температуру поверхні. Такий підхід забезпечує відмінну термічну стабільність в камері печі і зниження енергоспоживання. Регулювання температури здійснюється за допомогою контролера з PID-регулятором.

У печі може бути передбачений валідаційний порт доступу для кабелів і датчиків. Завантаження в печах може здійснюватися або вручну шляхом розміщення полиць або дек, або за допомогою візка.

Завдяки примусовій конвекції, ефективній системі вентиляції та системі нагрівання за допомогою контролера з PID-регулятором та рекуперації (опція) печі гарантують високу однорідність температури. Вентилятори розташовуються на бічних поверхнях камери. Підігріте повітря подається в робочий об'єм камери розподілене по всьому об'єму.

Нагрівання шафи забезпечується нагрівальними елементами, розташованими на шляху потоку повітря. У окремих випадках застосовується нагрівання полиць і камери вбудованими ТЕНами. Печі оснащено системами повітрообміну для видалення парів води.

Керування та безперервний моніторинг печей здійснює мікропроцесорний контролер.

Цифровий PID-контролер забезпечує:

- Точність підтримання температури в точці $\pm 1 (0,5)^\circ\text{C}$,
- Відображення заданого та фактичного значень температури.

- Таймер від 0 до 99 годин 59 хвилин.
- Запрограмовані температурні режими, та можливість самостійного програмування.
- Сигнал у кінці циклу та повідомлення на моніторі.
- Сигналізація про перегрівання.
- Передача даних про сушку на ПК (опція).

Електронний замок, який працює автоматично під час процесу термічної обробки. Автоматична зупинка при відкритті дверей. Візуальна сигналізація інформує оператора про проблему вентиляції або перегріву. Подвійні системи захисту продукту від перегріву (електрична і механічна) [64].



Рисунок 4.8 – Муфельна піч

4.4 Розроблення апаратурно-технологічної схеми виробництва

Зважені на вагах 4 та 5 у молярному співвідношенні 1:2 $ZnCl_2$ і $FeCl_3$ для розчинення в дистильованій воді подають в бак-змішувач 3.

Після розчинення компонентів, реакційний розчин насосом 6 перекачують в бак-змішувач 10, в який з бака 7 насосом 8 подають розчин гідроксиду натрію щоб підтримувати рН розчину на рівні 7 при постійному перемішуванні при температурі 60 °С.

Через 60 хв. розчин в баці-змішувачі 10 охолоджують до кімнатної температури при постійному перемішуванні. Надалі реакційну суміш відкачують насосом 11 на декантер 12 для промивання гарячою водою з метою видалення хлориду натрію. Після декантації для зневоднення осаду використовують відцентровий сепаратор 14.

Осад фериту цинку шнеком 15 передають на висушування до стрічкової сушарки 16. Процес висушування проводять 48 годин при кімнатній температурі. Висушений осад шнеком 17 транспортують до дробарки 18 для отримання однорідної порошкоподібної дисперсії.

Розсипчастий порошок фериту цинку спікають в печі 20 при 900 °С протягом 4 годин. А потім вимикають нагрів і охолоджують до кімнатної температури.

Для отримання однорідної порошкоподібної дисперсії спечений порошок фериту цинку подрібнюють на дробарці 22. Передбачено фасування барвника за допомогою фасувального автомату 23 в різні види тари ваговим методом. Маса пакування визначається замовником.

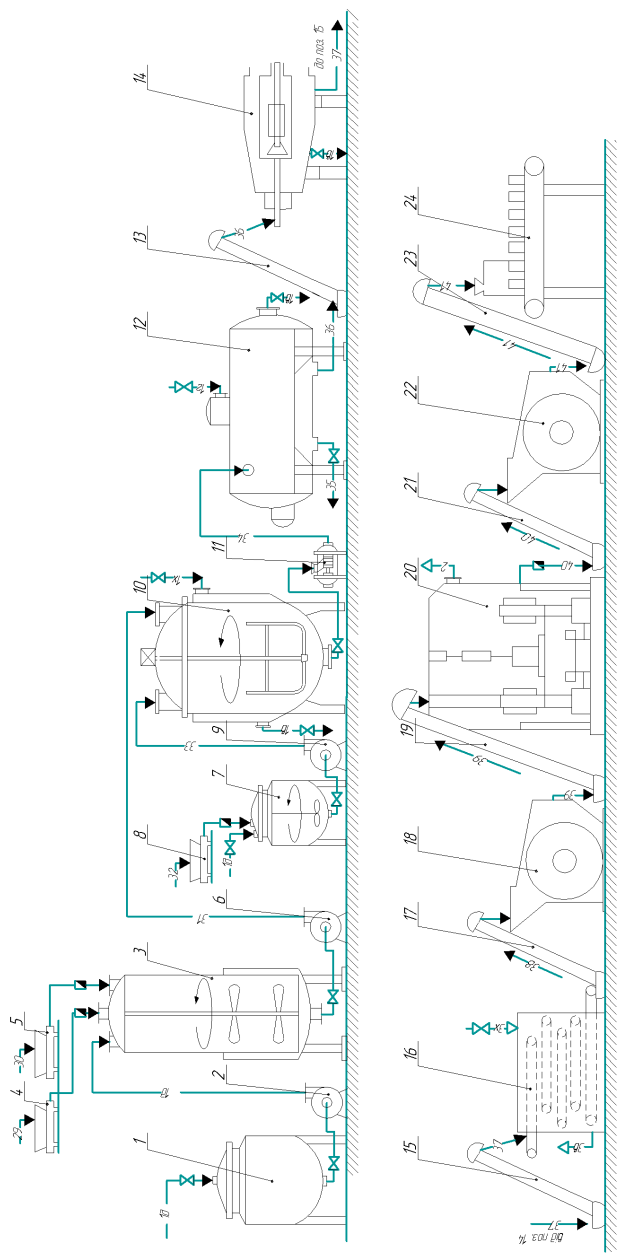


Рисунок 4.9 – Апаратурно-технологічна схема синтезу $ZnFe_2O_4$ методом співосадження

4.5 Контроль якості готової продукції

Фізичні властивості: кристалічна структура пігменту, показник заломлення, колір пігменту, щільність, твердість, форма та розмір часток (дисперсність), питома поверхня, насипна густина, розчинність пігменту.

Хімічні властивості: рН водної витяжки пігменту, стійкість до води і хімічних реагентів, реакційна здатність, кислотно-основні властивості поверхні пігменту.

Фізико-хімічні властивості: змочуваність (гідрофільність або олефільність) пігменту, щільність і міцність упаковки частинок в агрегатах, адсорбційна здатність поверхні, фотохімічна активність, світлостійкість пігменту, фототропність, здатність змінювати електродний потенціал поверхні (пасивуюче дія).

Технологічні властивості: колір пігменту, барвна здатність (інтенсивність), маслоємність пігменту, диспергованість, критичне об'ємне зміст, структуруюча здатність, атмосферостійкість, сумісність з іншими компонентами системи [51].

Таблиця 4.2 – Основні показники якості мінеральних пігментів [25]

Показник	Охра вищого ґатунку	Охра відмочена	Охра невідмочена	Мумія бокситна	Мумія світла	Мумія темна	Сурик залізний сухий	Умбра коричнева суха
Вміст Fe ₂ O ₃ , %	18	18	12	17	20	35	75	48
Втрати при прожарюванні, не більше, %	10	10	10	-	-	-	-	1
Реакція водної витяжки, рН	нейтральна							
Розчинних солей феруму, не більше, %	-	-	-	-	сліди	сліди	0,0001	-
Вологість, не більше, %	5	5	5	3	3	3	3	3

Залишок на ситі, 4900 отв/см ² , не більше, %	-	0,5	2	2	2	2	3	2
Залишок на ситі, 10000 отв/см ² , не більше, %	0,1	-	-	-	-	-	-	-
Покриваюча здатність, не більше, г/м ²	65	70	90	60	45	30	20	40

Дисперсність пігменту характеризується розмірами його частинок. Найкраща покриваність досягається при використанні частинок пігменту 5 - 50 мкм. Пігменти, як правило, відрізняються високою тонкістю помелу і просіваються через сито 10000 відп./кв.см. Для визначення дисперсності пігментів використовують методи ситового, мікроскопічного та седиментометричного аналізів.

Маслоємність пігменту – це здатність частинок пігменту утримувати на своїй поверхні певну кількість масла. Виражається вона в грамах на 100 грам пігменту і коливається зазвичай від 40 до 100.

Покривистість пігменту називають здатність пігменту при рівномірному нанесенні на одноколірну поверхню робити невидимим колір останньої. Укривистість виражається в грамах пігменту, необхідної для того, щоб зробити невидимим колір зафарбовуваної поверхні площею 1 квадратний метр. Покривистість пігментів вважають хорошою, якщо вона становить 20-60 гр./кв. метр. Укривистість в основному залежить від форми і розміру частинок, кольору пігменту [51].

Колір пігменту – властивість тіл викликати певне зорове відчуття у відповідності зі спектральним складом і інтенсивністю відбиваного або випромінюваного ними видимого випромінювання. Основні якості кольору пігменту – колірний тон, насиченість і яскравість. Колір лакофарбових матеріалів залежить в основному від кольору пігментів, наповнювачів і зв'язуючих.

Світлостійкість пігменту – властивість матеріалу зберігати свій колір під дією світлових променів. В процесі експлуатації лакофарбові матеріали змінюють свій колір під дією ультрафіолетових променів природного світла і джерел штучного освітлення, випромінювальних ультрафіолетові промені.

Атмосферостійкість пігменту – властивість покриття чинити опір руйнівній дії сонячних променів, дощу, морозу, снігу, вітру та інших атмосферних факторів (наприклад, газів і пилу, забруднюючих нижні шари атмосфери). Для визначення атмосферостійкості (ГОСТ 6992-68) зразки витримують в атмосферних умовах з наступною кількісною оцінкою стійкості покриття по зміні декоративних і захисних властивостей. Випробування проводять на атмосферних майданчиках, розташованих на відкритому повітрі на даху будинку або на землі [51].

РОЗДІЛ V РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

1. Витрати по статті «Сировина та основні матеріали»

До статті калькуляції «Сировина та матеріали» включається вартість сировини та матеріалів, що використовується в процесі виробництва продукції для забезпечення нормального технологічного процесу. Ці витрати включаються безпосередньо до собівартості окремих видів продукції [66].

Таблиця 5.1 – Витрати по статті «Сировина та основні матеріали»

Найменування компонентів	Норма витрат на 1 кг продукції, г	Ціна 1 кг сировини, грн.	Вартість сировини та основних матеріалів, грн
Каолін	0,40	89,00	35,60
Крохмаль рисовий	0,27	84,00	22,69
Тальк	0,15	83,00	12,30
Пігмент коричнево-червоний залізо-цинковий	0,10	1247,00	12,47
Стеарат магнію	0,05	2240,00	11,20
Оксид цинку	0,012	480,00	4,80
Жирова добавка (вода, гліцерин, ніпагін, віск емульсійний, парфумерна олія, ніпазол)	0,10	1700,00	1,70
Парфумерна композиція	0,02	1974,00	39,40
Всього	100		184,36

Розраховуємо транспортні витрати по доставці сировини та основних матеріалів.

Транспортні витрати по доставці сировини та основних матеріалів приймаємо у розмірі 5% від їх вартості: $184,36 \times 0,05 = 9,22$ грн/кг

Всього витрати по статті «Сировина та основні матеріали»: $184,36 + 9,22 = 193,58$ грн/кг

2. Витрати по статті «Напівфабрикати власного виробництва». При виробництві косметичної продукції по цій статті витрати відсутні.

3. Витрати по статті «Допоміжні та таропакувальні матеріали».

До статті калькуляції «Допоміжні і таропакувальні матеріали» відносять вартість матеріалів, які, не будучи складовою частиною продукції, що виробляється, присутні в її виготовленні або використовуються в процесі виробництва готової продукції для забезпечення нормального технологічного процесу.

Таблиця 5.2 – **Витрати по статті «Допоміжні та таропакувальні матеріали»**

№ п/п	Сировина	Од. вим.	Норми витрат сировини на 1кг продукції	Вартість одиниці матеріалу, грн.	Вартість матеріалів на 1кг продукції, грн
1	Баночка	шт.	5	15,00	75,00
2	Кришка	шт.	5	10,00	50,00
	Всього				125,00

Розраховуємо транспортні витрати по доставці допоміжних та таропакувальних матеріалів: $125,00 \times 0,05 = 6,25$ грн/кг

Всього витрат по статті «Допоміжні та таропакувальні матеріали»: $125,00 + 6,25 = 131,25$ грн/кг

4. Витрати по статті «Покупні напівфабрикати, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх організацій». При виробництві косметичної продукції витрати по цій статті відсутні.

5. Витрати по статті «Паливо та енергія на технологічні потреби»

До статті «Паливо та енергія на технологічні потреби» відносяться витрати на всі види палива і енергії (як одержані від сторонніх підприємств та організацій, так і виготовлені самим підприємством), які використовуються безпосередньо в процесі виробництва продукції.

Кількість та вартість палива на технологічні цілі визначаються на основі об'єму виробництва, норм витрат умовного палива на одиницю продукції і цін на паливо.

Таблиця 5.3 – Витрати по статті «Паливо та енергія на технологічні потреби»

п/п	Назва сировини	Од. вим.	Норми витрат енергоресурсів на 1кг продукції	Вартість одиниці енергоресурсів, грн	Вартість енергоресурсів на 1 кг продукції, грн.
1	Електроенергія	кВт	120	2,64	223,20
2	Вода	м ³	80	32,50	260,00
	Всього				483,20

6. Витрати по статті «Зворотні відходи». При виробництві косметичної продукції витрати по цій статті відсутні.

7. Витрати по статті «Основна заробітна плата робітників».

До статті «Основна заробітна плата» відносяться витрати на виплату основної заробітної плати, обчисленої згідно з прийнятими підприємством системи оплати праці, у вигляді тарифних ставок (окладів) і відрядних розцінок для робітників, зайнятих виробництвом продукції.

Для цього розраховуємо ефективний річний фонд робочого часу одного робітника.

Таблиця 5.4 – Розрахунок річного ефективного фонду робочого часу одного робітника (дні)

Календарний фонд	365
Святкові дні	10
Вхідні дні	104
Номінальний фонд робочого часу	251
Втрати робочого часу	
Поточні відпустки	24
Неявки за хвороб	3
Декретна відпустка	2
Відпустки у зв'язку з навчанням	1

Неявки з дозволу адміністрації	0,5
Прогули	0,1
Виконання громадських та державних обов'язків	0,1
Ефективний фонд робочого часу	220
Тривалість робочої зміни	8
Річний фонд робочого часу одного робітника	1760

Тривалість зміни 8 годин робочого часу.

Річний ефективний фонд робочого часу одного робітника – 1760 год/рік.

8. Витрати по статті 7 «Основна заробітна плата робітників» зводимо до таблиці.

Планова чисельність робітників складає 3 робітника за зміну для виробництва косметичної продукції

Таблиця 5.5 – Основна заробітна плата робітників

№ п/п	Посада робітника	Розряд	Кількість робітників	Годинна тарифна ставка, грн.	Ефективний фонд робочого часу, год.	Річний тарифний фонд заробітної плати, грн.
1	Технолог виробництва	5	1	25,14	1760	44264,0
2	Наладчик лінії виробництва	5	1	25,14	1760	44264,0
3	Лаборант	5	1	25,14	1760	44264,0
Всього			3			132792,0

Розраховуємо основну заробітну плату робітників за 1кг готової продукції.

Продуктивність підприємства 100 кг/добу, річна продуктивність : 220 х 100 = 22000 кг/рік

Витрати по статті 7 «Основна заробітна плата робітників» на 1кг готової продукції становлять: $\frac{132792,00}{22000} = 6,03$ грн./кг

9. Витрати по статті «Додаткова заробітна плата робітників»

До статті калькуляції відносяться витрати на виплати виробничому персоналу підприємства додаткової заробітної плати, нарахованої за працю понад встановлені норми, за трудові успіхи та винахідливість, за особливі умови праці. Вона включає в себе доплати, надбавки, гарантійні та компенсаційні виплати, передбачені законодавством, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 25-40 % від фонду основної заробітної плати: $6,03 \times 0,30 = 3,56$ грн/кг.

10. Витрати по статті «Відрахування на соціальне страхування».

До статті входять відрахування на обов'язкове державне соціальне страхування, відрахування на державне (обов'язкове) пенсійне страхування (до Пенсійного фонду), відрахування до Фонду на обов'язкове соціальне страхування на випадок безробіття та до інших Фондів згідно Законодавства України. Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 41,42% від суми основної та додаткової заробітних плат.

Витрати по цій статті на 1 т готової продукції складають:

$$(6,03 + 3,56) \times 0,41 = 2,87 \text{ грн./кг}$$

11. Витрати по статті «Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням нових видів продукції».

До даної статті калькуляції належать підвищені витрати на виробництво нових видів продукції в період їх освоєння, а також витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції, не призначеної для серійного та масового виробництва, на освоєння нового обладнання, на винахідництво і раціоналізацію.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 5 % від фонду основної заробітної плати: $6,03 \times 0,05 = 0,30$ грн./кг

12. Витрати по статті «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання»

До статті калькуляції «Витрати на утримання й експлуатацію машин та обладнання» належать витрати на утримання і ремонт виробничого обладнання і робочих місць, засобів цехового транспорту, амортизацію обладнання й транспортних засобів та інше.

Витрати на утримання й експлуатацію машин та обладнання в кожному цеху стосуються тільки тих видів продукції (робіт, послуг), які виготовляються в цьому цеху й розподіляються за видами продукції (робіт, послуг) пропорційно до суми основної заробітної плати основних робітників.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 140 -160 % від фонду основної заробітної плати: $6,03 \times 1,40 = 8,44$ грн./кг

13. Витрати по статті «Загальновиробничі витрати».

До статті калькуляції «Загальновиробничі витрати» належать витрати на обслуговування цехів і управління ними.

Загальна величина витрат на утримання й експлуатацію машин та обладнання, а також загальновиробничих витрат підприємства в цілому є сумою відповідних витрат цехів основного виробництва. Ці самі витрати допоміжних цехів включаються до собівартості продукції підприємства через собівартість робіт і послуг, що виконуються допоміжними цехами для основного виробництва.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 200 % від фонду основної заробітної плати: $6,03 \times 2,00 = 12,06$ грн. /кг

Цехова собівартість виробництва пудри складає: $193,58 + 131,25 + 483,20 + 6,03 + 3,56 + 2,87 + 0,30 + 8,44 + 12,06 = 841,29$ грн/кг

13. Витрати по статті «Адміністративні витрати» До статті калькуляції «Адміністративні витрати» належать витрати на загальне обслуговування і управління підприємством.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 300% від фонду основної заробітної плати: $6,03 \times 3,00 = 18,09$ грн./кг

15. Витрати по статті «Попутна продукція» Не виконується, так як при виробництві косметичної продукції попутної продукції немає.

16. Витрати по статті «Витрати на збут»

Витрати по цій статті приймають у розмірі 2,4 % від виробничої собівартості: $841,29 \times 0,024 = 20,19$ грн/кг

17. Витрати по статті «Інші операційні витрати» Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 0,5% від виробничої собівартості: $841,29 \times 0,05 = 42,06$ грн/кг

Повна собівартість пудри складає: $841,29 + 18,09 + 20,19 + 42,06 = 921,63$ грн/кг

Таблиця 5.6 – Розрахунок собівартості виробництва пудри

п/п	Стаття собівартості	Сума витрат, грн./кг
1	Сировина і основні матеріали	193,58
2	Напівфабрикати власного виробництва	-
3	Допоміжні та таропакувальні матеріали	131,25
4	Покупні напівфабрикати, роботи та послуги виробничого характеру сторонніх виробництв та організацій	-
5	Паливо та енергія на технологічні потреби	483,20
6	Зворотні відходи	-
7	Основна заробітна плата робітників	6,03
8	Додаткова заробітна плата робітників	3,56
9	Відрахування на соціальне страхування	2,87
10	Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням нових видів продукції	0,30
11	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	8,44
12	Загальновиробничі витрати	12,06
13	Цехова собівартість	841,29
14	Адміністративні витрати	18,09
15	Попутна продукція	-
16	Витрати на збут	20,19
17	Інші витрати	42,06

18	Повна собівартість	921,63
----	--------------------	--------

Собівартість виробництва 1 кг пудри становить 921,63 грн., собівартість виробництва упаковки масою 200 г становить $921,63 / 5 = 184,32$ грн.

Розділ VI ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Екологічні аспекти виробництва пігментів

У виробництвах неорганічних пігментів широко використовують з'єднання важких металів, що володіють високою токсичністю. Крім того, пил більшості пігментів здатен викликати легеневі захворювання типу пневмоконіозів. Тому необхідно здійснювати повну герметизацію трубо-проводів і апаратів у виробництві пігментів. Варто прагнути (якщо це можливо) до проведення процесів під невеликим вакуумом, для запобігання витоків з апаратів. Повинні бути зведені до мінімуму неавтоматизовані процеси завантаження й розфасовки пило утворюючих речовин. Усі місця роботи людей, де можливе виділення токсичних газів, пар і аерозолів, повинні бути постачені місцевою вентиляцією. Припливна й витяжна вентиляція повинні забезпечувати достатню кратність повітрообміну у виробничих приміщеннях, для того щоб концентрація отрутних пар, газів і аерозолів не перевищувала припустимих норм.

Крім загальних заходів щодо створення безпечних умов праці, велике значення має розробка нових технологічних прийомів, що усувають можливе виникнення шкідливих для людини впливів. Наприклад, при виробництві кронів як сировина застосовують натрій та калій біхромати. При завантаженні їх у бак для готування розчину можливе утворення пилу, що викликає отруєння організму й робить руйнівну дію на хрящі (вуха, ніс). Для попередження профзахворювань застосовують вимивання біхроматів із тари (барабанів) струменем води, що дає змогу виключити пилоутворення й оздоровлює умови праці робітників. Зазначене однаково стосується не тільки виробництва, але й застосування пігментів. Наприклад, пил свинцевих кронів у разі влучення в шлунок викликає отруєння. Способи боротьби із цим видом отруєння такі: поліпшення вентиляції в цехах по застосуванню пігментів, установка місцевих отсосов, удосконалювання спецодягу, засобів захисту органів подиху й шкіри, перехід на виробництво кронів у вигляді водних паст для фляшингу. Останній спосіб найефективніший, оскільки ефективна, тому що виключає утворення

токсичного пилу в місцях застосування пігментів. Використання керованого синтезу свинцевих кронів дає змогу одержувати пігменти, не утримуючу або маловмісні найбільш дисперсну фракцію свинцевого крона, добре розчинну в шлунковому соку. Тому промислове впровадження малотоксичних свинцевих кронів – радикальний засіб поліпшення праці на місцях застосування пігментів.

Зазначене положення стосується не тільки до охорони праці, але й до охорони навколишнього середовища. У процесі проєктування нових і експлуатації існуючих підприємств повинні враховуватися питання охорони праці й навколишнього середовища. Усі підприємства необхідно постачати очисними спорудженнями.

У зв'язку прийняттям протоколу Європейського парламенту REACH в Україні посилені вимоги до екологічної безпеки лакофарбових матеріалів як з точки зору заборони виробництва матеріалів з високим вмістом легколетких органічних сполук, так і вмісту у лакофарбових матеріалах свинцю [38].

6.2 Проблеми екології в галузі косметики

1) Водні ресурси: Процеси виробництва косметичних засобів можуть спричинити забруднення водних ресурсів. Використані хімічні речовини та надмірні відходи можуть потрапляти в річки та океани, пошкоджуючи екосистеми та водне життя.

2) Використання ресурсів: Велика кількість сировини та енергії потрібна для виробництва косметичних засобів. Це призводить до використання природних ресурсів та викидання великих обсягів парникових газів, що сприяють глобальному потеплінню.

3) Упаковка: Багато косметичних засобів упаковуються у пластикові контейнери, що може призводити до складного утилізації та забруднення довкілля. Багато пластикових упаковок закінчують своє життя на смітниках або у водоймах, спричиняючи серйозну проблему забруднення.

4) Токсини і канцерогени, які можуть міститися у косметиці: Наявність у косметичних засобах 1,4-діоксану (*1,4-dioxane*) виробники ніколи не вказують,

розглядаючи його як побічний продукт під час синтезу поверхнево-активних речовин. Більше того, 1 із 7 мультинаціональних фірм контролює цю небезпечну речовину у своїх виробках. Однак 2009 року в США вона була виявлена у 57 % проб води, в якій купали дітей. Діоксан проявляє наркотичну дію, викликає пошкодження центральної нервової системи, печінки й нирок. Натяком на ймовірну наявність 1,4-діоксану в шампунях чи кремових миючих засобах може слугувати інформація про те, що така продукція виготовлена на основі PEG (*polyethylene glycol*, поліетиленгліколем або поліоксіетиленом) або лауретсульфату натрію (*Sodium Laureth Sulfate, SLES*). На етикетках косметичних засобів ви можете побачити абревіатуру ВНА. Хімічний аналіз показує, що цьому напису відповідають дві речовини: бутильований гідроксианізол (*butylated hydroxyanisole*) та бета-гідрокислота. Перша сполука, маючи антиоксидантні властивості, використовується у тінях для повік, губних помадах, пілінгах, скрабах, денних кремах для обличчя. Є дослідження, які вказують її згубний вплив на кров, порушення системи кровообігу. Вона небезпечна для печінки, імунної та репродуктивної систем. Належить до канцерогенів, вступає в реакцію з нітратами, в результаті чого проявляються її мутагенні властивості. Варто уникати косметики з цим інгредієнтом. Але не слід плутати її з бета-гідроксициклооксаною, яка має таку ж абревіатуру. Діетаноламін (DEA) етаноламіни (*ethanolamines*) хімічний аналіз може виявити у шампунях, кремах, лосьйонах, милі, підводках для очей, тінях для повік, рум'янах, основах для макіяжу. Сам DEA нешкідливий, але, вступаючи в реакцію з іншими компонентами, призводить до утворення канцерогенів – N-нітросоамінів. У країнах ЄС він заборонений у складі косметичних засобів. Доволі небезпечні сполуки зустрічаються серед ароматичних речовин (*fragrance, parfum*). Зокрема, у парфумах, декоративній косметиці, милі та мийних засобах хімічний аналіз виявляє ліналілацетат. Зазвичай ця сполука «захована» у лавандовій та інших ефірних оліях, тому її не вказують окремо. Однак під час взаємодії з киснем повітря утворюється сполука, яка викликає екзему. Олії бергамоту і цитрусових

можуть бути причиною головного болю, запаморочень тощо. Формальдегід (*formaldehyde*) як консервант заборонений у складі косметичних засобів, оскільки належить до алергенів і потенційних канцерогенів. Але фірми-виробники часто приховують його під назвою кватерніум-15 (*quaternium-15*). Іншим джерелом забороненої сполуки виступають синтетичні похідні сечовини (*urea derivatives*). Хімічний аналіз деяких фарб для волосся, шампунів, продуктів для манікюру підтвердить, що в разі наявності в цих товарах похідних сечовини, також виділяється заборонений консервант. Відомий алерген свинець (Pb) за допомогою хімічного аналізу ідентифікують у деяких барвниках для волосся. Водночас його наявність у виробах не вказується, як і у випадку з діоксаном. Щороку з наших зубних паст і скрабів надходять тонни мікропластику (*microbead*) у моря й океани. Це завдає непоправної шкоди не тільки природі, але й нам – ланцюгами живлення він потрапляє до нашого організму. Великобританія та США заборонили його до використання. Оксibenзол (*oxybenzone*), відомий зі школи під назвою фенол, – сильна отрута, шкідлива для всіх тканин організму. Хімічний аналіз може виявити оксibenзол у засобах для пілінгу обличчя, в антисептичних виробах. Будьте обережні: оксibenзол та октилметоксіциннамат (*octyl methoxycinnamate*) можуть міститися в хімічних сонцезахисних засобах. До родини фенолу належить ще одна небезпечна сполука, яка застосовується в косметиці як відбілювальний засіб. Це гідрокінон (*hydroquinone*). Він заборонений у Великобританії, оскільки характеризується канцерогенною і репродуктивною токсичністю.

Парабени (*parabens*) використовують як консерванти. В ЄС обмежене використання в косметиці метилпарабену, який може викликати розвиток злоякісних пухлин і порушення роботи ендокринної системи. У 18 із 20 ракових пухлин у жінок виявлено цю групу речовин. Октиноксат (*oktinoxate*) – інгредієнт сонцезахисних кремів, шампунів, кремів для обличчя і тіла, лаків для нігтів. Він впливає на гормональний фон. Хімічний аналіз досить часто знаходить фталати (*phthalates*) у парфумах, дезодорантах, засобах гігієни, лосьйонах тощо. У

країнах ЄС ці сполуки заборонені у складі засобів для особистої гігієни, оскільки впливають на репродуктивний розвиток чоловіків і процеси, що контролюють вагу тіла, викликають пошкодження нирок, печінки, легень, проявляють канцерогенні властивості. Акриламід (*acrylamide*) застосовують у косметичних засобах як стабілізатор емульсій. Акриламід може пошкоджувати гени. В Німеччині щороку захворює на рак від 8 до 10 тисяч людей унаслідок накопичення цієї сполуки в організмі. У Канаді акриламід внесений до списку токсичних сполук, у США рекомендовано скоротити його використання, в ЄС його включено до переліку речовин, що викликають занепокоєння. PFOA (*perfluorooctanic acid*, перфтороктанова кислота) хімічний аналіз знаходить в антивікових кремах та шампунях. Ця сполука забруднює кров, впливає на ендокринну систему й репродуктивну функцію. Це токсин і канцероген, що підтверджує 37-літня статистика смертей робітників у компанії 3М («Три Ем») в Алабамі. Стирол (*styrene*) може викликати подразнення шкіри та очей. Є відомості, що ця сполука може викликати депресію. Хімічний аналіз часто знаходить стирол у косметичних засобах, що пахнуть трояндовою олією. Хна для брів, хна-фарба для волосся і «хна» для розпису тіла може містити урзол – парафенілендіамін. Експерти радять уважно читати написане на етикетках виробником і відмовитися від косметичних засобів, до яких виробник не подає детальної інформації щодо хімічного складу хни. Але така перевірка не може дати 100 % гарантії щодо безпечності хни. Є випадки, коли виробники подають неправдиву інформацію щодо хімічного складу хни для брів, хни для розпису тіла чи фарби для волосся. Слід відмовитися від товарів, що містять діоксид титану (*titanium*, TiO_2). Його найдрібніші часточки забивають пори шкіри, порушується повітрообмін, не виводяться токсини. Триклозан (*triclosan*) використовують в антибактеріальному милі й дезодорантах. Його вплив на людський організм пов'язаний з розвитком онкологічних захворювань та ендокринними порушеннями. Більше того, дезінфікуючий ефект під час миття

звичайним милом майже такий самий, як і в разі використання триклозанового. Уникайте товару з антибактеріальним добавками Microban [11].

Отже, екологічні проблеми у виробництві та використанні косметичних засобів стають все більш актуальними у зв'язку з зростанням популярності цієї галузі. Важливо пам'ятати всім: виробникам та споживачам, що виробництво косметологічних продуктів призводить до забруднення повітря, водних ресурсів та надмірного використання природних ресурсів. І це означає, що зовсім не потрібно створювати виключно синтетичні продукти чи взагалі відмовитися від цих продуктів, це означає, що потрібно знайти та зберегти “золоту середину” в цій справі та працювати не тільки на якість та вподобання споживача, а й на користь екології [12].

Розділ VII ОХОРОНА ПРАЦІ

Хімічне виробництво відноситься до галузей промисловості, які становлять підвищену потенційну небезпеку професійних отруєнь і захворювань працюючих. Причиною є те, що в процесі праці багато працюючих стикаються з хімічними речовинами, що мають ті чи інші токсичні властивості [65].

Під дією токсичних речовин в організмі можуть відбуватися різні порушення у вигляді: гострих отруєнь; хронічних отруєнь. Гострі отруєння (ГО) виникають при впливі великих доз шкідливих речовин протягом не більше однієї зміни й залежать від цілком усунених причин, які, як правило, пов'язані з організацією виробництва, з дисципліною. Усунення таких причин не вимагає особливих капітальних витрат.

Хронічні отруєння (ХО) виникають в результаті тривалого поступового впливу на працюючих невеликих кількостей шкідливих речовин. У кінцевому підсумку може наступити професійне захворювання, що вимагає відповідного розслідування. Боротися з ХО значно важче, ніж з ГО. Досягнення нешкідливих концентрацій токсичних речовин в повітрі робочих приміщень, як правило, пов'язане з удосконаленням або заміною технологічних процесів, апаратури, будівель, споруд. Ці заходи потребують великих капітальних витрат.

Небезпека отруєння залежить від [65]:

- 1) фізико-хімічних властивостей речовини;
- 2) розчинності в біологічних середовищах;
- 3) дисперсності (подрібнення, розчинності, летючості, агрегатного стану);
- 4) часу впливу;
- 5) концентрації.

У хімічній промисловості проведення низки технологічних і допоміжних операцій пов'язано з застосуванням засобів індивідуального захисту (ЗІЗ). Для виконання робіт всередині закритих ємкостей, в колодязях і т.п. місцях їх застосування має вирішальне значення для забезпечення безпеки праці. Засобами індивідуального захисту є: спецодяг; спецвзуття; головні убори; каски; шоломи;

рукавички, рукавиці; фартухи; протигази; респіратори; захисні окуляри; маски; світло- фільтри; протишумні пристрої; запобіжні пояси; електрозахисні засоби; пасти, мазі. ЗІЗ можуть бути постійного користування (без цих засобів робочому забороняється перебувати на робочому місці) та аварійного користування.

Роботи на підприємствах хімічної промисловості повинні виконуватися з урахуванням вимог НПАОП 73.1-1.06-77 «Основні правила безпечної роботи на підприємствах хімічної промисловості» [65].

Категорично забороняється зберігання будь-яких реактивів без етикеток з назвами речовин. Неприпустимо захаращувати коридори і проходи в лабораторіях, а також підходи до засобів пожежогасіння. Співробітники, що приступають до нового виду вогнебезпечної або вибухонебезпечною роботи, повинні отримати попередній інструктаж з техніки безпеки (ТБ), охорони праці (ОП) та пожежної безпеки (ПБ) від свого керівника.

Особливі вимоги пред'являються до зберігання речовин. Загальний запас одночасно зберігаючихся в кожному приміщенні вогнебезпечних рідин не повинен перевищувати одnodенної потреби. Основний запас цих речовин має зберігатися на спеціальних складах. Неприпустимо зберігання горючих рідин у поліетиленовому посуді. Отруйні сильнодіючі речовини такі як миш'як та його сполуки, синильна кислота і її солі та інші повинні зберігатися в спеціально відведеному місці в опломбованій шафі або в залізному ящику під замком. Судини з отруйними речовинами повинні мати яскраві етикетки з чітким написом «Отрута!» і назвою речовини. Відповідальність за зберігання, облік і витрачання сильнодіючих отруйних речовин (СДОР) покладається на особу, призначену наказом по підприємству (установі, організації).

Аналіз виробничого травматизму в хімічній промисловості показує, що з числа механічних пошкоджень і отруєнь більше 20% припадає на ремонтні та очисні роботи [65].

Причинами травматизму найчастіше стає:

- 1) широке застосування ручної праці;

2) перебування протягом тривалого часу в незручному вимушеному положенні;

3) необхідність часто перебувати в закритій апаратурі;

4) можливість контакту з шкідливими речовинами при високій або низькій температурі;

5) присутність у виробничих приміщеннях сторонніх робітників, ремонтників і будівельників, які не знають умов виробництва;

6) можливість неузгодженості дій ремонтного та експлуатаційного персоналу (випадки включення апаратів і механізмів при проведенні ремонту).

Саме тому організація ремонтних робіт та навчання безпечним прийомам ремонту мають велике значення для зниження виробничого травматизму.

З цією метою застосовується система технічного обслуговування й ремонту хімічного обладнання. Її завданням є підтримання обладнання в працездатному стані і запобігання несподіваного виходу з ладу, і, як наслідок, створення умов безаварійної і безпечної експлуатації. Основа системи – поєднання технічного обслуговування та планово-попереджувального ремонту.

Для обладнання кожного типу нормативами системи встановлюється ресурс між ремонтами, тривалістю простою в ремонті, трудомісткістю ремонту. Підготовка і організація ремонтних робіт наступна. Крім спеціальної технічної документації (дефектних відомостей, кошторисів витрат, графіків проведення робіт), перед проведенням ремонтних робіт обов'язково складається план організації робіт з урахуванням вимог безпеки, в якому вказується:

1) послідовність проведення всіх операцій;

2) розміщення знятих з апаратів і машин частин обладнання;

3) розташування деталей, які будуть монтуватися замість знятих;

4) розташування місць для розміщення непотрібу, відходів, бруду (ці місця повинні бути розміщені так, щоб не створювати обмежених умов в робочій зоні та на робочих місцях);

5) схеми огорож.

У плані не допускається одночасне проведення так званих несумісних ремонтних операцій, наприклад, проведення вогневих робіт одночасно з розбиранням апаратів та обладнання, трубо-проводів, що містять горючі та легкозаймисті продукти та інших. Важливим чинником безпеки при виконанні ремонтних робіт є розміщення робочих по висоті.

Безпека ремонтних робіт забезпечується відключенням всього обладнання від джерел, які могли б привести його в дію. При зупинці на ремонт обладнання з обертовими або рухомими деталями (мішалки, центрифуги і т.п.).

Відповідно до СНиП 11-90-81 хімічні підприємства відносяться до категорії В – пожежонебезпечне виробництво. Згідно з Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ), приміщення хімічних лабораторій відносяться до класу В-16, так як роботи навіть з горючими і вибухонебезпечними речовинами ведуть у витяжних шафах або під витяжними зонтами, без застосування відкритого вогню і відкритих нагрівальних приладів.

Хімічні цехи необхідно розташовувати в окремих будівлях, у спеціальних прибудовах до виробничої будівлі або на верхніх поверхах виробничої будівлі, ізолювано від інших приміщень. Ступінь вогнестійкості будівель повинна бути не нижче третьої. Стіни і стелі забарвлюють фарбами, які запобігають адсорбції отруйних речовин і дозволяють проводити їх чистку, миття або дегазацію.

Підлоги і поверхні робочих столів рекомендується виконувати з негорючих або важкогорючих антикорозійних матеріалів. До робочих столів повинні бути підведені холодна й гаряча вода, газ, постійний і змінний струм, стиснене повітря. В цехах повинна бути передбачена можливість відключення подачі газу, води та електроенергії. Крани та рубильники закритого типу встановлюють поза робочих приміщень у легко доступних місцях. Всі приміщення повинні бути обов'язково обладнані загальнообмінною припливно-витяжною вентиляцією, витяжними шафами, а при необхідності – місцевими відсмоктувачами від робочих стендів.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз виробництва оксидних пігментів, які можуть бути використані в подальшому для косметичної промисловості. Перевагою залізоцинкового пігменту є висока інтенсивність фарбування, гарна покривна здатність і легкість змішування в сухих сумішах.

2. В експериментальній частині роботи розроблено рецептуру розсипчастої пудри, що містить мінеральні оксидні пігменти загальним вмістом 11,2% (пігмент коричнево-червоний залізо-цинковий 10,0% і оксиду цинку 1,2%). Розраховано собівартість виробництва 1 кг пудри становить 921,63 грн., собівартість виробництва упаковки масою 200 г становить $921,63 / 5 = 184,32$ грн. без витрат на рекламу. Сенсорні властивості пудри оцінювали за показниками стійкості, легкості нанесення, вирівнювання тону та сяючого фінішу у порівнянні з відомими на ринку аналогами.

3. Розроблено технологію синтезу нанопорошку фериту цинку методом хімічного співосадження із використанням в якості сировини $ZnCl_2$ і $FeCl_3$. Обрана схема передбачає стадії співосадження за нейтрального рН середовища, старіння, промивання осаду, спікання та подрібнення порошку. Передбачено фасування ваговим методом в тару за замовленням покупця. Підібрано повний комплект устаткування з високошвидкісних змішувачів, накопичувальних ємностей, відцентрового сепаратора, декантера, стрічкової сушарки, роторної дробарки та муфельної печі. З 163,55 кг хлориду цинку $ZnCl_2$ і 389,28 кг хлориду феруму $FeCl_3$ вдається одержати 220,69 кг пігменту $ZnFe_2O_4$.

4. Визначено небезпеки хімічного виробництва, пов'язані з використанням токсичних речовин та утворенням великої кількості пилу. Передбачено індивідуальні засоби захисту персоналу – респіратори та захисні костюми. Для зниження запиленості повітря рекомендовано використовувати притяжну вентиляцію та регулярно очищувати вентиляційну систему для зниження ризику вдихання шкідливих частинок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Pereira, Francisco. (2024). COSMETICS PRODUCTION (In Portuguese). PRODUÇÃO DE COSMÉTICOS. 10.13140/RG.2.2.13067.09767.

2. Rahman, Lutfor. (2020). Synthesis and Characterization of Pigment Grade Red Iron Oxide from Mill Scale. International Research Journal of Pure and Applied Chemistry. 16. 1-9.

3. Громилов С.А. Введення в рентгенографію полікристалів. URL: <https://drive.google.com/file/d/0B5dkCbUDq-ARQIVjcVV3TzFjTm8/view>

4. Иванов С.А., Щукін Г.А. Рентгенівські трубки технічного призначення. URL: <https://drive.google.com/file/d/0B5dkCbUDq-ARbIFsbWZ6NGtvd00/view>

5. Китайгородский А.І. Рентгеноструктурний аналіз дрібнокристалічних і аморфних тіл. URL: <https://drive.google.com/file/d/0B5dkCbUDq-ARYzVBWWRPY25ROWM/view>

6. Клопотов А.А., Абзал Ю.А. та ін. URL: Основи рентгеноструктурного аналізу в матеріалознавстві. http://portal.tsuab.ru/Uch-Nauch_2012/Uchpos_12/6.pdf

7. Ковба Л.М., Трунов В.К. Рентгенофазний аналіз. URL: <https://drive.google.com/drive/folders/0B5dkCbUDq-ARZzNRejRtV3VhUGc>

8. Косолапов Г.Ф. Рентгенографія. URL: <https://drive.google.com/file/d/0B5dkCbUDq-ARaEdBb0hWeFdhUk0/view>

9. Кузьмичова Г.М. Порошкова дифрактометрія в матеріалознавстві. Частина II. URL: <https://drive.google.com/file/d/0B5dkCbUDq-ARTHI3YnFZdDd3RmM/view>

10. Люпо В.А., Війна В.В. Рентгенівська дифрактометрія. URL: <https://drive.google.com/file/d/0B5dkCbUDq-ARa3dwU3c0aGhZNFU/view>

11. Цибуля С.В., Черепанова С.В. Введення в структурний аналіз нанокристалів. URL: <https://drive.google.com/file/d/0B5dkCbUDq-ARbURaT0FZWm9qWGM/view>

12. Штольц А.К., Медведєв А.І., Курбатов Л.В. Рентгенівський фазовий аналіз: Методичні вказівки до лабораторних робіт. URL: <https://drive.google.com/file/d/0B5dkCbUDq-ARMXpXSFhXcU1kRzA/view>
13. Фізичне матеріалознавство. Методи дослідження структурно-фазового сотою матеріалів Том 3. Під загальною редакцією Б. А. Калина. URL: <http://www.studfiles.ru/preview/413221/>
14. Шульце Г. Металофізика. URL: <http://www.twirpx.com/file/1017862/>
15. Горелик С. С, Скаков Ю.А., Расторгуєв Л.Н. Рентгенографічний та електронно-оптичний аналіз. URL: <http://lib-bkm.ru/load/99-1-0-2605>
16. Миркин Л.И., Уманський Я.С. Довідник по рентгеноструктурному аналізу полікристалів. URL: <http://nashol.com/2012040664291/spravochnik-po-rentgenostrukturnomu-analizu-polikristallov-umanskogo-ya-s-1961.html>
17. Пушаровскій Д.Ю. Рентгенографія мінералів. URL: <http://www.chem.msu.su/rus/books/mineral/welcome.html>
18. Богдан Т.В. Основи рентгенографії дифрактометрів. URL: http://www.chem.msu.su/rus/lab/phys/crychem/lectures/man_bogdan.pdf
19. Іванов А.Н. Кристалографія, рентгенографія і електронна мікроскопія. Частина 3. URL: <http://www.twirpx.com/file/1559930/>
20. Alexander J. Crystal Structure Analysis. Blake and other. URL: <https://drive.google.com/file/d/0B5dkCbUDq-ARYUFRanoyWmlMRXc/view>
21. Nert G. Introduction of the physics of x-ray. URL: <https://drive.google.com/file/d/0B5dkCbUDq-ARYTN4dGJFd0V5UWc/view>
22. Vitalij K. Pecharsky, Peter Y. Zavalij. Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials. URL: https://drxaplicacionesmx.files.wordpress.com/2009/10/pecharsky_fundamentals-of-powder-diffraction-and-structural-characterization-of-materials.pdf
23. Dinnebier R. E., Billinge S. J. L. Powder Diffraction: Theory and Practice. URL:

<http://web.vscht.cz/~rohlicej/fundamental%20approach/Powder%20Diffraction-Theory%20and%20practice.pdf>

24. Адсорбція, адсорбенти і каталізатори на їх основі : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / І.М. Іваненко, Т.А. Донцова, Ю.М. Феденко. К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 232 с.

25. Байцар Р. І., Кордіяка, Ю. М.. Нанотехнології в косметичній галузі. Технологічний аудит і резерви виробництва, 2014. 1 (3), 15–17.

26. Machala L., Tucek J., Zboril R. Polymorphous transformations of nanometric iron (III) oxide: A review. Chemical Material, 2011. 23 (14), 3255–3272.

27. Чекман І. С., Дорошенко, А. М. Клініко-фармакологічні властивості наночастинок заліза. Український медичний часопис, 2010. 3, 44–50.

28. Груб'як А. Б., Коцюбинський В. О., Мокляк В. В. Методи синтезу нанодисперсних оксидів заліза. Фізика і хімія твердого тіла, 2015. 16 (1), 193–201.

29. Гринько А. М., Бричка А. В., Бакалінська О. М., Картель М. Т. (2019). Властивості, методи одержання та застосування нанooksиду церію, 2019. Поверхня, 11 (26), 436–471.

30. Singh J., Dutta T., Kim K. H., Rawat M., Samddar P., Kumar P. “Green” synthesis of metals and their oxide nanoparticles: Applications for environmental remediation. Journal Nanobiotechnology, 2018. 16, 1–24.

31. Niraimathee V. A., Subha V., Ernest Ravindran R. S., Renganathan S. Green synthesis of iron oxide nanoparticles from Mimosa pudica root extract. International Journal of Environment and Sustainable Development, 2016. 15 (3), 227–240.

32. Lunge S., Singh S., Sinha A. Magnetic iron oxide (Fe₃O₄) nanoparticles from tea waste for arsenic removal. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 2014. 356, 21–31.

33. Nnadozie E. C., Ajibade P. A. Green synthesis and characterization of magnetite (Fe_3O_4) nanoparticles using *Chromolaena odorata* root extract for smart nanocomposite. *Materials Letters*, 2020. 263, 127–145.

34. Melnikov P., Nascimento V.A., Arkhangelsky I.V. et al. Thermal decomposition mechanism of iron(III) nitrate and characterization of intermediate products by the technique of computerized modeling. *J. Therm. Anal. Calorim.*, 2014. 115, 145–151.

35. Stoia M., Istrate R. & Păcurariu C. Investigation of magnetite nanoparticles stability in air by thermal analysis and FTIR spectroscopy. *J. Therm. Anal. Calorim.*, 2016. 125, 1185–1198.

36. Wang Y., Muramatsu A., Sugimoto T. FTIR analysis of well-defined α - Fe_2O_3 particles. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 1998. 134 (3), 281–297.

37. Василенко І.А., Півоваров О.А. Залізооксидні пігменти. Синтез, модифікування, використання у різних галузях науки і техніки: Монографія. Дніпропетровськ: Акцент ПП, 2016. с. 217.

38. Гуріна Г. І. Пігменти: навч. посібник. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2021. 158 с.

39. Attarad A., Hira Z., Muhammad Z. Synthesis, characterization, applications, and challenges of iron oxide nanoparticles. *Nanotechnology, Science and Applications*, 2016, 9 (9), 49–67.

40. Байцар Р. І., Кордіяка, Ю. М.. Нанотехнології в косметичній галузі. Технологічний аудит і резерви виробництва, 2014. 1 (3), 15–17.

41. Machala L., Tucek J., Zboril R. Polymorphous transformations of nanometric iron (III) oxide: A review. *Chemical Material*, 2011. 23 (14), 3255–3272.

42. Чекман І. С., Дорошенко, А. М. Клініко-фармакологічні властивості наночастинок заліза. *Український медичний часопис*, 2010. 3, 44–50.

43. Білила цинкові. URL: https://www.plasma.com.ua/ua/chemistry/chemistry/zink_oxide.html

44. Пігмент червоний залізоокисний. URL: <https://ukrstarline.ua/ru/himicheskaya-produkciya/pigment-krasnyj-zhelezookisnyj-pigmentnyj-oksid-zheleza>

45. Т. Орасм'я-Медер. Краса науки. З чого насправді складається косметика. Електронні книги/Аудіокниги. 2016. 313 с.

46. Головні проблеми в галузі косметичних засобів. Матківська Н.О., Пухальська М.С., Драчевська Я.О. Збірник тез доповідей укладено за матеріалами доповідей СХІХ Міжнародної науково-практичної інтернет - конференції «розвиток науки та техніки під час світової кризи», 20 лютого 2023 року, які оприлюднені на інтернет-сторінці el-conf.com.ua

47. Костенко Д.О. Екологічні проблеми у виробництві косметичних засобів. Хімія, біо- і нанотехнології, екологія та економіка в харчовій та косметичній промисловості [Електронний ресурс] : зб. матеріалів 10-ї Міжнар. наук.-практ. конф., 18-19 листопада 2022 р. Електрон. текст. дані. Харків, 2022. С. 118-120. URI: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/60779>.

48. Цинк хлористий (хлорид цинку). URL: <https://chemsale.com.ua/ua/product/czink-hloristyj-hlorid-czinka/>

49. Залізо хлорне 6-водне. URL: <https://chemsale.com.ua/product/zhelezo-hlornoe/>

50. Гідроксид натріб. URL: <https://ukrchemgroup.com/ua/p933541691-gidroksid-natriya-chehiya.html>

51. Пігменти. URL: <https://xtc.com.ua/ua/a104090-pigmenty.html>

52. Матуча розсипаста пудра для зайвої якості Etude House Sebum Soak Powder, 5 г. URL: <https://viana.com.ua/ua/p2290696855-matuyucha-rozsipchasta-pudra.html>

53. Матвійчук В.А., Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А. Математичне моделювання новітніх технологічних систем: Монографія. Вінниця, 2021. 193 с. URL: <http://socrates.vsau.edu.ua/repository/getfile.php/29057.pdf>

54. Крутовий Ж.А., Запаренко В.Г., Касілова Л.О., Немірич О.В., Гавриш А.Б. Математичне моделювання вмісту рецептурних компонентів кексу підвищеної харчової цінності. Наука та інновації, 2013. Т. 9, № 5. С. 5–10.

55. KRALYAORGANIC натуральна косметика. Мінеральна пудра тон 1. URL: <https://mycreamhandmade.com.ua/ua/p901796026-mineralna-pudra-ton1.html>

56. Розсипчаста пудра. URL: <https://www.notino.ua/pudra/pozsypchasta-pudra/>

57. Устаткування виробництва високомолекулярних сполук : конспект лекцій / укладач В. К. Лукашов. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 275 с.

58. Що таке змішувальне обладнання URL: <https://ua.sychemicalequipment.com/info/what-is-mixing-equipment-97913153.html>

59. Накопичувальний бак URL: <https://ua.sychemicalequipment.com/storage-tank/>

60. Декантерні центрифуги URL: <https://www.alfalaval.ua/products/separation/centrifugal-separators/decanter/>

61. Осаджувальні центрифуги. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%B0%D0%B4%D0%B6%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96_%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%84%D1%83%D0%B3%D0%B8

62. Стрічкова сушарка URL: <https://www.griffinmachinery.com/uk/%D1%81%D1%96%D1%82%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0-%D1%81%D1%83%D1%88%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B0/>

63. Третинна роторна дробарка URL: <https://hydromarket.com.Ua/ua/p1063020032-tretichnye-rotornye-drobilki.html>

64. Муфельна піч URL: <https://uoslab.com/laboratorne-obladnannia/promislov%D1%96-sushiln%D1%96-pech%D1%96-sushiln%D1%96-shafi.>

65. Крюковська О.А., Левчук К.О. Охорона праці в галузі (для хімічних спеціальностей) під редакцією к.т.н., доцента Толока А.О.: Навч. посібник. – 2011. – 230 с.

66. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія, освітньо-професійної програми «Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів» денної та заочної форм здобуття освіти [Електронний ресурс] / уклад.: О.В. Подобій, Т.М. Бойчук, Київ: НУХТ, 2023, 70 с.