

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

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

«До захисту в ЕК»
Директор інституту ННІХТ
Оксана КОЧУБЕЙ-
ЛИТВИНЕНКО
(підпис) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
«__» червня 2024 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри ТЖХТ
Тамара НОСЕНКО
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
«__» червня 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

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

Мартиновський Володимир Олександрович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

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

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

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Рецензент Олександр МАКАРЕНКО
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

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

Здобувач(ка) _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Освітній

ступінь бакалавр

Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Хімічна технологія

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ГЖХТ

Тамара НОСЕНКО

“ ” 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Мартинівський Володимир Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології отримання форміату кальцію

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

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “15”квітня 2024 року № 296-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 01.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи потужність виробництва форміату кальцію становить 1000 кг/добу

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ, аналітичний огляд науково-технічної літератури, технологічна частина, техніко-економічне обґрунтування, організація контролю якості продукції, екологічна безпека, охорона праці, висновки, список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципова-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

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

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|----------------------|--|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Технологічна частина | Житнецький І.В. к.т.н., доцент кафедри МАХтаФВ | 13. 05.2024 | 31.05.2024 |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання _____ 16 квітня 2024 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № | Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|----|--|-------------------------------|----------|
| 1 | ВСТУП | 13.05.2024 | |
| 2 | РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 14.05.2024-16. 05.2024 | |
| 3 | РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | 17. 05.2024-20. 05.2024 | |
| 4 | РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ | 21. 05.2024-23. 05.2024 | |
| 5 | РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ | 24. 05.2024-25. 05.2024 | |
| 6 | РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | 24.05.2024-27.05.2024 | |
| 7 | РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ | 25.05.2024-29.05.2024 | |
| 8 | ВИСНОВКИ | 30.05.2024-31. 05.2024 | |
| 9 | СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 02. 05.2024-30. 05.2024 | |
| 10 | ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА | 13. 05.2024-19. 05.2024 | |
| 11 | ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА | 20. 05.2024-28. 05.2024 | |
| 12 | ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР | 03.06.2024-07.06.2024 | |
| | | | |

Здобувач

_____ (підпис)

Володимир МАРТИНОВСЬКИЙ

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Галина БІЛА

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Мартинівський В.О Удосконалення технології отримання формиату кальцію

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА: 76 С., 15 РИС., 13 ТАБЛ., 3 ДОДАТКИ, 27 ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.

В даній кваліфікаційній роботі проведено літературний аналіз та узагальнено інформацію про удосконалення технології отримання формиату кальцію.

Розглянуто сутність понять «харчова добавка».

Описано основні та додаткові сировинні матеріали для виробництва формиату кальцію.

Проведено удосконалення технології виробництва формиату кальцію. Розроблено принципову і апаратурно-технологічну схеми отримання. Проведено розрахунок матеріального балансу хіміко-технологічного процесу, а також надано техніко-економічне обґрунтування запропонованого способу виробництва.

Здійснено підбір основного технологічного обладнання відповідно до виробничої лінії. Наведено розрахунок основного апарату.

Запропоновано заходи з охорони праці та навколишнього середовища для даного підприємства.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ХАРЧОВА ДОБАВКА, ФОРМІАТ КАЛЬЦІЮ, ФОРМІАТ НАТРІЮ, КАЛЬЦІЙ ХЛОРИД, ТЕХНОЛОГІЯ.

ABSTRACT

Martynovsky V.O. Improvement of the technology of obtaining calcium formate

EXPLANATORY NOTE: 76 p., 15 FIG., 13 TABLES, 3 APPENDICES, 27 LITERATURE SOURCES.

In this qualification work, a literature analysis was carried out and information on the improvement of the technology of obtaining calcium formate was summarized.

The essence of the concept of "food supplement" is considered.

The main and additional raw materials for the production of calcium formate are described.

The technology of calcium formate production has been improved. The basic and hardware-technological schemes of obtaining have been developed. The calculation of the material balance of the chemical-technological process was carried out, as well as the technical and economic justification of the proposed production method was provided.

Selection of the main technological equipment according to the production line was carried out. The calculation of the main apparatus is given.

Occupational and environmental protection measures for this enterprise are proposed.

KEY WORDS: FOOD SUPPLEMENT, CALCIUM FORMAT, SODIUM FORMAT, CALCIUM CHLORIDE, TECHNOLOGY.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП..... | 7 |
| РОЗДІЛ I АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ..... | 10 |
| 1.1 Властивості харчової добавки..... | 10 |
| 1.2 Економічність та вплив на навколишнє середовище..... | 15 |
| 1.3 Галузі використання харчової добавки..... | 17 |
| 1.4 Стан сировинної бази..... | 26 |
| 1.5 Аналіз існуючих технологій виробництва харчової добавки..... | 27 |
| 1.6 Шляхи удосконалення технології отримання харчової добавки..... | 29 |
| РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА..... | 31 |
| 2.1 Характеристика вихідної сировини для виробництва..... | 31 |
| 2.2 Принципово-технологічна схема виробництва..... | 34 |
| 2.3 Матеріальний розрахунок..... | 36 |
| 2.4 Розрахунок та підбір основного обладнання..... | 38 |
| 2.5 Опис апаратурно-технологічної схеми..... | 52 |
| РОЗДІЛ III ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ..... | 55 |
| РОЗДІЛ IV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ..... | 57 |
| РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА..... | 61 |
| 5.1 Охорона праці на підприємстві..... | 61 |
| 5.2 Заходи з охорони навколишнього середовища на виробництві..... | 66 |
| ВИСНОВКИ..... | 73 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 74 |

| | | | | | | |
|---|---|--|--|-----------------------------------|-------------------|----------------------|
| <i>Відповідальна організація</i> НУХТ, каф. ТЖХТ | <i>Технічне узгодження</i> Біла Г.М. | <i>Вид документа</i> Пояснювальна записка | <i>Статус документа</i> | | | |
| НУХТ | <i>Розробник документа</i> Мартиновський В.О | ЗМІСТ | <i>Назва, додаткова назва</i> ННІХТ.ХТ-4-13.024.161.006.КР.ПЗ | | | |
| | <i>Документ затверджено</i> Носенко Т.Т. | | <i>Інд. змін.</i> | <i>Дата видання</i> 15.04.2024 | <i>Мова</i> ua | <i>Аркуш</i> 6/76 |

ВСТУП

В умовах сучасного розвитку промисловості та хімічного виробництва удосконалення технологічних процесів є важливим завданням для забезпечення високої ефективності, економічної вигоди та екологічної безпеки. Одним із таких хімічних продуктів, що мають широке застосування і значний потенціал для технологічних інновацій, є форміат кальцію. Ця речовина використовується в різних галузях, включаючи будівництво, сільське господарство, нафтовидобувну промисловість та хімічну обробку, що зумовлює високу потребу в її якісному виробництві.

Форміат кальцію ($\text{Ca}(\text{HCOO})_2$) є кальцієвою сіллю мурашиної кислоти і використовується як прискорювач твердіння бетону, добавка до кормів для тварин, компонент бурових розчинів, а також як консерванту харчовій промисловості. Його властивості, такі як висока розчинність у воді, стабільність та відносна безпека, роблять його привабливим для багатьох промислових застосувань. Однак для забезпечення конкурентоспроможності та відповідності сучасним вимогам ринку необхідно постійно вдосконалювати процеси його виробництва.

Основною метою даної кваліфікаційної роботи є аналіз існуючих методів виробництва форміату кальцію, виявлення їх недоліків та розробка рекомендацій щодо їх удосконалення. Особлива увага приділяється питанням енергетичної ефективності, зниженню витрат сировини, підвищенню якості кінцевого продукту та мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище. Удосконалення технологічних процесів дозволить зменшити витрати на виробництво, підвищити продуктивність і забезпечити відповідність продукції сучасним стандартам якості.

| | | | | | | |
|--|--|---------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------|---------------|
| Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ | Технічне узгодження Біла Г.М. | Вид документа Пояснювальна записка | Статус документа | | | |
| Власник документа НУХТ | Розробник документа Мартиновський В.О | Назва, додаткова назва ВСТУП | ННІХТ.ХТ-4-13.024.161.007.КР.ПЗ | | | |
| | Документ затверджено Носенко Т.Т. | | Інд. змін. | Дата видання 15.04.2024 | Мова ua | Аркуш 7/76 |

У роботі розглядаються сучасні тенденції у виробництві форміату кальцію, включаючи використання інноваційних методів синтезу, таких як каталітичне гідрування мурашиної кислоти, а також впровадження нових стадій у технологічний процес, таких як кристалізація та центрифугування. Ці методи дозволяють отримати продукт з високою чистотою і рівномірним розміром частинок, що є важливим для його подальшого використання в різних галузях.

Дослідження також охоплюють аспекти екологічної безпеки та сталого розвитку. Впровадження технологій, що мінімізують викиди шкідливих речовин і оптимізують використання ресурсів, є ключовим елементом у створенні екологічно чистих виробничих процесів. Це включає використання замкнених циклів водопостачання, систем рециркуляції тепла та інших заходів, спрямованих на зниження впливу на навколишнє середовище.

Значна увага приділяється економічному обґрунтуванню запропонованих удосконалень. Ефективність виробничих процесів оцінюється з урахуванням витрат на сировину, енергію, технічне обслуговування та утилізацію відходів. Розглядаються можливості зниження собівартості продукції та підвищення її рентабельності за рахунок впровадження нових технологій і оптимізації існуючих процесів.

У рамках кваліфікаційної роботи проведено аналіз літературних джерел, патентних матеріалів, а також власних експериментальних досліджень. Висновки та рекомендації, що представлені у роботі, базуються на комплексному підході до вирішення завдання удосконалення виробництва форміату кальцію, враховуючи технічні, економічні та екологічні аспекти.

Результати цієї роботи можуть бути використані як основа для подальших наукових досліджень і практичної реалізації у промислових масштабах. Впровадження запропонованих удосконалень дозволить

підвищити конкурентоспроможність виробництва форміату кальцію, забезпечити стабільну якість продукції і знизити негативний вплив на навколишнє середовище, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку та екологічної безпеки.

Апробація. Мартиновський В.О., Біла Г.М., Антрапцева Н.М. Удосконалення технології виробництва форміату кальцію, С. 127 // Стан і перспективи розвитку хімічної, харчової та парфумернокосметичної галузей промисловості: Матеріали VI Всеукраїнської науковопрактичної конференції. – Хмельницький, ХНТУ, 2024. – 214 с., С. 127.

РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Властивості харчової добавки

Кальцій мурашинокислий (форміат кальцію, E238) представляє собою кальцієву сіль мурашиної кислоти. Ця хімічна сполука належить до ряду форміатів і має органічне походження. Вона використовується як антисептик. Зовні це біла або світло-жовта порошкоподібна субстанція, складена з дрібних кристалів. Характеризується нейтральністю, гірким смаком, легким поглинанням вологи і розчиненням в водних середовищах. Піддається гідролізу, в зв'язку з чим відбувається лужна реакція. Контакт зі сильними кислотами приводить до формування відповідних кальцієвих солей і мурашиної кислоти. Токсичності не має. Ця добавка користується попитом у таких галузях як: косметична, харчова, хімічна, текстильна, паперово-целюлозна. Розглянемо структурну формулу форміату кальцію на рис. 1.1:

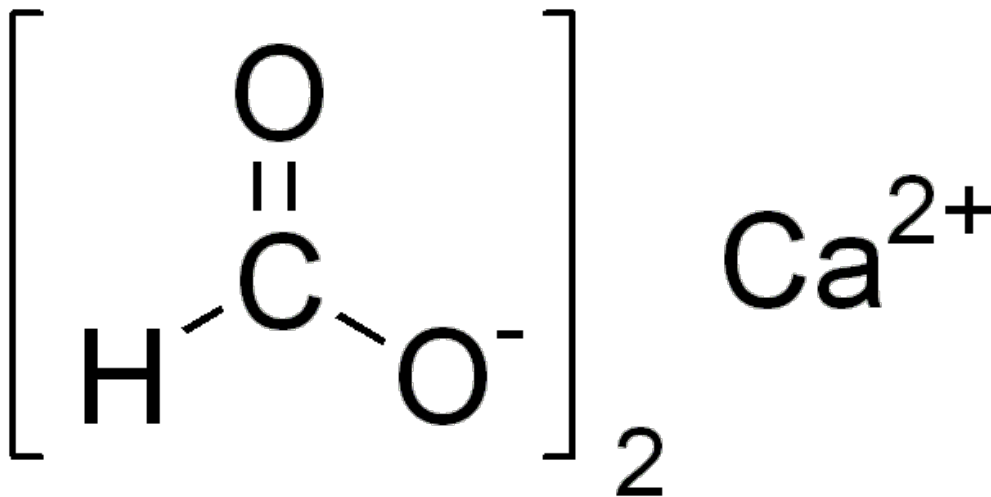


Рисунок 1.1 Структурна формула форміату кальцію

| | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------------|----------------------------|------------|----------------|
| Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ | Технічне узгодження Біла Г.М. | Вид документа Пояснювальна записка | Статус документа | | | |
| Власник документа НУХТ | Розробник документа Мартиновський В.О | Назва, додаткова назва РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ | ННІХТ.ХТ-4-13.024.161.010.КР.ПЗ | | | |
| | Документ затверджено Носенко Т.Т. | | Інд. змін. | Дата видання 15.04.2024 | Мова ua | Аркуш 10/76 |

Ця речовина не часто зустрічається в природі та іноді може бути частиною деяких мінералів. Вона синтезується хімічно шляхом реакції мурашиної кислоти з кальцієм, його оксидом або карбонатом. Інший метод включає високотемпературне розчинення чадного газу в твердому гашеному вапні. Ця сполука застосовується в харчовій, будівельній, текстильній, косметичній галузях та у нафтогазовій промисловості. Особливо значима її роль у виробництві кормових добавок для покращення дієти сільськогосподарських тварин. Форміат кальцію використовують як підкислювач, консервант для кормів, джерело кальцію, що стимулює апетит, знижує ризик діареї та сприяє росту тварин на 12%. Важливість кальцію тісно пов'язана з фосфором, особливо у складі кормів та в тваринному організмі, де більшість кальцію та фосфору зосереджені у кістках та зубах. Недолік цих елементів може призвести до рахіту у молодняку, остеомалаяції у дорослих, молочної лихоманки та остеопорозу. Під час роботи з мурашинокислим кальцієм важливо зберігати його в сухому, прохолодному місці з доброю провітрюваністю і в щільно закритій упаковці. Необхідно уникати непотрібного контакту з продуктом, щоб запобігти подразненню шкіри та очей, а також пошкодженню дихальних шляхів.

Форміат кальцію являє собою кристалічний порошок, розчинний при 0° С 13,90 г, при 40° С 14,56 г, при 80° С 15,22 г безводної солі на 100 г насиченого розчину, утвореного реакцією карбонату або гідроксиду кальцію і мурашиної кислоти. Форміат кальцію при нагріванні з кальцієвою сіллю карбонової кислоти вищого ряду дає альдегід. Молярна маса – 130,12 г/моль, густина – 2,015 г/см³. Формула: Ca(HCOO)₂.

Зовнішній вигляд: Форміат кальцію є білим або світло-жовтим порошком, що складається з дрібних кристалів.

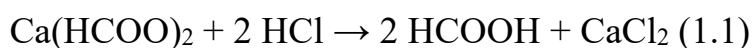
Розчинність: Сполука розчинна у воді, збільшення температури води підвищує розчинність. Менш розчинний у метанолі та практично

нерозчинний у етанолі.

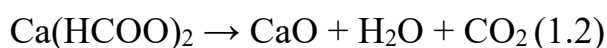
Температура плавлення: Форміат кальцію плавиться при температурі близько 300° С, при цьому може відбуватися розкладання сполуки.

Форміат кальцію є сильним гідрофілом, що дозволяє застосовувати його в якості водовід'ємної речовини. Гідролізується, через що має лужну реакцію. Реагує з більш сильними, ніж мурашина, кислотами з утворенням відповідних солей кальцію і мурашиної кислоти. Є антисептиком.

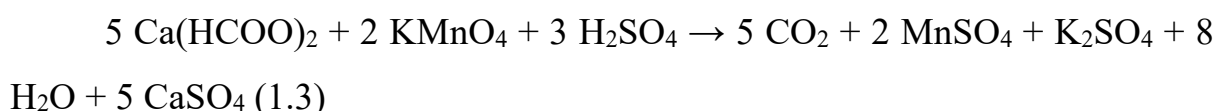
Форміат кальцію (Ca(HCOO)₂) реагує з кислотами з утворенням мурашиної кислоти (HCOOH) та солі кальцію (1.1)



При нагріванні форміат кальцію розкладається, утворюючи оксид кальцію (CaO), воду (H₂O) і діоксид вуглецю (CO₂). (1.2)



Форміат кальцію реагує з перманганатом калію (KMnO₄) в присутності сульфатної кислоти (H₂SO₄), утворюючи діоксид вуглецю (CO₂), сульфат марганцю (MnSO₄), сульфат калію (K₂SO₄), воду (H₂O) і сульфат кальцію (CaSO₄). (1.3)



Фізичні властивості форміату кальцію наведені в табл. 1.1

Таблиця 1.1

| | |
|------------------------------|----------------------------|
| Зовнішній вигляд | Білий кристалічний порошок |
| Вміст кальцію | 30 % |
| Вміст води | 0,50 % |
| Питома вага при 20°С | 2,02 г/см ³ |
| Насипна густина | 900-1000 г/дм ³ |
| рН (10% -ний водний розчин) | ~6,0-7,5 |
| Температура розкладу | > 400°С |
| Втрата маси при прожарюванні | < 1 % |

Форміат кальцію є кальцієвою сіллю мурашиної кислоти з хімічною формулою $\text{Ca}(\text{HCOO})_2$. Це білий кристалічний порошок, який легко розчиняється у воді, але мало розчиняється в органічних розчинниках. Форміат кальцію має ряд важливих фізичних і хімічних властивостей, які роблять його корисним у різних промислових застосуваннях.

Однією з основних фізичних властивостей форміату кальцію є його висока розчинність у воді, яка становить приблизно 16 грамів на 100 мілілітрів води при 20°C . Це дозволяє використовувати його у водних розчинах для різних технологічних процесів. Він також має високу термічну стабільність, розкладаючись при температурі близько 400°C з утворенням оксиду кальцію, води і вуглекислого газу.

Форміат кальцію, відомий як кальцієва сіль мурашиної кислоти, має цікаву історію свого відкриття та використання. Його історія тісно пов'язана з розвитком хімії органічних кислот і технологіями промислового виробництва хімічних речовин.

Форміат кальцію був вперше синтезований у 19 столітті, коли хіміки почали активно досліджувати властивості і способи отримання різних органічних кислот і їх солей. Мурашина кислота, відома своєю природною присутністю в мурашиних виділеннях та інших біологічних джерелах, стала об'єктом пильного вивчення завдяки своїм унікальним властивостям.

Перші зразки мурашиної кислоти були отримані шляхом дистиляції мурашок, звідки і походить її назва. У 17 столітті англійський натураліст Джон Рей описав процес отримання мурашиної кислоти з мурашок. Проте, промислове виробництво мурашиної кислоти стало можливим лише в 19 столітті, коли були розроблені більш ефективні методи її синтезу з хімічних сполук.

Форміат кальцію отримували шляхом нейтралізації мурашиної кислоти гідроксидом кальцію або карбонатом кальцію. Цей процес дозволив отримувати форміат кальцію у великих кількостях, що відкрило

можливості для його використання в різних галузях промисловості.

Вперше форміат кальцію знайшов застосування у текстильній промисловості, де його використовували для обробки тканин. Його антисептичні властивості були корисні для запобігання розвитку мікроорганізмів під час зберігання і транспортування текстильних виробів.

У 20 столітті застосування форміату кальцію значно розширилося завдяки його корисним властивостям. У харчовій промисловості він почав використовуватися як консервант (харчова добавка E238) для подовження терміну зберігання продуктів і запобігання розвитку патогенних мікроорганізмів. Форміат кальцію також знайшов застосування в сільському господарстві як добавка до кормів для тварин, покращуючи їх засвоюваність і загальне здоров'я тварин.

У будівельній галузі форміат кальцію став популярним як прискорювач твердіння бетону, що дозволило скоротити час затвердіння і підвищити міцність будівельних конструкцій. Його застосування в нафтовидобувній промисловості також стало значним, оскільки він використовується як компонент бурових розчинів для стабілізації стовбура свердловин.

У сучасний час форміат кальцію продовжує знаходити нові застосування завдяки своїм унікальним властивостям. Вчені продовжують досліджувати його потенціал у різних галузях, включаючи медицину, де його антисептичні та буферні властивості можуть бути корисними для розробки нових препаратів і терапевтичних методів.

Отже, історія форміату кальцію є яскравим прикладом того, як розвиток хімічних технологій і наукових досліджень сприяє відкриттю нових властивостей і застосувань хімічних речовин, забезпечуючи їх важливу роль у різних галузях промисловості і життя людини.

1.2 Економічність та вплив на навколишнє середовище

Форміат кальцію є відносно економічним і екологічно безпечним хімічним сполуком, який знаходить широке застосування в різних галузях промисловості. Його виробництво, використання та вплив на навколишнє середовище мають ряд важливих аспектів.

Виробництво форміату кальцію зазвичай включає прості хімічні реакції, які не потребують високих енергетичних затрат чи складних технологій. Основні сировинні компоненти для виробництва форміату кальцію — мурашина кислота і карбонат кальцію (або гідроксид кальцію) — є доступними і відносно недорогими. Мурашина кислота може бути синтезована з метанолу і вуглекислого газу або добута як побічний продукт у деяких хімічних процесах. Карбонат кальцію широко поширений у природі і є доступним у великій кількості.

Процес нейтралізації мурашиної кислоти карбонатом або гідроксидом кальцію відбувається при помірних умовах, що знижує витрати на енергію та обладнання. Це робить виробництво форміату кальцію економічно вигідним. Крім того, низька токсичність і відносна безпечність форміату кальцію знижують витрати на захисні заходи та управління відходами.

У багатьох застосуваннях, таких як прискорювач твердіння бетону або консервант у харчовій промисловості, форміат кальцію забезпечує значні економічні переваги завдяки своїй ефективності. Наприклад, у будівельній галузі використання форміату кальцію дозволяє скоротити час твердіння бетону, що знижує витрати на будівництво та підвищує продуктивність.

Вплив на навколишнє середовище. Форміат кальцію є відносно безпечним для навколишнього середовища хімічним сполуком. Висока розчинність у воді і здатність до біологічного розкладання роблять його менш шкідливим у порівнянні з багатьма іншими хімічними речовинами.

Біологічний розклад. Форміат кальцію розкладається в природному середовищі на безпечні компоненти — воду і вуглекислий газ. Це знижує ризик накопичення токсичних речовин у ґрунті і водних об'єктах. Його розпад під впливом мікроорганізмів відбувається досить швидко, що сприяє зниженню екологічного навантаження.

Вплив на водні ресурси. Через високу розчинність у воді форміат кальцію може потрапляти у водні об'єкти, але завдяки своїй низькій токсичності він не має значного негативного впливу на водні екосистеми. Однак, при надмірному використанні або потраплянні великих кількостей форміату кальцію у воду, може відбутися тимчасове підвищення рН, що може вплинути на чутливі до рН водні організми.

Вплив на ґрунт. У ґрунті форміат кальцію розкладається на кальцій і мурашину кислоти, яка швидко нейтралізується природними буферними системами ґрунту. Вміст кальцію в ґрунті може позитивно вплинути на структуру ґрунту і доступність поживних речовин для рослин. Однак, надмірне використання може призвести до зміни кислотно-лужного балансу ґрунту, що потребує контролю.

Викиди в атмосферу. В процесі виробництва і використання форміату кальцію викиди в атмосферу є мінімальними. Проте, під час термічного розкладання або спалювання продуктів, що містять форміат кальцію, можуть виділятися вуглекислий газ і оксиди кальцію, що є звичайними продуктами згоряння і не становлять значної загрози для атмосфери при нормальних умовах експлуатації.

Форміат кальцію є економічно вигідною і екологічно безпечною хімічною речовиною, яка має широке застосування у різних галузях промисловості. Його виробництво і використання пов'язані з низькими витратами на енергію і сировину, а також з мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище. Висока розчинність, біологічний розклад і низька токсичність роблять форміат кальцію привабливим

вибором для багатьох технологічних процесів, де важливі економічність і екологічна безпека.

1.3 Галузі використання харчової добавки

Форміат кальцію володіє властивостями буферної дії, завдяки чому може стабілізувати рН розчинів. Це важливо в різних хімічних процесах, де необхідний контроль за кислотністю середовища. Він також виявляє властивості консерванту і антисептика, що дозволяє використовувати його в харчовій промисловості, наприклад, як добавку E238 для запобігання розвитку мікроорганізмів у харчових продуктах.

Форміат кальцію володіє значними буферними властивостями, що робить його корисним у різних галузях, де потрібен контроль і стабілізація рН середовища. Буферні властивості означають здатність речовини підтримувати постійний рівень рН навіть при додаванні кислот або лугів. Це досягається завдяки рівновазі між слабкою кислотою і її кон'югованою основою в розчині.

Форміат кальцію є сіллю слабкої мурашиної кислоти (HCOOH) і сильної основи (гідроксид кальцію, Ca(OH)_2). У водному розчині він дисоціює на іони кальцію (Ca^{2+}) і форміат-іони (HCOO^-). Ці іони здатні реагувати з додатковими кислотами або лугами, які можуть бути присутніми в розчині, що сприяє стабілізації рН.

Коли до розчину форміату кальцію додається кислота, форміат-іони (HCOO^-) зв'язуються з іонами водню (H^+) з кислоти, утворюючи мурашину кислоту (HCOOH). Це запобігає різкому зниженню рН. Водночас, якщо до розчину додається луг, іони гідроксидів (OH^-) реагують з мурашиною кислотою, утворюючи воду (H_2O) і форміат-іони (HCOO^-), що запобігає різкому підвищенню рН.

Завдяки цим реакціям форміат кальцію підтримує стабільний рівень рН в межах певного діапазону. Це особливо корисно в різних технологічних

процесах, де важливо контролювати кислотно-лужний баланс для забезпечення оптимальних умов реакцій або стабільності продуктів.

У харчовій промисловості буферні властивості формиату кальцію використовуються для стабілізації рН продуктів, що сприяє покращенню їх якості і тривалості зберігання. Наприклад, він може додаватися до соусів, консервів і інших харчових продуктів, де контроль рН є критичним для запобігання псуванню і забезпечення стабільності смаку і текстури.

У виробництві кормів для тварин формиат кальцію допомагає підтримувати стабільний рН кормів, що покращує їх засвоюваність і сприяє здоров'ю тварин. Стабільний рН запобігає розвитку небажаних мікроорганізмів, що можуть негативно вплинути на якість корму.

У будівельній галузі буферні властивості формиату кальцію використовуються для контролю рН цементних і бетонних розчинів. Це допомагає запобігти корозії металевих армуючих матеріалів і покращує загальну якість і довговічність будівельних конструкцій.

У хімічній промисловості формиат кальцію застосовується як буферний агент у різних реакційних середовищах, де необхідно підтримувати стабільний рН для забезпечення ефективності і передбачуваності хімічних процесів. Він може використовуватися у виробництві фармацевтичних препаратів, де контроль рН є критичним для стабільності активних інгредієнтів і загальної якості продукту.

Формиат кальцію володіє ефективними консервуючими властивостями, які роблять його корисним у харчовій промисловості та інших галузях, де необхідно запобігти розвитку мікроорганізмів. Консервуючі властивості формиату кальцію пов'язані з кількома механізмами його дії на мікроорганізми.

Основним механізмом консервуючої дії формиату кальцію є його здатність створювати несприятливе середовище для росту і розмноження

мікроорганізмів. Форміат кальцію дисоціює у водному розчині на іони кальцію і формиат-іони. Форміат-іони (HCOO^-) мають антимікробну активність, яка полягає у порушенні метаболічних процесів мікроорганізмів. Вони впливають на ферментативні системи бактерій та грибів, знижуючи їх активність і запобігаючи росту та розмноженню.

Крім того, формиат кальцію здатний знижувати рН середовища, створюючи кисле середовище, яке є несприятливим для більшості патогенних мікроорганізмів. Низький рН може пошкоджувати клітинні мембрани мікробів і порушувати їх внутрішньоклітинний обмін речовин, що призводить до їх загибелі або пригнічення росту.

Форміат кальцію є ефективним проти широкого спектру мікроорганізмів, включаючи бактерії, дріжджі і цвілеві гриби. Це робить його корисним у збереженні харчових продуктів, де важливо запобігти псуванню, продовжити термін зберігання і зберегти якість продукції. Зокрема, він використовується як харчова добавка E238, яка дозволена для застосування в деяких країнах для консервування м'ясних виробів, хлібобулочних виробів, соків, напоїв та інших продуктів.

У харчовій промисловості формиат кальцію може бути доданий до продуктів на різних стадіях виробництва, включаючи етапи приготування, упаковки і зберігання. Він може застосовуватися як в чистому вигляді, так і в складі комплексних консервуючих сумішей разом з іншими добавками, що підсилюють його дію.

Використання формиату кальцію як консерванту має кілька переваг. Він є відносно безпечним для здоров'я людини, не викликає токсичних ефектів при дотриманні рекомендованих норм споживання. Крім того, він легко розчиняється у воді і рівномірно розподіляється у продукті, забезпечуючи ефективний захист від мікроорганізмів.

Окрім харчової промисловості, консервуючі властивості формиату

кальцію використовуються у виробництві кормів для тварин, де він допомагає запобігти розвитку патогенних бактерій і грибів, забезпечуючи збереження якості корму і здоров'я тварин. У будівельній галузі форміат кальцію може використовуватися для збереження органічних матеріалів, таких як деревина, запобігаючи їх гниттю і пошкодженню мікроорганізмами.

Форміат кальцію є важливим компонентом у виробництві шкіри, зокрема у процесі дублення. Його використання забезпечує контроль рН, що є критичним для стабілізації колагенових волокон шкіри. Це допомагає створити оптимальні умови для взаємодії дубильних агентів з колагеном, забезпечуючи рівномірне і глибоке дублення. Форміат кальцію покращує проникнення дубильних агентів у волокна, знижуючи загальну потребу у дубильних речовинах, що робить процес більш економічним.

У результаті використання форміату кальцію шкіра стає м'якшою, гнучкішою та стійкішою до розриву. Форміат кальцію запобігає утворенню дефектів, таких як зморшки та тріщини, що виникають через нерівномірне дублення або неправильний рН. Його застосування допомагає уникнути плям і нерівномірного забарвлення шкіри, що підвищує естетичні властивості готової продукції.

Форміат кальцію є екологічно чистим реагентом, що зменшує негативний вплив хімічних процесів на навколишнє середовище. Він легко біологічно розкладається і не накопичується у природі. Використання форміату кальцію у виробництві шкіри сприяє більш ефективному дубленню, скорочуючи час обробки та підвищуючи продуктивність. Це особливо важливо у великих масштабах виробництва, де економія часу та ресурсів має значний економічний ефект.

Зазвичай форміат кальцію додається на стадії пікелювання, яка передує основному дубленню. Це дозволяє підготувати шкіру до дублення, створюючи оптимальні умови для взаємодії дубильних агентів з

колагеновими волокнами. Також він може використовуватися під час основного дублення, діючи як буферний агент, стабілізуючи рН розчину і покращуючи ефективність процесу.

Замінники кухонної солі, також відомі як замінники натрію хлориду, це мінеральні композиції зі зниженим або взагалі відсутнім вмістом натрію хлориду. Вони мають схожий на смак кухонної солі і призначені для додавання до готових страв в рамках обмежень на споживання натрію. Перший замінник кухонної солі був запропонований на основі хлориду літію, але через його високу токсичність він не набув широкого застосування. Сучасні замінники зазвичай містять солі калію, магнію та кальцію, які, при тривалому споживанні, мають пом'якшувальну гіпотензивну дію та інші корисні біологічні властивості. До них відносяться такі засоби, як Co-Salt, Diasal, Morton Lite-salt (США), Pansalt (Фінляндія), Seresol (Великобританія), Санасол (Україна) та інші.

Замінники кухонної солі можна розділити на три групи залежно від їх застосування: лікувальні, лікувально-профілактичні та дієтичні. Лікувальні замінники призначені для терапевтичного застосування відповідно до конкретних показань на тлі дієти з обмеженим вмістом солі, вони мають суворі обмеження в дозуванні та, як правило, не містять натрію або містять його у незначних кількостях. До цієї групи належить Санасол.

Лікувально-профілактичні замінники призначені для первинної та вторинної профілактики серцево-судинних захворювань, зокрема артеріальної гіпертензії. До них відносяться Co-Salt, Diasal, Morton Lite-salt, Pansalt, Seresol.

Дієтичні замінники використовуються для первинної профілактики серцево-судинних захворювань, вони рекомендуються для використання у технологічних процесах харчової промисловості, зокрема у виробництві хліба, маргарину, штучних мінеральних вод. Вони зазвичай містять велику

кількість солей натрію. До них відносяться морська сіль (Японія) та інші полімінеральні композиції.

Протягом тривалого часу спектр і механізми дії замінників кухонної солі не були достатньо вивчені. Переважно було зафіксовано їх гіпотензивну дію. Однак останнім часом клінічні та експериментальні дослідження показали їхні додаткові ефекти, такі як антигіпертензивний, діуретичний, гіполіпідемічний, гіпоглікемічний, протиепілептичний, антидепресивний ефекти, а також захисний вплив при порушенні мозкового кровообігу та поліпшення трофіки тканин та реологічних властивостей крові. Замінники кухонної солі можуть також змінювати ефективність різних медикаментів. При дозуванні замінників кухонної солі звертають увагу на безпечні рівні споживання окремих мінеральних солей, особливо в пацієнтів з порушенням ниркової функції, сечокам'яною хворобою, гастритом та виразковою хворобою.

Показання для застосування замінників кухонної солі включають профілактику та лікування артеріальної гіпертензії, набрякового синдрому, гіпокаліємії, атеросклерозу, дисліпідемії атерогенного характеру, порушень мозкового кровообігу та цукрового діабету.

Протипоказання включають гіперкаліємію, одночасний прийом препаратів калію та магнію, калійзберігаючих діуретиків, інгібіторів АПФ, брадикардію, порушення провідності серця, тяжкі порушення ниркової функції, сечокам'яну хворобу, гастрит та виразкову хворобу.

Щодо взаємодії, замінники кухонної солі потенціюють специфічну дію антигіпертензивних препаратів різних груп, гіпоглікемічних препаратів та діуретичних ефектів діуретиків. Вони послаблюють токсичну дію серцевих глікозидів. При одночасному прийомі замінників кухонної солі з інгібіторами АПФ або калійзберігаючими діуретиками може виникнути гіперкаліємія.

Додатково, у харчовій промисловості форміат кальцію

використовують у виробництві соків, газованих напоїв, трав'яних чаях, кальцій форміат може використовуватися як стабілізатор, допомагаючи зберегти стабільність смаку та консистенції напою протягом тривалого часу.

Косметична промисловість: У косметології кальцій мурашинокислий, або кальцієвий форміат, є важливим компонентом, який використовується для забезпечення стабільності та тривалого збереження різних косметичних засобів. Він володіє властивістю запобігати передчасному псуванню косметичних продуктів, допомагаючи зберігати їх якість та ефективність протягом тривалого часу.

Кальцій мурашинокислий має безбарвну кристалічну структуру і може додаватися до різних формул косметичних продуктів у дуже малих кількостях, які не перевищують 0,5% від загальної кількості суміші. Він може бути включений до складу кремів, лосьйонів, масок, гелів та інших засобів для догляду за шкірою та волоссям.

Креми для обличчя та тіла: Креми мають велику кількість води у своєму складі, тому додавання кальцію мурашинокислого допомагає уникнути розпаду та псування крему, зберігаючи його структуру та ефективність.

Лосьйони для тіла: Лосьйони також можуть містити кальцій мурашинокислий для забезпечення їхньої стабільності та тривалого збереження.

Маски для обличчя та волосся: У масках, які містять велику кількість активних інгредієнтів, кальцій мурашинокислий може бути використаний для підтримки стабільності та збереження корисних властивостей маски протягом тривалого часу.

Гелі для душу та ванни: В гелях для душу та ванни також може бути присутній кальцій мурашинокислий, що допомагає зберігати їхню консистенцію та якість.

Засоби для догляду за волоссям: Кальцій мурашинокислий може використовуватися у шампунях, кондиціонерах та інших засобах для догляду за волоссям для підтримки стабільності та ефективності цих продуктів.

Роль кальцію мурашинокислого полягає в тому, щоб утримувати косметичні продукти у стабільному стані, запобігаючи їхньому псуванню через окислення, мікробний розклад або інші фактори, які можуть впливати на їхню якість та ефективність. Він може взаємодіяти з окиснювачами, які присутні в деяких косметичних формулах, тим самим забезпечуючи додатковий захист від окислення та зберігаючи продукт у своєму початковому стані.

Крім того, кальцій мурашинокислий може мати антиоксидантні властивості, що дозволяють йому захищати косметичні продукти від негативного впливу вільних радикалів та інших окислювальних процесів. Це допомагає зберігати продукти в оптимальному стані та забезпечує їхню ефективність протягом тривалого періоду зберігання та використання.

Будівельна промисловість: найбільшу популярність ця сполука отримала в будівництві. Тут її гідрофільність дозволяє бетону та іншим будівельним сумішам (самовирівнювальні підлоги, портландцемент, штукатурки, затирки, клей) тверднути швидше в температурному діапазоні до -15°C . Крім того, всі ці матеріали, завдяки форміату кальцію, оперативно набирають міцнісні запаси на стиск. У деяких випадках ця сполука виступає протиморозною добавкою. Форміат кальцію відіграє важливу роль у будівельній галузі, особливо в процесах, де потрібне прискорене твердіння бетонних і цементних розчинів. Його основною функцією є дія як прискорювача твердіння, що дозволяє скоротити час схоплення та набуття міцності бетонних конструкцій. Це особливо важливо в умовах низьких температур, де стандартні процеси твердіння сповільнюються.

Використання форміату кальцію в бетоні та цементних розчинах допомагає швидше досягти початкової міцності, що дозволяє продовжити будівельні роботи без затримок, викликаних повільним твердінням. Це забезпечує не тільки ефективність будівельного процесу, але і підвищує економічну вигоду, оскільки зменшує час простою техніки та робочої сили.

Форміат кальцію також покращує загальні фізико-механічні властивості бетону. Він сприяє зменшенню усадки та збільшує міцність на стиск, що є критично важливим для довговічності та надійності будівельних конструкцій. Його додавання може допомогти зменшити кількість тріщин, які утворюються під час твердіння, і покращити загальну однорідність матеріалу.

Екологічні аспекти використання форміату кальцію в будівництві також є позитивними. Він не містить токсичних речовин і не виділяє шкідливих випарів, що робить його безпечним для здоров'я працівників і навколишнього середовища. Легкість у використанні та безпечність зберігання також сприяють популярності цього матеріалу в будівельній індустрії.

Форміат кальцію є також ефективним у запобіганні корозії арматури в бетоні. Завдяки своїм властивостям, він створює лужне середовище, яке запобігає окисленню іржі на сталевих елементах, що підвищує довговічність та стійкість будівельних конструкцій до впливу зовнішніх факторів.

Окрім основного застосування у вигляді прискорювача твердіння, форміат кальцію може використовуватися у складі різних будівельних добавок, що покращують адгезію, знижують водопоглинання та підвищують морозостійкість матеріалів. Це робить його універсальним компонентом, що підвищує якість і надійність кінцевого продукту.

1.4 Стан сировинної бази

Сировинна база формиату кальцію включає основні компоненти, необхідні для його синтезу: мурашину кислоту і карбонат кальцію або гідроксид кальцію. Мурашина кислота (HCOOH) є ключовою сировиною для виробництва формиату кальцію. Вона може бути отримана кількома способами. Один з основних методів включає синтез мурашиної кислоту з метанолу і монооксиду вуглецю через процес гідролізу метилформиату. Також мурашина кислота може бути побічним продуктом у деяких хімічних процесах, що забезпечує додаткові джерела для її отримання.

Карбонат кальцію (CaCO_3) є широко розповсюдженим природним мінералом, який добувається з вапняку, крейди, мармуру та інших осадових порід. Він є доступним у великих кількостях і відносно дешевим. Гідроксид кальцію (Ca(OH)_2), відомий також як гашене вапно, отримується в результаті реакції оксиду кальцію (CaO) з водою. Оксид кальцію, в свою чергу, виробляється шляхом термічного розкладання карбонату кальцію. Цей процес є простим і енергоефективним, що робить гідроксид кальцію доступним і економічним реагентом.

Висока доступність і низька вартість основних сировинних компонентів роблять виробництво формиату кальцію економічно вигідним. Процеси добування та виробництва карбонату кальцію і гідроксиду кальцію добре відпрацьовані і широко застосовуються в промисловості, що забезпечує стабільне постачання цих матеріалів. У випадку мурашиної кислоту, розвинені технології її синтезу і побічне виробництво забезпечують достатню кількість сировини для потреб ринку.

Сировинна база формиату кальцію характеризується також низьким екологічним впливом. Виробництво карбонату кальцію і гідроксиду кальцію не пов'язане з викидами токсичних речовин або значними екологічними ризиками. Процес синтезу мурашиної кислоту також є

відносно екологічно чистим, особливо при використанні сучасних методів з мінімальним впливом на навколишнє середовище.

На додаток до основних компонентів, виробництво форміату кальцію може вимагати використання допоміжних матеріалів, таких як вода і енергія. Оскільки процеси синтезу відбуваються при помірних температурах і не потребують великих енергетичних витрат, витрати на енергію є мінімальними. Вода використовується у технологічних процесах і може бути з легкістю очищена і повернена у виробничий цикл, що знижує екологічний вплив.

Завдяки стабільній і доступній сировинній базі, виробництво форміату кальцію може відбуватися в різних регіонах світу, що сприяє географічній диверсифікації постачання і знижує ризики, пов'язані з логістикою і транспортом. Це забезпечує надійність постачання і стабільність цін на форміат кальцію на світовому ринку.

1.5 Аналіз існуючих технологій виробництва харчової добавки

Відомий спосіб отримання $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$, що містить домішки

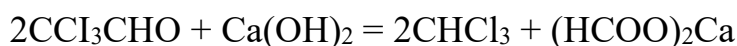
пентаеритриту шляхом конденсації формальдегіду з ацетальдегідом присутності CaO до повного перетворення альдегідів з подальшою нейтралізацією реакційної маси H_2SO_4 .

Спосіб отримання $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$ заснований на реакції взаємодії 11-12%й розчину формальдегіду з $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при $60-70^\circ \text{C}$



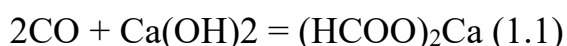
Процес ведуть до повної конверсії формальдегіду в присутності борної кислоти або її солі при масовому співвідношенні $\text{Ca}(\text{OH})$ і кислоти 1:0,03 або $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 1:0,09.

Інший спосіб отримання $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$ з продуктів розщеплення хлоралю при виробництві хлороформу з подальшою обробкою пульпи хлороводнем або соляною кислотою та виділенням цільового продукту:



Недоліком є те, що після обробки кислотою пульпу фільтрують, маточник повертається в цикл, а кристалічну сіль піддають багаторазовому промиванні. Вихід $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$ становить 90%, вміст основної речовини 97-98%.

Відомий спосіб отримання $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$ реакцією взаємодії оксиду вуглецю (II) з насиченим розчином гідроксиду кальцію: (1.1)



Недолік цього в тому, що реакція протікає в інтервалі температур 120-220° С надлишковому тиску. Зміст $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$ отриманому продукті становить 98.0-99.5%

Ще один спосіб отримання $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$ заснований на реакції взаємодії розбавленої мурашиної кислоти (11-12%) з кристалічним CaCO_3 , і з подальшим додаванням $\text{Ca}(\text{OH})_2$, до рН 6-8 (1.2):



Недоліком цього способу вважатимуться необхідність суворого дотримання концентрації розчину мурашиної кислоти. Якщо концентрація кислоти вище 12%, то кристалізація цільового продукту відбувається на стадії синтезу, що обумовлено низькою розчинністю формату кальцію, що утворюється. Це призводить до зниження якості та виходу солі. При концентрації мурашиної кислоти менше 11% знижується швидкість реакції.

Найдоступнішим методом отримання форміату кальцію є добування цієї сполуки з форміату натрію та кальцію хлориду. Саме тому я обрав цей метод. (1.3)



Для добування форміату кальцію з форміату натрію та хлориду кальцію використовують метод подвійного обміну. Спершу потрібно приготувати водні розчини обох реагентів. Після підготовки розчинів їх

змішують, що веде до хімічної реакції, в результаті якої формиат натрію та хлорид кальцію перетворюються на формиат кальцію та хлорид натрію. Форміат кальцію, який утворюється, має нижчу розчинність у воді порівняно з іншими речовинами та випадає в осад. Осад відділяють шляхом фільтрації або центрифугування, після чого його промивають водою, щоб видалити залишки хлориду натрію, який є побічним продуктом. Завершальний етап включає сушіння осаду, що дозволяє отримати сухий кристалічний формиат кальцію.

1.6 Шляхи удосконалення технології харчової добавки

Удосконалення технології виробництва формиату кальцію може бути досягнуто шляхом додавання стадій кристалізації та центрифугування. Після основного етапу синтезу формиату кальцію з мурашиної кислоти і карбонату або гідроксиду кальцію, отриманий розчин містить продукт разом з побічними домішками і надлишковою водою. Введення стадії кристалізації дозволяє виділити чистий формиат кальцію з розчину.

Процес кристалізації полягає у поступовому охолодженні або випаровуванні розчину, що призводить до утворення кристалів формиату кальцію. Контрольоване охолодження або випаровування забезпечує формування великих і чистих кристалів, що покращує якість кінцевого продукту. Після утворення кристалів наступною стадією є центрифугування, яке дозволяє відокремити тверді кристали від рідкої фази. Центрифугування використовує відцентрову силу для швидкого і ефективного розділення компонентів.

Цей етап значно підвищує чистоту формиату кальцію, оскільки видаляє залишки розчинників і побічні продукти. В результаті центрифугування отримані кристали формиату кальцію можуть бути додатково промиті для видалення залишкових домішок. Після цього продукт висушується до отримання сухих кристалів високої чистоти.

Додавання стадій кристалізації та центрифугування до виробництва форміату кальцію покращує якість продукту, знижує кількість домішок і підвищує економічну ефективність процесу. Це забезпечує отримання стабільного продукту з високими фізико-хімічними характеристиками, що розширює його застосування у різних галузях промисловості.

РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика вихідної сировини

Форміат натрію

Форміат натрію (натрій мурашинокислий) - хімічна сполука з формулою HCOONa , побічний продукт виробництва пентаеритриту. Використовується як відновник в органічному синтезі. Форміат натрію технічний являє собою форміат натрію з незначною домішкою пентаеритриту та його похідних. Розглянемо структурну формулу форміату натрію на рис. 2.1:

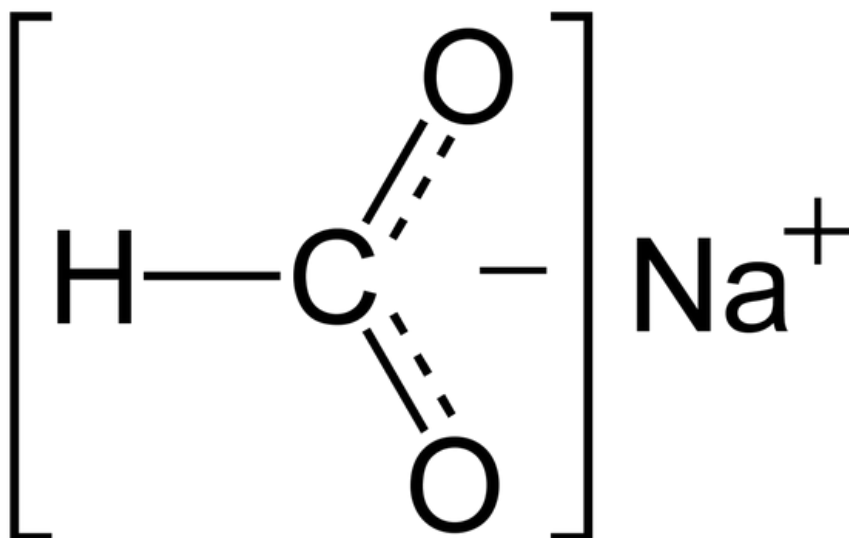


Рисунок 2.1 Структурна формула форміату натрію

Форміат натрію використовується у текстильній промисловості для фарбування тканин, у процесах друку і в технологіях виробництва паперу та шпалер, застосовується у нафтовидобутку. Він також використовується як буферний агент для сильних мінеральних кислот, щоб збільшити їхній рН.

| | | | | | | |
|--|--|--|---------------------------------|----------------------------|------------|----------------|
| Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ | Технічне узгодження Біла Г.М. | Вид документа Пояснювальна записка | Статус документа | | | |
| Власник документа НУХТ | Розробник документа Мартиновський В.О | Назва, додаткова назва РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | ННІХТ.XT-4-13.024.161.031.КР.ПЗ | | | |
| | Документ затверджено Носенко Т.Т. | | Інд. змін. | Дата видання 15.04.2024 | Мова ца | Аркуш 31/76 |

У харчовій промисловості даний реактив зареєстрований в якості добавки (Е 237). Має сильні біоцидні властивості. Здебільшого застосовується як консервант. Додається до косметичних засобів для запобігання їхньому псуванню. В сільському господарстві натрій мурашинокислий застосовується як консервант у кормах (добавка до силосу). У фармацевтиці використовується як субстанція для виробництва нестерильних лікарських форм. Форміат натрію широко застосовується в будівництві як протиморозна добавка до бетонів та будівельних розчинів – при зведенні монолітних бетонних та залізобетонних конструкцій. Натрій мурашинокислий прискорює затвердіння бетону. Він дозволяє проводити будівельні роботи зі зведення бетонних конструкцій при низькій температурі навколишнього середовища (до -15°C). Форміат натрію використовується як антикорозійна добавка до сумішей, що запобігають утворенню ожеледиці. Він позитивно впливає на стан металічних частин автомобілів і захищає їх від псування. Натрій мурашинокислий є універсальною хімічною речовиною, що використовується в багатьох лабораторних методах, включаючи кристалізацію і хемілюмінесценцію. Цей реактив є проміжним продуктом при синтезі мурашиної кислоти, щавелевої кислоти і дитіоніту натрію. Його застосовують як регулятор процесів полімеризації та вулканізації.

Кальцій хлорид

Кальцію хлорид - кристалічний порошок або гранули білого кольору чи безбарвні, гігроскопічний. Кальцій хлорид отримують як побічний продукт при виробництві соди за методом Сольве. Цей хімікат має такі властивості: рН водного розчину 5% концентрації становить від 4,5 до 9,2, температура кипіння ангідриду перевищує 1600°C , температура плавлення ангідриду — 772°C , дигідрату — 176°C , гексагідрату — 30°C ; насипна густина дигідрату до усадки становить $0,835\text{ г/см}^3$, а температура затвердіння — від $28,5$ до $30,0^{\circ}\text{C}$. Кальцій хлорид легко розчиняється у воді

та 95% етанолі, але не розчиняється в діетиловому етері. Цей матеріал несумісний із розчинними карбонатами, фосфатами, сульфатами та тартратами, при контакті з цинком виділяється вибухонебезпечний газ. Реакція з водою є екзотермічною, а при нагріванні можуть виділятися токсичні пари хлору.

У фармацевтичній технології кальцій хлорид використовують як допоміжну та діючу речовину, виконуючи роль антимікробного консерванта, десиканта та в'яжучого агента в очних розчинах для промивання. Терапевтично кальцій хлорид у 10% концентрації (дигідрат) входить до складу розчинів для ін'єкцій, які застосовують для лікування гіпокальціємії. Також його використовують як регулятор вивільнення активних інгредієнтів із твердих лікарських форм, зшиваючи з пектином або взаємодіючи з хітозаном. Кальцій хлорид має значну гігроскопічність, що робить його ефективним осушувачем в різних промислових процесах і при зберіганні речовин, чутливих до вологи.

У будівельній галузі кальцій хлорид застосовують як прискорювач твердіння бетону, що особливо корисно при роботах у холодну погоду. Він сприяє швидшому набору міцності бетонних конструкцій, зменшуючи час очікування між заливкою і подальшими будівельними операціями. У сільському господарстві кальцій хлорид використовується для боротьби з пилом на дорогах і в якості добавки до кормів для тварин, що допомагає забезпечити необхідний рівень кальцію в їх раціоні.

При контакті зі шкірою та слизовими оболонками кальцій хлорид може викликати подразнення та дерматит. У чистому вигляді він токсичний при внутрішньовенному, внутрішньом'язовому, внутрішньобрюшинному та підшкірному введенні і помірно токсичний при пероральному застосуванні. Якщо зберігати в герметичних контейнерах у сухому прохолодному місці, кальцій хлорид залишається стабільною речовиною. Це дозволяє зберігати його ефективність протягом тривалого часу,

знижуючи ризики втрат активності або якості продукту при зберіганні та транспортуванні.

2.2 Опис принципово-технологічної схеми

Першою стадією синтезуємо форміат кальцію з форміату натрію та кальцію хлориду при температурі 20° С протягом 40 хвилин. Отриманий неочищений форміат кальцію фільтруємо для видалення домішок. Наступним етапом концентруємо розчин до 50% при температурі 60° С, протягом 30 хвилин для отримання більш якісного та чистого продукту. Далі концентрований розчин кристалізуємо протягом 1 години $t_1=7760^{\circ}\text{C}$ $t_2=20^{\circ}\text{C}$, для отримання кристалічного порошку. Отриману суміш центрифугуємо для відділення маточного розчину від цільового продукту, кількість обертів дорівнює 2000 обертів за хвилину. Готовий продукт сушимо до вологості 5% протягом 5 годин. Готовий продукт можна подавати на фасування. Принципово-технологічну схему зображено на рис. 2.2:

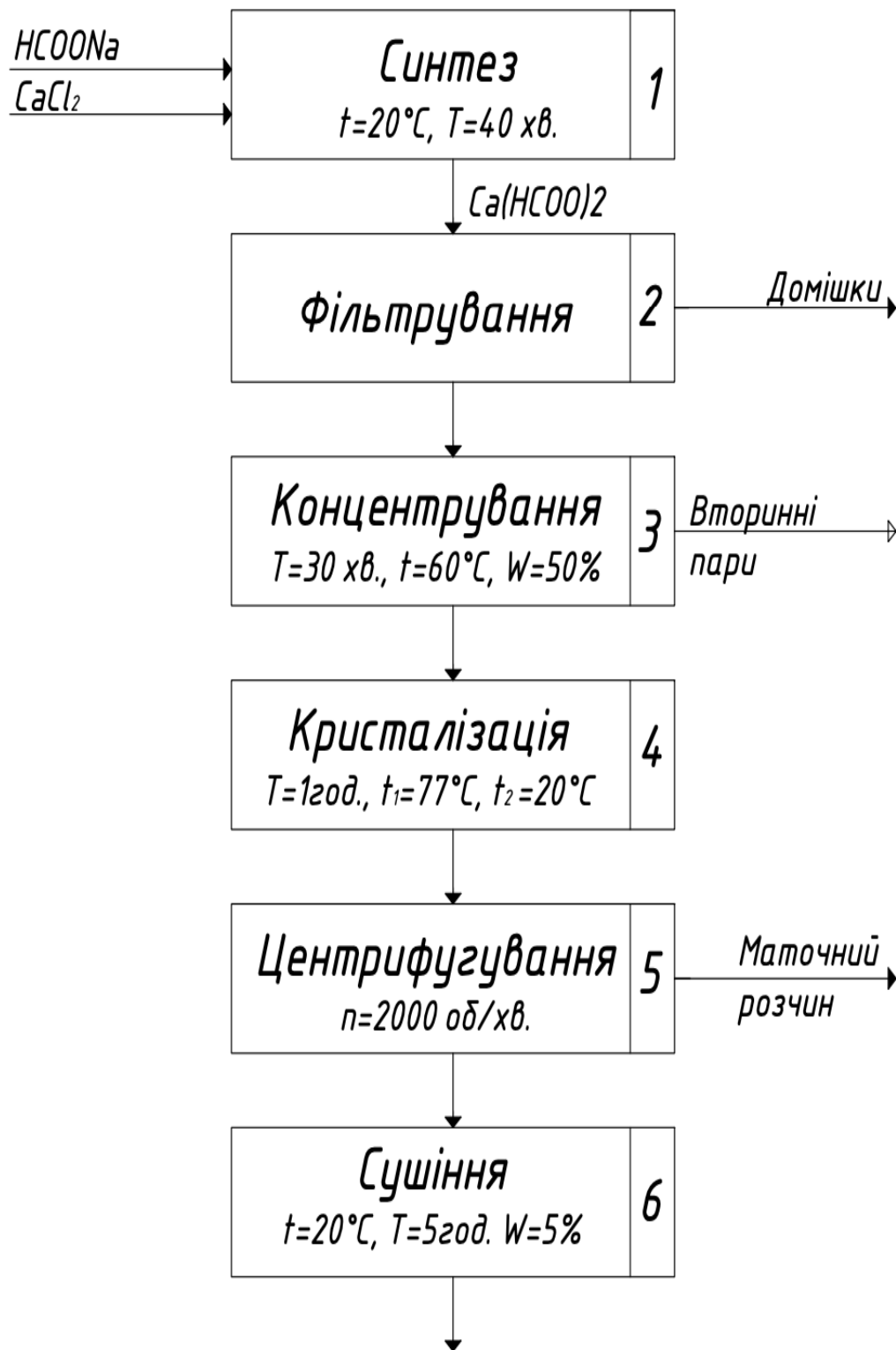
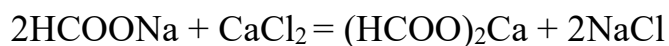


Рисунок 2.2 Принципово-технологічна схема виробництва

2.3 Матеріальний розрахунок

Змішування



Під час змішування втрати складають 1%

Матеріальний баланс стадії змішування

Таблиця 2.1

| Прихід | | Витрата | |
|-------------------|----------|------------------------|----------|
| Сировина | Маса, кг | Сировина | Маса, кг |
| HCOONa | 1231 | (HCOO) ₂ Ca | 1334 |
| | | NaCl | 200 |
| CaCl ₂ | 593 | Втрати | 20 |
| | | Всього | 2000 |
| H ₂ O | 176 | | |
| Всього | 2000 | | |

Фільтрування

Під час фільтрування втрати складають 0,5%

Матеріальний баланс стадії фільтрування

Таблиця 2.2

| Прихід | | Витрата | |
|---------------------------------------|----------|------------------------------------|----------|
| Сировина | Маса, кг | Сировина | Маса, кг |
| Не очищений (HCOO) ₂ Ca | 1334 | Очищений (HCOO) ₂ Ca | 1235 |
| | | Домішки | 191 |
| | | H ₂ O | 100,33 |
| NaCl | 200 | Втрати | 7,67 |
| Всього | 1534 | Всього | 1534 |

Концентрування

Під час концентрування втрати складають 0,5%

Матеріальний баланс стадії концентрування

Таблиця 2.3

| Прихід | | Витрата | |
|------------------------------------|----------|--|----------|
| Сировина | Маса, кг | Сировина | Маса, кг |
| Очищений (НСОО) ₂ Са | 1235 | Маточний розчин (НСОО) ₂ Са | 1123 |
| | | Н ₂ О | 105,8 |
| Всього | 1235 | Втрати | 6,175 |
| | | Всього | 1534 |

Кристалізація

Під час кристалізації втрати складають 1%

Матеріальний баланс стадії кристалізації

Таблиця 2.4

| Прихід | | Витрата | |
|--|----------|------------------|----------|
| Сировина | Маса, кг | Сировина | Маса, кг |
| Маточний розчин (НСОО) ₂ Са | 1123 | Кристали | 1076 |
| | | Н ₂ О | 35,77 |
| Всього | 1123 | Втрати | 11,23 |
| | | Всього | 1123 |

Центрифугування

Під час центрифугування втрати складають 1%

Матеріальний баланс стадії центрифугування

Таблиця 2.4

| Прихід | | Витрата | |
|------------------------------------|----------|-----------------|----------|
| Сировина | Маса, кг | Сировина | Маса, кг |
| Кристали (НСОО) ₂ Са | 1076 | Кристали | 1000 |
| | | Маточний розчин | 65,24 |
| Всього | 1076 | Втрати | 10,76 |
| | | Всього | 1076 |

Сушіння

Під час сушіння втрати складають 1 %

Матеріальний баланс стадії сушіння

Таблиця 2.6

| Прихід | | Вихід | |
|------------------------|----------|------------------------|----------|
| Сировина | Маса, кг | Сировина | Маса, кг |
| (НСОО) ₂ Са | 1000 | (НСОО) ₂ Са | 1000 |
| Вода | 108 | H ₂ O | 96,92 |
| Всього | 1108 | Втрати | 11,08 |
| | | Всього | 1108 |

2.4 Розрахунок та підбір основного обладнання

Барабанна сушарка є ефективним і універсальним обладнанням для сушки різних матеріалів у промисловості. Вона складається з циліндричного барабана, який обертається навколо своєї осі. Барабан зазвичай виготовляється з нержавіючої сталі або інших стійких до корозії матеріалів, що забезпечує довговічність і надійність обладнання. У середині

барабана розташовані лопаті або спеціальні вставки, які сприяють перемішуванню матеріалу під час обертання.

Барабанна сушарка працює на принципі конвективної передачі тепла. Матеріал, який підлягає сушінню, подається в барабан через вхідний патрубок. Гаряче повітря або інший теплоносіє подається в барабан через систему подачі тепла. Під час обертання барабана матеріал рівномірно перемішується і контактує з гарячим повітрям, що сприяє ефективній передачі тепла і випаровуванню вологи. В результаті, висушений матеріал виводиться через вихідний патрубок.

Барабанна сушарка має високий коефіцієнт теплопередачі, що забезпечує швидке і рівномірне висушування матеріалу. Температура теплоносія та швидкість обертання барабана можуть бути налаштовані відповідно до вимог конкретного процесу, що дозволяє досягти оптимальних результатів сушки. Крім того, барабанні сушарки можуть бути оснащені системами рециркуляції тепла, що підвищує енергоефективність процесу і знижує витрати на енергію.

Однією з важливих характеристик барабанної сушарки є її універсальність. Вона може використовуватися для сушки різних матеріалів, включаючи сипучі матеріали, гранули, порошки, кристали та інші. Це робить її придатною для застосування у багатьох галузях промисловості, таких як хімічна, харчова, фармацевтична, будівельна та інші.

Барабанна сушарка також відзначається простотою в обслуговуванні та експлуатації. Її конструкція дозволяє легко очищати і підтримувати в належному стані, що знижує витрати на технічне обслуговування. Висока надійність і довговічність обладнання забезпечують тривалий термін служби і мінімальні простої.

Безпека експлуатації є важливим аспектом роботи барабанної сушарки. Сучасні моделі обладнані системами контролю температури і

захисту від перегріву, що забезпечує безпечну роботу навіть при високих температурах. Також можуть бути передбачені системи автоматичного управління процесом, що підвищує точність і стабільність сушки.

Екологічні аспекти також відіграють важливу роль у виборі барабанної сушарки. Використання сучасних технологій та матеріалів дозволяє знижувати викиди шкідливих речовин і споживання енергії, що робить процес сушки більш екологічно безпечним і економічно вигідним.

Розрахунок барабанної сушарки

Вихідні данні:

Початкова вологість $w = 20\%$

Кінцева вологість $w=5\%$

Насипна густина, кг/м^3 , $\rho_H = 1000$

$G_1 = 1187,4$ кг/год

Розрахунок

Розрахунок барабанної сушарки проводимо за аналітичним методом.

Продуктивність барабанної сушарки по висушеному матеріалу шукаємо за формулою: (2.1)

(2.1)

$$G_2 = G_1 \times \frac{100 - w_1}{100 - w_2}$$

Де w_1, w_2 – вологість матеріало до та після сушіння, %

$$G_2 = 1187,4 \times \frac{100 - 20}{100 - 5} = 1000 \text{ кг/год}$$

Кількість випаруваної вологи визначаємо за формулою (2.2):

(2.2)

$$W = G_1 - G_2$$

$$W = 1187,4 - 1000 = 187,4 \text{ кг/год}$$

Час сушіння матеріалу в барабанних сушарках визначаємо за рівнянням (2.3), хв

(2.3)

$$\tau = 120 \times \frac{\beta \rho_n}{A} \times \frac{w_1 - w_2}{200 - (w_1 + w_2)}$$

Де β – коефіцієнт заповнення барабана, $\beta = 0,15 \dots 0,25$

ρ_n – насипна густина, кг/м³

A – напруження об'єму барабана по волозі, кг/(м³год), $A=50-150$ кг/(м³год)

$$\tau = 120 \times \frac{0,25 \times 1000}{50} \times \frac{20 - 5}{200 - (20 + 5)} = 51,42 \text{ хв}$$

Об'єм барабана розраховуємо за формулою (2.4) або (2.5)

(2.4)

$$V_6 = \frac{\pi D_6}{4} \times L_6$$

(2.5)

$$V_6 = \frac{W}{A} = \frac{187,4}{70} = 2,7 \text{ м}^3$$

Де D_6 та L_6 – діаметр і довжина барабана, м;

Діаметр розраховуємо за формулою (2.6)

(2.6)

$$D_6 = 0,0188 \times \sqrt{\frac{V}{(1 - \beta) \times v}}$$

Де v – швидкість повітря в барабані, м/с: 0,5 -3,0 м/с

β – коефіцієнт заповнення барабана

V – об'ємна витрата вологого повітря, м³

$$D_6 = 0,0188 \times \sqrt{\frac{1219}{(1 - 0,25) \times 0,5}} = 1,08 \text{ м}$$

Знайдемо довжину барабана за формулою (2.7)

(2.7)

$$L_6 = \frac{V_6 \times 4}{\pi \times D_6^2}$$

$$L_6 = \frac{2,7 \times 4}{3,14 \times 1,08^2} = 3 \text{ м}$$

Об'єм матеріалу, який заповнює барабан, м³, визначаємо за формулою (2.8)

(2.8)

$$V_M = \frac{G_{\text{ср}} \times \tau}{\rho_H \times 60}$$

Де $G_{\text{ср}}$ – середня маса матеріалу який проходить через барабан, кг/год

(2.10)

(2.9)

$$G_{\text{ср}} = \frac{G_1 + G_2}{2}$$

$$G_{\text{ср}} = \frac{1187,4 + 1000}{2} = 1093,7 \text{ кг/год}$$

$$V_M = \frac{1093,7 \times 51,42}{1000 \times 60} = 0,937 \text{ м}^3$$

Швидкість витання частинок визначається формулою (2.10):

(2.10)

$$V_{\text{вит}} = \frac{\mu_{\text{ср}}}{d \times \rho_{\text{ср}}} \times \left(\frac{Ar}{18 + 0,575 \times \sqrt{Ar}} \right)$$

Де d – найменший діаметр частинок матеріалу, м 0,1 мм;

$\mu_{\text{ср}}, \rho_{\text{ср}}$ – в'язкість і густина сушильного агента за середньої температури

0,0022 Н*с/м³, 0,955 кг/см³

Ar – критерій Архімеда для газового середовища, який розрахуємо за

формулою (2.11)

(2.11)

$$Ar = \frac{g \times d^3 \rho_{\text{ч}} \times \rho_{\text{ср}}}{\mu_{\text{ср}}^2}$$

Де $\rho_{\text{ч}}$ – густина частинок матеріалу кг/м^3 , 2020 кг/м^3

$$Ar = \frac{9,8 \times 0,1^3 \times 2020 \times 0,955}{(0,0022)^2} = 390602 \text{ Н}$$

Знайдемо швидкість витання частинок (2.10)

(2.10)

$$V_{\text{вит}} = \frac{0,0022}{0,1 \times 0,955} \times \left(\frac{390602}{18 + 0,575 \times \sqrt{390602}} \right) = 23,84 \text{ м/с}$$

Частота обертання барабана, хв^{-1} визначається формулою (2.12):

(2.12)

$$n = \frac{m \times k \times L_6}{\tau \times D_6 \times \text{tg} \alpha}$$

Де m, k – коефіцієнти, що залежать від типу насадки барабана та характеру руху продукту та сушильного агента в сушарці, відповідно 0,6 та $k = 1,7$; α – кут нахилу барабана, 3.

$$n = \frac{0,6 \times 1,7 \times 3}{51,42 \times 1,08 \times \text{tg} 3} = 0,3 \text{ об/хв}^{-1}$$

Потужність, яка потрібна для обертання барабана, орієнтовно визначається формулою (2.13):

(2.13)

$$N = 0,0013 \times D_0^3 \times L_0 \times \rho_H \times \sigma \times n$$

$$N = 0,0013 \times 1,08^3 \times 3 \times 1000 \times 0,013 \times 1,72 = 10,9 \text{ кВт}$$

Розраховану барабанну сушарку зображено на рис. 2.2:

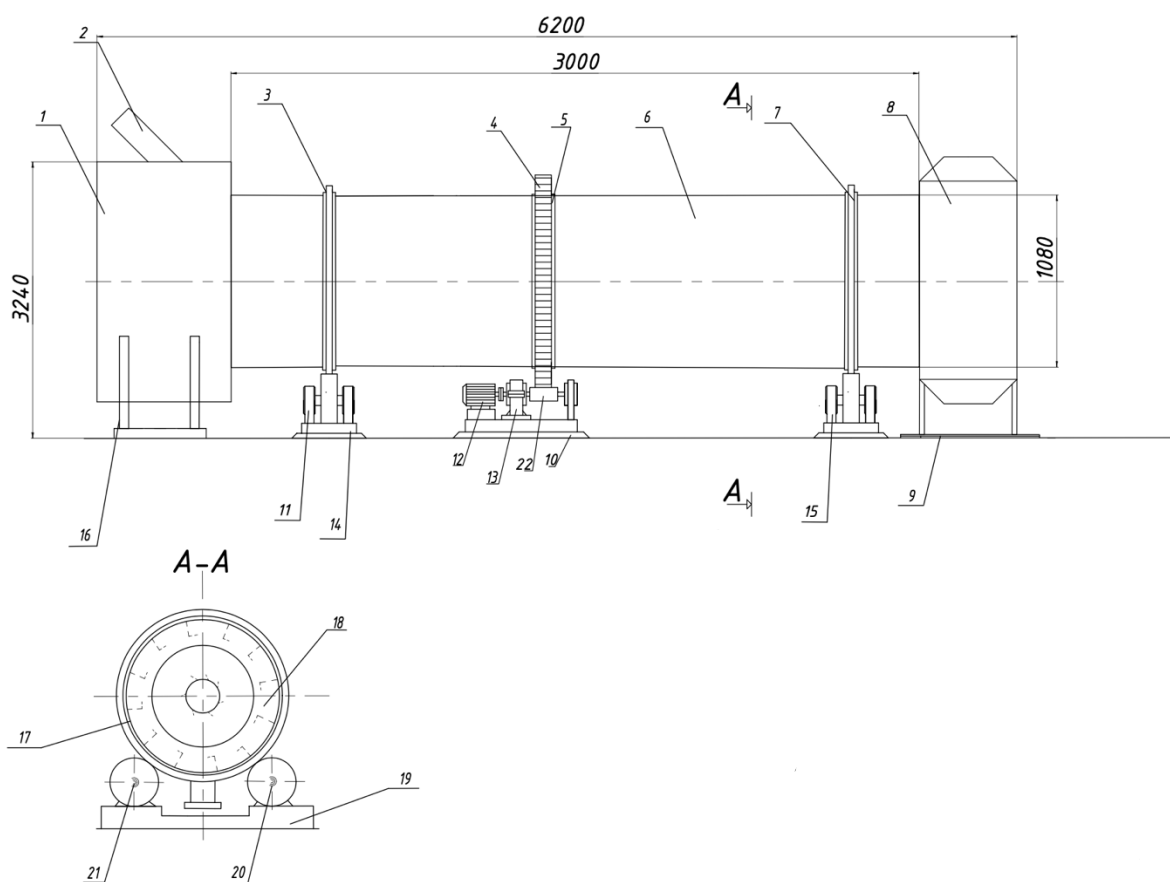


Рисунок 2.2 Барабанна сушарка

Конвеєр для фасування - це автоматизована система, яка складається з різних елементів, що забезпечують процес упаковки продукції. Конвеєр має стрічку або ланцюг, який рухається, і по якому переміщуються продукти або упаковки. На початку конвеєрної лінії розміщений бункер або інший контейнер, куди завантажують продукт для подальшого дозування.

Дозатори вимірюють необхідну кількість продукту і переносять його у контейнери або упаковки, які також транспортуються на конвеєрі.

Дозування може бути гравітаційним, шнековим, поршневым або об'ємним залежно від фізичних властивостей продукту та необхідної точності. Конвеєр для фасування наведений на рис. 2.3:



Рисунок 2.3 Конвеєр для фасування

Фільтрпрес — це пристрій для фільтрування, який використовується для відділення твердих речовин від рідин. Він складається з серії паралельних пластин, розташованих вертикально і стиснутих між собою. Пластини мають фільтрувальні тканини або мембрани, що дозволяють рідині проходити, в той час як тверді частки залишаються на них.

Процес фільтрації у фільтрпресі починається з заповнення його камери, куди під тиском подається суспензія, що містить тверді частки та рідину. Під тиском суспензія проходить через фільтрувальний матеріал, і рідина витікає через спеціальні канали в пластинах, відомі як відведення фільтрату.

Тверді частки, що залишаються на фільтрувальній тканині, утворюють торт фільтрації. По мірі накопичення торта пори фільтрувальної тканини починають блокуватися, що збільшує тиск у системі. Коли тиск досягає заданого рівня або камери заповнюються твердим тортом, процес фільтрації зупиняється.

Далі фільтрпрес відкривається, і твердий торт фільтрації видаляється. В залежності від дизайну фільтрпреса, видалення торта може бути здійснене вручну або автоматично. Часто після видалення торта фільтрувальні тканини очищають, щоб вони були готові до наступного циклу фільтрації.

Фільтрпреси широко використовуються у багатьох галузях промисловості, включаючи харчову, хімічну, фармацевтичну, а також для очищення стічних вод, оскільки вони забезпечують високий рівень відділення твердих речовин і здатні обробляти великі об'єми суспензії з високою ефективністю. Окрім того, фільтрпреси забезпечують високу якість фільтрації, здатність до відновлення рідини або твердих речовин та можливість автоматизації процесу. Фільтрпрес наведений на рис. 2.4:

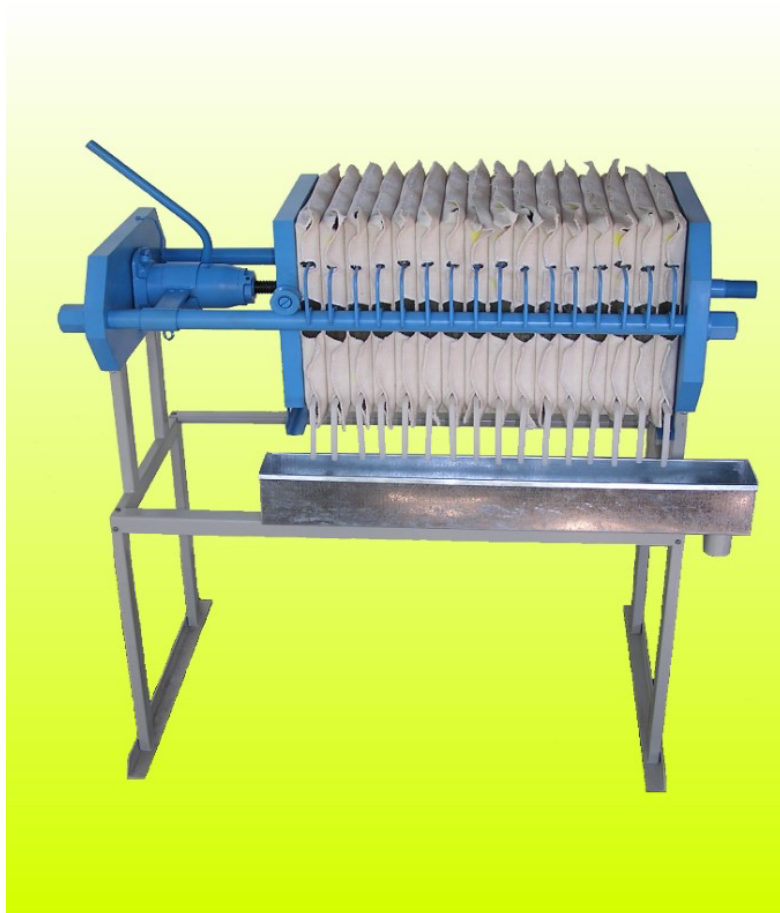


Рисунок 2.4 Фільтрпресс

Реактор-змішувач - це апарат, що використовується для проведення хімічних реакцій з одночасним інтенсивним змішуванням реагентів. Такий тип реактора забезпечує рівномірне розподілення температури, концентрації речовин і контактну площу між фазами, що є критично важливим для ефективного перебігу багатьох хімічних процесів.

Конструктивно реактор складається з резервуару, який може бути обладнаний системою охолодження чи нагрівання. Внутрішній об'єм резервуару оснащений мішалками або іншими змішувальними елементами, які створюють потрібний режим змішування. Мішалки можуть бути різних конструкцій - від простих лопастей до складних гвинтових або турбінних насадок.

Для введення реагентів у реактор-змішувач можуть бути передбачені спеціальні вводи або штуцери. Система дозування забезпечує точне

введення необхідної кількості кожного компонента реакції. Також реактор може бути обладнаний датчиками та контрольними пристроями для моніторингу температури, тиску, рН та інших важливих параметрів процесу.

Для відведення продуктів реакції або видалення побічних продуктів реактор може мати відповідні виходи. В деяких конструкціях реакторів передбачені вікна або інші пристрої, що дозволяють спостерігати за процесом і в разі потреби втручатися в нього.

Реактори-змішувачі часто використовують у біотехнологіях, фармацевтиці, харчовій промисловості та хімічному виробництві. Вони можуть бути розраховані на роботу з різними типами хімічних реакцій, включаючи реакції осадження, полімеризації, нейтралізації та багато інших. Робота реактора-змішувача може бути повністю автоматизована для забезпечення високої точності та повторюваності процесів, а також для підвищення продуктивності та безпеки виробничих процедур. Реактор змішувач наведений на рис. 2.5:



Рисунок 2.5 Реактор змішувач

Центрифуга є пристроєм, призначеним для розділення компонентів сумішей за допомогою відцентрової сили. Вона складається з декількох основних частин. Корпус центрифуги, зазвичай виготовлений з металу або міцного пластику, забезпечує міцність і захист внутрішніх компонентів. Внутрішній ротор, ключовий елемент центрифуги, обертається навколо своєї осі з високою швидкістю, створюючи відцентрову силу. Ротор може мати різні конструкції, включаючи горизонтальні та вертикальні моделі, з фіксованими або кутовими чашками.

Центрифуга обладнана електричним приводом, який забезпечує обертання ротора. Управління швидкістю обертання і часом роботи здійснюється через панель керування, що дозволяє налаштовувати параметри відповідно до вимог процесу. Різні моделі центрифуг можуть досягати швидкостей від кількох сотень до десятків тисяч обертів за хвилину.

Для розміщення матеріалу, що підлягає розділенню, використовуються пробірки або контейнери, які вставляються у відповідні гнізда ротора. Під час обертання ротора відцентрова сила сприяє розділенню компонентів суміші за густиною: важчі частинки переміщуються до периферії, тоді як легші залишаються ближче до центру.

Центрифуга може бути оснащена системами охолодження або підігріву для підтримання необхідної температури під час процесу. Вона також має системи безпеки, такі як автоматичне блокування кришки під час роботи і захист від перевантаження, що запобігає аварійним ситуаціям.

Залежно від призначення, центрифуги можуть бути лабораторними або промисловими. Лабораторні центрифуги використовуються для наукових досліджень, медичних аналізів і підготовки зразків. Промислові центрифуги застосовуються у хімічній, харчовій, фармацевтичній та інших галузях для розділення великих обсягів матеріалів.

Ефективність центрифугування залежить від швидкості обертання,

часу обробки і характеристик оброблюваної суміші. Точне налаштування цих параметрів дозволяє досягти високої якості розділення і підвищити продуктивність процесу. Центрифуга є незамінним інструментом для розділення складних сумішей і забезпечує високий рівень чистоти та ефективності в різних галузях промисловості та науки. Центрифугу зображено на рис. 2.6:



Рисунок 2.6 Центрифуга

Підбір основного обладнання наведений в табл. 2.7:

Таблиця 2.7

| Назва | Призначення | Характеристика |
|-----------------------|---------------------------------|---|
| Конвеєр для фасування | Для фасування готової продукції | Габарити, мм: 2500x700x970; |
| Барабанна сушарка | Для сушіння продукції | Неіржавіюча сталева сушарка, кількістю оборотів бічевагого ротору 167 хв^{-1} , з потужністю 10,9 кВт. |
| Фільтрпрес | Для віджимання маси | Площа фільтрування 12 м^2 ; число фільтрувальних плит – 14; ширина фільтрувальної тканини – 750-940мм; тиск- 2,5Мпа; Потужність електродвигуна механізму затискання плит – 5,5 кВт, приводу для руху тканин – 4кВт, маслонасосної станції – 1,5кВт, водонасосної |

Продовження таблиці 2.7

| | | |
|------------------|---|--|
| | | станції – 11кВт. |
| Гвинтовий насос | Для перекачування сумішей | Одноступінчатий насос з неіржавіючої сталі, потужністю 51л/хв |
| Реактор змішувач | Для змішування мас | Виконаний з неіржавіючої сталі, об'ємом 3000 л. Продуктивність мотопомпи – 900 л/хв. |
| Кристалізатор | Для утворення кристалів | Неіржавіючий, сталевий кристалізатор, об'ємом 450 м ³ , питома поверхня охолодження – 2,98 м ² , площа поверхні охолодження – 750 м ² |
| Центрифуга | Для відділення маточного розчину від цільового продукту | Неіржавіюча сталева центрифуга об'ємом до 2000 л, з частотою обертів 2000 об/хв. |

2.5 Опис апаратурно-технологічної схеми

Форміат натрію та кальцій хлорид надходять до реактора змішувача **1**, де утворюється неочищений форміат кальцію. Далі відцентрованим насосом **2** неочищений форміат кальцію надходить до фільтрпресу **3**, де

очищується від домішок. Відцентрованим насосом **4** суміш надходить у випарний апарат **5** для концентрування. Далі гвинтовим насосом **6** суміш подається у кристалізатор **7** для утворення кристалів форміату кальцію. Наступним етапом гвинтовим насосом **8** кристали надходять до центрифуги **9** для відділення маточного розчину від цільового продукту. Останнім етапом транспортером **10** кристали надходять до барабанної сушарки **11** де висушуємо їх до 5% вологості. Готовий продукт подаємо до конвеєру для фасування **12**. Апаратурно-технологічну схему зображено на рис. 2.7:

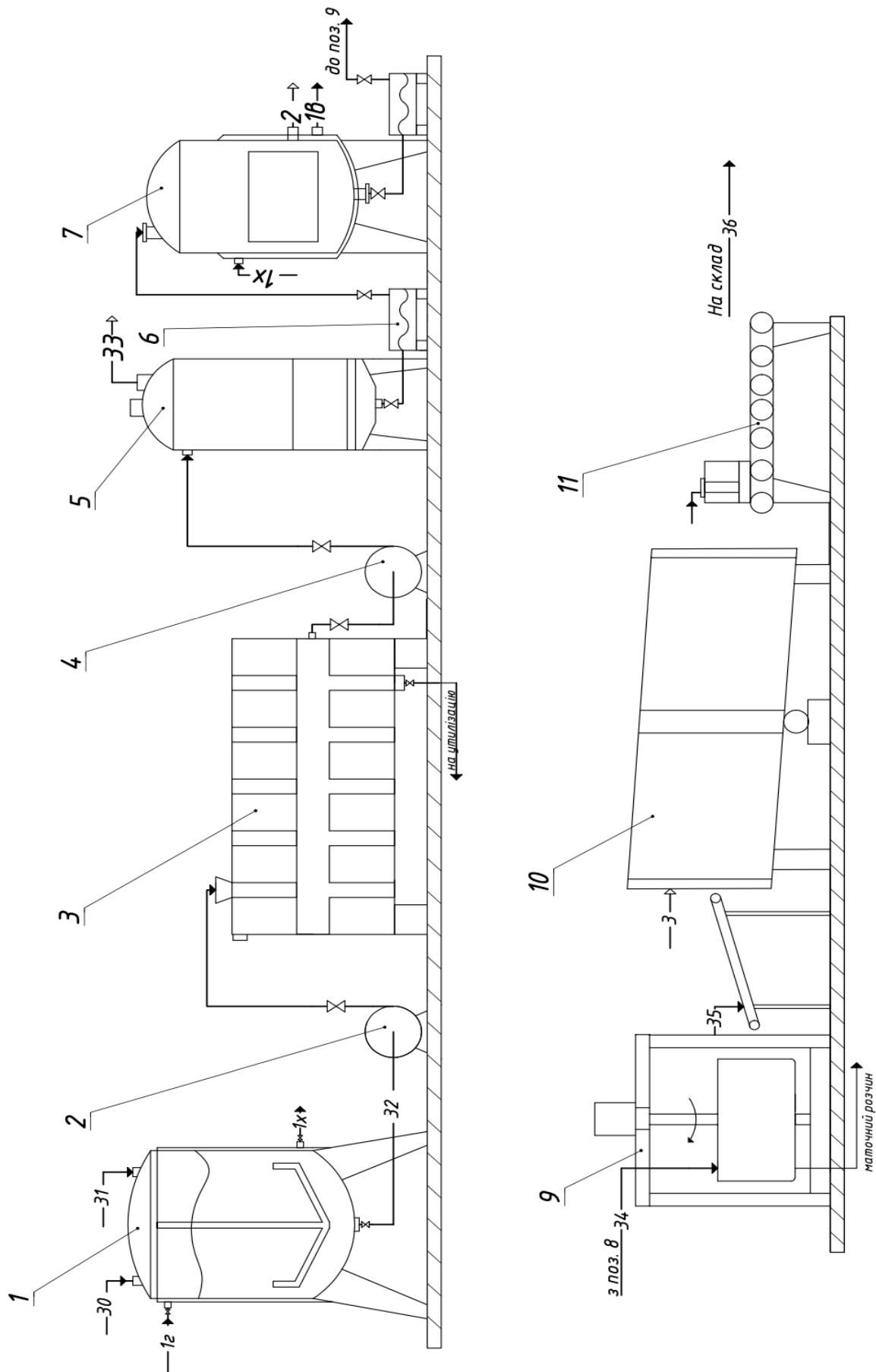


Рисунок 2.7 Апаратурно-технологічна схема виробництва

РОЗДІЛ ІІІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Розрахунок економічної ефективності форміату кальцію є важливою складовою, оскільки допомагає визначити фінансову вигоду від виробництва цього продукту. Він включає аналіз вартості сировини та реагентів, заробітні плати робітникам, витрати на обладнання, комунальні послуги тощо.

Витрати на енергію та обслуговування обладнання також є критичними, адже процес виробництва потребує значних енергетичних ресурсів, особливо якщо використовуються методи, що вимагають нагрівання або охолодження. Ефективність використання енергії може суттєво вплинути на загальну вартість виробництва.

Технологічні аспекти, такі як методи очистки та контроль якості, впливають на кінцеву чистоту і якість форміату кальцію, що може вплинути на його ринкову ціну та прийнятність для покупців. Високі стандарти якості можуть підвищити вартість виробництва, але також і збільшити вартість продукту на ринку.

Витрати на дотримання екологічних норм і викидів також мають бути враховані. Екологічна безпека процесу може вимагати додаткових інвестицій у водоочищення, управління відходами та зниження викидів, що впливає на загальні витрати.

Аналіз ринкового попиту на форміат кальцію є важливим для визначення потенційних обсягів продажу та прибутковості проекту. Зрозуміння ринкових тенденцій допоможе визначити оптимальні обсяги виробництва і можливість розширення ринку.

| | | | | | | |
|---|---|---|--|-----------------------------------|-------------------|-----------------------|
| <i>Відповідальна організація</i> НУХТ, каф. ТЖХТ | <i>Технічне узгодження</i> Біла Г.М. | <i>Вид документа</i> Пояснювальна записка | <i>Статус документа</i> | | | |
| <i>Власник документа</i> НУХТ | <i>Розробник документа</i> Мартиновський В.О | <i>Назва, додаткова назва</i> РОЗДІЛ ІІІ ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ | <i>ННІХТ.ХТ-4-13.024.161.055.КР.ПЗ</i> | | | |
| | <i>Документ затверджено</i> Носенко Т.Т. | | <i>Інд. змін.</i> | <i>Дата видання</i> 15.04.2024 | <i>Мова</i> ua | <i>Аркуш</i> 55/76 |

Розрахунок економічної ефективності виробництва форміату кальцію наведений в табл. 3.1:

Розрахунок собівартості виробництва 1т продукту

Таблиця 3.1:

| Назва | Сумма, тис.грн. |
|----------------------------------|-----------------|
| Сировина і основні матеріали | 152000 |
| Тара і допоміжні матеріали | 2000 |
| Електроенергія та водопостачання | 3000 |
| Заробітна платня з вирахуваннями | 9000 |
| Поточний ремонт обладнання | 2000 |
| Логістичні витрати | 6000 |
| Інші | 1500 |
| Всього | 175500 |

Згідно з проведеними розрахунками, собівартість виробництва 1000 кг форміату кальцію складатиме 175500 грн. Вартість 1 кг форміату кальцію складатиме 175,5 грн. У середньому вартість форміату кальцію на ринку складає від 220-300 грн. Тому, підбиваючи підсумки, описана вище технологія є рентабельнішою у середньому на 100грн/кг.

РОЗДІЛ IV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Вимоги безпеки

Форміат кальцію ($\text{Ca}(\text{HCOO})_2$) є важливим хімічним продуктом, який широко використовується в будівництві, сільському господарстві та інших галузях. Він характеризується високою чистотою і стабільністю, що робить його цінним у різних промислових процесах. Колір форміату кальцію зазвичай білий або злегка жовтуватий, що вказує на його чистоту і відсутність домішок. Розмір частинок має бути рівномірним, щоб забезпечити однорідність властивостей продукту і оптимальні умови для його застосування.

Вміст золи в продукті повинен бути мінімальним, оскільки це свідчить про високу якість форміату кальцію. Низький вміст золи означає, що продукт не містить значних кількостей домішок, таких як важкі метали або інші небажані компоненти, які можуть вплинути на його властивості і безпеку.

Безпека форміату кальцію оцінюється відповідно до міжнародних стандартів, що гарантує його безпечність для користувачів і навколишнього середовища. Він належить до четвертого класу токсичності, що означає низький рівень токсичності та відносну безпечність для людини при дотриманні стандартних заходів безпеки. Під час роботи з форміатом кальцію важливо уникати вдихання пилу, оскільки це може викликати подразнення дихальних шляхів. Контакт з очима також слід уникати, оскільки пил може викликати подразнення або пошкодження слизової оболонки очей.

| | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------------|----------------------------|------------|----------------|
| Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ | Технічне узгодження Біла Г.М. | Вид документа Пояснювальна записка | Статус документа | | | |
| Власник документа НУХТ | Розробник документа Мартинівський В.О | Назва, додаткова назва РОЗДІЛ IV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ | ННІХТ.ХТ-4-13.024.161.057.КР.ПЗ | | | |
| | Документ затверджено Носенко Т.Т. | | Інд. змін. | Дата видання 15.04.2024 | Мова ua | Аркуш 57/76 |

Для забезпечення безпеки необхідно використовувати засоби індивідуального захисту, такі як респіратори, захисні окуляри та рукавички.

Для забезпечення якості та безпеки форміату кальцію проводяться регулярні перевірки, що включають кілька методів аналізу. Візуальний огляд дозволяє оцінити зовнішній вигляд і однорідність продукту. Гранулометричний аналіз використовується для визначення розміру частинок, що є важливим для забезпечення стабільності та ефективності використання продукту. Хімічний аналіз, зокрема титрування, використовується для визначення вмісту форміату кальцію в продукті, що дозволяє гарантувати його чистоту і відповідність специфікаціям.

Метод висушування застосовується для визначення вмісту вологи в продукті. Вологість є важливим параметром, оскільки надмірна волога може вплинути на стабільність і зберігання форміату кальцію. Наявність домішок перевіряється за допомогою спектроскопічних методів, таких як атомно-абсорбційна спектроскопія або інфрачервона спектроскопія. Ці методи дозволяють точно визначити склад продукту і виявити навіть незначні домішки, що гарантує відповідність продукту всім необхідним стандартам і нормам.

Завдяки таким ретельним перевіркам та контролю якості, форміат кальцію, що випускається для промислового використання, відповідає високим стандартам безпеки та ефективності. Це забезпечує його надійність у різних галузях застосування, від будівництва до сільського господарства, де він використовується як важливий компонент у різних технологічних процесах.

Правила приймання

Приймання форміату кальцію починається з візуального огляду продукції для перевірки її відповідності зовнішнім характеристикам, таким як колір і відсутність видимих забруднень.

Потім проводиться відбір проб для лабораторного аналізу, щоб

визначити хімічний склад і чистоту продукту. Зразки беруться зі середини партії, а також з верхніх і нижніх шарів для забезпечення репрезентативності.

Під час лабораторного аналізу перевіряють вміст основної діючої речовини, наявність домішок, рівень вологи та інші ключові параметри. Для цього використовуються методи титрування, спектроскопії та висушування. Всі ці показники порівнюються зі специфікаціями, зазначеними в технічних умовах. У випадку відповідності всіх показників нормам продукція приймається і надходить на склад для подальшого використання. Якщо результати аналізу виявляють невідповідність, партія продукції може бути відправлена на додаткову очистку або повернена постачальнику.

Також важливо вести документацію про приймання кожної партії, включаючи результати аналізів, дату і час приймання, а також дані про постачальника. Це дозволяє відслідковувати якість продукції і забезпечувати її безпеку на всіх етапах виробництва.

Проведення аналізу

Проведення аналізу форміату кальцію включає кілька етапів для забезпечення точності та відповідності стандартам.

Спочатку відбираються проби з різних частин партії. Візуально перевіряються колір, структура та відсутність видимих забруднень. Для хімічного аналізу зразки розчиняють у воді, отриманий розчин фільтрують для видалення нерозчинних частинок. Потім проводять титрування для визначення концентрації форміату кальцію. Паралельно визначають вміст вологи за допомогою методу висушування зразка до постійної ваги, що дозволяє визначити залишкову вологість.

Спектроскопічні методи, такі як інфрачервона спектроскопія (ІЧ-спектроскопія), використовуються для виявлення домішок і підтвердження

хімічного складу. Гранулометричний аналіз визначає розмір частинок за допомогою ситового аналізу або лазерної дифракції, що забезпечує рівномірність розміру частинок у готовому продукті.

РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Охорона праці на підприємстві

Робота з форміатом кальцію

Форміат кальцію ($\text{Ca}(\text{HCOO})_2$) є важливим хімічним продуктом, який широко використовується в будівництві, сільському господарстві та інших галузях. Він характеризується високою чистотою і стабільністю, що робить його цінним у різних промислових процесах. Колір форміату кальцію зазвичай білий або злегка жовтуватий, що вказує на його чистоту і відсутність домішок. Розмір частинок має бути рівномірним, щоб забезпечити однорідність властивостей продукту і оптимальні умови для його застосування.

Вміст золи в продукті повинен бути мінімальним, оскільки це свідчить про високу якість форміату кальцію. Низький вміст золи означає, що продукт не містить значних кількостей домішок, таких як важкі метали або інші небажані компоненти, які можуть вплинути на його властивості і безпеку.

Безпека форміату кальцію оцінюється відповідно до міжнародних стандартів, що гарантує його безпечність для користувачів і навколишнього середовища. Він належить до четвертого класу токсичності, що означає низький рівень токсичності та відносну безпечність для людини при дотриманні стандартних заходів безпеки. Під час роботи з форміатом кальцію важливо уникати вдихання пилу, оскільки це може викликати подразнення дихальних шляхів.

| | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------------|----------------------------|------------|----------------|
| Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ | Технічне узгодження Біла Г.М. | Вид документа Пояснювальна записка | Статус документа | | | |
| Власник документа НУХТ | Розробник документа Мартиновський В.О | Назва, додаткова назва РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | ННІХТ.ХТ-4-13.024.161.061.КР.ПЗ | | | |
| | Документ затверджено Носенко Т.Т. | | Інд. змін. | Дата видання 15.04.2024 | Мова ua | Аркуш 61/76 |

Контакт з очима також слід уникати, оскільки пил може викликати подразнення або пошкодження слизової оболонки очей. Для забезпечення безпеки необхідно використовувати засоби індивідуального захисту, такі як респіратори, захисні окуляри та рукавички.

Для забезпечення якості та безпеки форміату кальцію проводяться регулярні перевірки, що включають кілька методів аналізу. Візуальний огляд дозволяє оцінити зовнішній вигляд і однорідність продукту. Гранулометричний аналіз використовується для визначення розміру частинок, що є важливим для забезпечення стабільності та ефективності використання продукту. Хімічний аналіз, зокрема титрування, використовується для визначення вмісту форміату кальцію в продукті, що дозволяє гарантувати його чистоту і відповідність специфікаціям.

Метод висушування застосовується для визначення вмісту вологи в продукті. Вологість є важливим параметром, оскільки надмірна волога може вплинути на стабільність і зберігання форміату кальцію. Наявність домішок перевіряється за допомогою спектроскопічних методів, таких як атомно-абсорбційна спектроскопія або інфрачервона спектроскопія. Ці методи дозволяють точно визначити склад продукту і виявити навіть незначні домішки, що гарантує відповідність продукту всім необхідним стандартам і нормам.

Завдяки таким ретельним перевіркам та контролю якості, форміат кальцію, що випускається для промислового використання, відповідає високим стандартам безпеки та ефективності. Це забезпечує його надійність у різних галузях застосування, від будівництва до сільського господарства, де він використовується як важливий компонент у різних технологічних процесах.

Робота з форміатом натрію

Охорона праці при роботі з форміатом натрію є важливою для

забезпечення безпеки працівників. Форміат натрію також належить до четвертого класу токсичності, що означає низький рівень токсичності, але при недотриманні заходів безпеки можуть виникнути небезпеки для здоров'я. Робочі приміщення повинні бути обладнані ефективними системами вентиляції та витяжки, щоб запобігти накопиченню пилу форміату натрію в повітрі. Працівники повинні використовувати респіратори для захисту органів дихання від пилу, захисні окуляри для захисту очей, гумові або латексні рукавички для захисту шкіри рук. Під час роботи з форміатом натрію слід уникати вдихання пилу та контакту з очима, оскільки це може викликати подразнення дихальних шляхів і слизових оболонок. Необхідно також забезпечити наявність засобів першої допомоги у разі випадкового контакту, таких як промивні розчини для очей та шкіри. Всі працівники повинні проходити регулярні інструктажі з безпеки праці та бути ознайомленими з властивостями форміату натрію та потенційними ризиками. Контейнери з форміатом натрію повинні бути герметично закриті та зберігатися у сухих, прохолодних місцях, щоб уникнути утворення пилу та забезпечити стабільність продукту. У разі розливу або розсипання форміату натрію необхідно негайно провести прибирання з використанням спеціалізованого обладнання та засобів захисту, щоб мінімізувати розповсюдження пилу. Всі відходи, що містять форміат натрію, повинні бути утилізовані відповідно до встановлених норм і правил, щоб уникнути забруднення навколишнього середовища.

Робота з кальцій хлоридом

Охорона праці при роботі з кальцій хлоридом є критично важливою для забезпечення безпеки працівників. Кальцій хлорид належить до хімічних речовин, які можуть викликати подразнення при контакті зі шкірою, очима та при вдиханні пилу. Робочі приміщення повинні бути обладнані ефективними системами вентиляції та витяжки, щоб запобігти

накопиченню пилу кальцій хлориду в повітрі. Працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту, такі як респіратори для захисту органів дихання, захисні окуляри для захисту очей, гумові або латексні рукавички для захисту шкіри рук, та захисний одяг для запобігання контакту зі шкірою.

Під час роботи з кальцій хлоридом слід уникати вдихання пилу та контакту з очима і шкірою, оскільки це може викликати подразнення дихальних шляхів, очей і шкіри. У разі потрапляння речовини на шкіру або в очі необхідно негайно промити уражені ділянки великою кількістю води і звернутися за медичною допомогою. Для забезпечення безпеки працівники повинні проходити регулярні інструктажі з безпеки праці, бути ознайомленими з властивостями кальцій хлориду та потенційними ризиками.

Контейнери з кальцій хлоридом повинні бути герметично закриті та зберігатися у сухих, прохолодних місцях, щоб уникнути утворення пилу та забезпечити стабільність продукту. У разі розливу або розсипання кальцій хлориду необхідно негайно провести прибирання з використанням спеціалізованого обладнання та засобів захисту, щоб мінімізувати розповсюдження пилу. Всі відходи, що містять кальцій хлорид, повинні бути утилізовані відповідно до встановлених норм і правил, щоб уникнути забруднення навколишнього середовища.

Шум, вентиляція, освітлення

На заводі для забезпечення безпеки працівників повинні враховуватися три ключові аспекти: шум, вентиляція та освітлення.

Шум

Зниження рівня шуму досягається через використання шумоізолюючих матеріалів та спеціальних конструкцій для обладнання. Робочі зони обладнані шумоізоляційними перегородками, що зменшують

розповсюдження шуму. Працівники забезпечуються індивідуальними засобами захисту слуху, такими як навушники або вкладиші. Регулярні вимірювання рівня шуму дозволяють контролювати його відповідність нормативним показникам.

Вентиляція

Система вентиляції на заводі розроблена для забезпечення постійного обміну повітря, що підтримує комфортні умови праці та запобігає накопиченню шкідливих речовин. Вентиляційні установки регулярно обслуговуються і модернізуються для забезпечення ефективності. Враховуються параметри температури, вологості та швидкості руху повітря, щоб створити оптимальний мікроклімат у робочих приміщеннях.

Освітлення

Освітлення на заводі повинно відповідати встановленим стандартам, забезпечуючи достатню яскравість і рівномірність світлового потоку. Використовуються енергоефективні лампи, які знижують стомлюваність очей і підвищують продуктивність праці. Розташування світильників спроектоване так, щоб уникнути утворення тіней і забезпечити оптимальне освітлення робочих місць.

Правила пожежної безпеки

На підприємстві правила пожежної безпеки мають включати комплекс заходів для запобігання виникненню пожеж та забезпечення безпеки працівників. Контроль за електрообладнанням здійснюється через регулярні перевірки і обслуговування, що дозволяє виявляти та усувати потенційні небезпеки. Використання відкритого вогню та легкозаймистих речовин у виробничих приміщеннях суворо заборонено. Для зберігання легкозаймистих та горючих матеріалів використовуються спеціальні приміщення.

Протипожежне обладнання, включаючи пожежні гідранти,

вогнегасники та автоматичні системи пожежогасіння, встановлено у всіх виробничих приміщеннях. Система пожежної сигналізації забезпечує автоматичне сповіщення про пожежу. Персонал регулярно проходить тренінги з пожежної безпеки, що включають евакуаційні навчання. Евакуаційні шляхи та аварійні виходи завжди вільні та чітко позначені.

Регулярне прибирання та своєчасне видалення відходів, особливо легкозаймистих матеріалів, підтримують чистоту на робочих місцях. План дій на випадок пожежі розробляється та регулярно оновлюється, включаючи евакуаційні маршрути та місця збору.

5.2 Охорона навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища при роботі з форміатом кальцію є важливою складовою сталого управління хімічними речовинами. Форміат кальцію вважається відносно безпечним для навколишнього середовища завдяки своїй низькій токсичності та здатності до біологічного розкладу. Однак при неправильному поводженні з цією речовиною можуть виникнути екологічні проблеми.

При виробництві форміату кальцію важливо мінімізувати викиди в атмосферу, воду і ґрунт. Виробничі процеси повинні бути обладнані ефективними системами фільтрації та очищення, які запобігають потраплянню шкідливих речовин у навколишнє середовище. Зокрема, важливо забезпечити контроль за викидами пилу, який може утворюватися під час виробництва і обробки форміату кальцію. Використання систем пиловловлювання та регулярне технічне обслуговування обладнання допомагають зменшити пилові викиди.

При зберіганні форміату кальцію необхідно уникати умов, що сприяють його розпилюванню і потраплянню у воду або ґрунт. Контейнери з форміатом кальцію повинні бути герметично закриті і зберігатися в сухих, добре вентильованих приміщеннях. Це запобігає утворенню пилу та

потраплянню вологи, що може призвести до небажаних реакцій.

У разі розливу або розсипання форміату кальцію необхідно негайно провести очищення за допомогою спеціалізованого обладнання і засобів захисту. Важливо уникати потрапляння речовини у водні об'єкти та ґрунт, оскільки це може вплинути на місцеві екосистеми. Всі зібрані відходи та залишки форміату кальцію повинні бути утилізовані відповідно до чинних екологічних норм і правил. Це включає передачу відходів на спеціалізовані підприємства для безпечної переробки та утилізації.

Форміат кальцію, що потрапляє у воду, може змінювати її хімічний склад, зокрема підвищувати рівень кальцію, що може вплинути на водні організми. Тому важливо забезпечити належну утилізацію відходів і запобігати потраплянню речовини у водні об'єкти.

У сільському господарстві форміат кальцію використовується як добавка до кормів для тварин і добриво. Важливо контролювати дози і способи застосування, щоб уникнути надмірного накопичення кальцію у ґрунті та воді. Це допомагає запобігти негативному впливу на рослини і водні екосистеми.

Під час транспортування форміату кальцію необхідно дотримуватися правил безпеки, щоб уникнути аварій і розливів. Використання герметичних контейнерів і належне маркування допомагають запобігти випадковому потраплянню речовини в навколишнє середовище.

Охорона навколишнього середовища при роботі з форміатом натрію є важливою складовою сталого управління хімічними речовинами. Форміат натрію є відносно безпечним для навколишнього середовища завдяки низькій токсичності та здатності до біологічного розкладу, але неправильне поводження з ним може викликати екологічні проблеми.

При виробництві форміату натрію необхідно мінімізувати викиди в атмосферу, воду та ґрунт. Виробничі процеси повинні бути обладнані ефективними системами фільтрації та очищення, щоб запобігти

потраплянню шкідливих речовин у навколишнє середовище. Особливо важливо контролювати викиди пилу, що утворюється під час виробництва і обробки форміату натрію. Використання систем пиловловлювання та регулярне технічне обслуговування обладнання допомагають зменшити пилові викиди.

Зберігання форміату натрію має здійснюватися у герметично закритих контейнерах у сухих, добре вентильованих приміщеннях, щоб запобігти утворенню пилу і контакту з вологою. Вологе середовище може призвести до небажаних реакцій та утворення небезпечних відходів.

У разі розливу або розсипання форміату натрію необхідно негайно провести очищення з використанням спеціалізованого обладнання та засобів захисту. Важливо запобігти потраплянню речовини у водні об'єкти та ґрунт, оскільки це може вплинути на місцеві екосистеми. Зібрані відходи та залишки форміату натрію мають бути утилізовані відповідно до чинних екологічних норм і правил, що включає передачу відходів на спеціалізовані підприємства для безпечної переробки та утилізації.

Форміат натрію, що потрапляє у воду, може змінювати її хімічний склад, підвищуючи рівень натрію, що може негативно вплинути на водні організми. Тому важливо забезпечити належну утилізацію відходів і запобігти потраплянню речовини у водні об'єкти.

У сільському господарстві форміат натрію використовується як кормова добавка і в інших агрохімічних процесах. Важливо контролювати дози і способи застосування, щоб уникнути надмірного накопичення натрію у ґрунті та воді, що може негативно вплинути на рослини і водні екосистеми.

Під час транспортування форміату натрію необхідно дотримуватися правил безпеки, щоб уникнути аварій і розливів. Використання герметичних контейнерів і належне маркування допомагають запобігти випадковому потраплянню речовини в навколишнє середовище.

Охорона навколишнього середовища при роботі з кальцій хлоридом є важливою для забезпечення безпеки і мінімізації екологічного впливу. Кальцій хлорид використовується у багатьох промислових процесах, включаючи будівництво, харчову промисловість і сільське господарство. Незважаючи на відносну безпеку, неправильне поводження з цією речовиною може викликати екологічні проблеми.

При виробництві кальцій хлориду необхідно запобігати викидам в атмосферу, воду та ґрунт. Виробничі процеси повинні бути обладнані ефективними системами фільтрації та очищення, щоб запобігти потраплянню шкідливих речовин у навколишнє середовище. Особливо важливо контролювати викиди пилу та аерозолів, що утворюються під час виробництва і обробки кальцій хлориду. Використання систем пиловловлювання та регулярне технічне обслуговування обладнання допомагають зменшити пилові викиди.

Зберігання кальцій хлориду має здійснюватися у герметично закритих контейнерах у сухих, добре вентильованих приміщеннях, щоб запобігти утворенню пилу і контакту з вологою. Вологе середовище може призвести до гігроскопічного поглинання вологи кальцій хлоридом, що може спричинити утворення небезпечних розчинів.

У разі розливу або розсипання кальцій хлориду необхідно негайно провести очищення з використанням спеціалізованого обладнання та засобів захисту. Важливо запобігти потраплянню речовини у водні об'єкти та ґрунт, оскільки це може викликати зміну хімічного складу середовища і негативно вплинути на місцеві екосистеми. Зібрані відходи та залишки кальцій хлориду мають бути утилізовані відповідно до чинних екологічних норм і правил, що включає передачу відходів на спеціалізовані підприємства для безпечної переробки та утилізації.

Кальцій хлорид, що потрапляє у воду, може підвищити концентрацію кальцію і хлоридів, що може вплинути на водні організми. Тому важливо

забезпечити належну утилізацію відходів і запобігти потраплянню речовини у водні об'єкти.

У сільському господарстві кальцій хлорид використовується для обробки доріг і як добавка до кормів для тварин. Важливо контролювати дози і способи застосування, щоб уникнути надмірного накопичення кальцію і хлоридів у ґрунті та воді, що може негативно вплинути на рослини і водні екосистеми.

Під час транспортування кальцій хлориду необхідно дотримуватися правил безпеки, щоб уникнути аварій і розливів. Використання герметичних контейнерів і належне маркування допомагають запобігти випадковому потраплянню речовини в навколишнє середовище.

Охорона навколишнього середовища при роботі з кальцій хлоридом є важливою для забезпечення безпеки і мінімізації екологічного впливу. Кальцій хлорид використовується у багатьох промислових процесах, включаючи будівництво, харчову промисловість і сільське господарство. Незважаючи на відносну безпеку, неправильне поводження з цією речовиною може викликати екологічні проблеми. При виробництві кальцій хлориду необхідно запобігати викидам в атмосферу, воду та ґрунт. Виробничі процеси повинні бути обладнані ефективними системами фільтрації та очищення, щоб запобігти потраплянню шкідливих речовин у навколишнє середовище. Особливо важливо контролювати викиди пилу та аерозолів, що утворюються під час виробництва і обробки кальцій хлориду. Використання систем пиловловлювання та регулярне технічне обслуговування обладнання допомагають зменшити пилові викиди. Зберігання кальцій хлориду має здійснюватися у герметично закритих контейнерах у сухих, добре вентильованих приміщеннях, щоб запобігти утворенню пилу і контакту з вологою. Вологе середовище може призвести до гігроскопічного поглинання вологи кальцій хлоридом, що може спричинити утворення небезпечних розчинів. У разі розливу або

розсипання кальцій хлориду необхідно негайно провести очищення з використанням спеціалізованого обладнання та засобів захисту. Важливо запобігти потраплянню речовини у водні об'єкти та ґрунт, оскільки це може викликати зміну хімічного складу середовища і негативно вплинути на місцеві екосистеми. Зібрані відходи та залишки кальцій хлориду мають бути утилізовані відповідно до чинних екологічних норм і правил, що включає передачу відходів на спеціалізовані підприємства для безпечної переробки та утилізації. Кальцій хлорид, що потрапляє у воду, може підвищити концентрацію кальцію і хлоридів, що може вплинути на водні організми. Тому важливо забезпечити належну утилізацію відходів і запобігти потраплянню речовини у водні об'єкти. У сільському господарстві кальцій хлорид використовується для обробки доріг і як добавка до кормів для тварин. Важливо контролювати дози і способи застосування, щоб уникнути надмірного накопичення кальцію і хлоридів у ґрунті та воді, що може негативно вплинути на рослини і водні екосистеми. Під час транспортування кальцій хлориду необхідно дотримуватися правил безпеки, щоб уникнути аварій і розливів. Використання герметичних контейнерів і належне маркування допомагають запобігти випадковому потраплянню речовини в навколишнє середовище.

Загалом, охорона навколишнього середовища при роботі з кальцій хлоридом вимагає комплексного підходу, включаючи мінімізацію викидів, належне зберігання, безпечне транспортування та утилізацію відходів. Кожне підприємство, що працює з кальцій хлоридом, має забезпечувати належну очистку води перед її скиданням у навколишнє середовище. Це включає встановлення очисних споруд, які можуть ефективно видаляти хімічні забруднювачі, зокрема кальцій хлорид, з виробничих стоків. Вода, яка повертається до природних водойм або використовується повторно у виробництві, повинна відповідати встановленим екологічним стандартам, щоб не завдавати шкоди екосистемам. Підприємства повинні ставитися до

цього з великою відповідальністю, проводити регулярний моніторинг якості води, що очищується, і забезпечувати належне технічне обслуговування очисних споруд.

Відповідальне ставлення до охорони навколишнього середовища включає не тільки дотримання законодавчих вимог, але й впровадження найкращих доступних технологій для зменшення впливу на довкілля. Підприємства повинні інвестувати в модернізацію виробничих процесів, щоб зробити їх більш екологічно чистими та енергоефективними. Це може включати використання замкнених циклів водопостачання, де вода після очистки повертається у виробництво, мінімізуючи таким чином її споживання і забруднення.

Окрім технічних заходів, важливо також проводити навчання персоналу щодо екологічної безпеки і відповідального поводження з хімічними речовинами. Працівники повинні бути обізнаними про потенційні ризики і методи їх мінімізації, а також про важливість дотримання екологічних норм у повсякденній діяльності.

Таким чином, кожне підприємство, що працює з кальцій хлоридом, має комплексно підходити до питань охорони навколишнього середовища, забезпечуючи мінімізацію викидів, належне зберігання і транспортування речовини, ефективну очистку води і утилізацію відходів, а також відповідальне ставлення до екологічних аспектів своєї діяльності.

ВИСНОВОК

1. У цій роботі було проаналізовано технологічний процес виробництва форміату кальцію та запропоновано вдосконалення існуючих технологічних схем з метою підвищення ефективності та економічності виробництва. Проведене дослідження включало детальний аналіз усіх етапів виробничого процесу, починаючи від підготовки сировини і закінчуючи пакуванням готової продукції.

2. Завдяки впровадженим удосконаленням у технологічну схему вдалося оптимізувати ключові етапи процесу, що дозволило знизити енергоспоживання та підвищити вихід форміату кальцію. Удосконалена апаратурно-технологічна схема включає використання сучасних високоефективних апаратів, які забезпечують більш рівномірне та швидке проведення процесів синтезу та кристалізації, що є критично важливими для отримання форміату кальцію високої чистоти.

3. Запропоновані вдосконалення дозволили не лише покращити якість кінцевого продукту, але й значно знизити виробничі витрати. Зокрема, економіка виробництва форміату кальцію після впровадження нових технологічних рішень склала 175500 грн за 1000 кг готового продукту, що свідчить про високу рентабельність та конкурентоспроможність нової технології.

4. Отримані результати підтверджують доцільність та ефективність впроваджених змін, що сприяють підвищенню продуктивності та зниженню собівартості виробництва форміату кальцію. Запропоновані технологічні вдосконалення можуть бути рекомендовані до впровадження на промислових підприємствах, що займаються виробництвом форміату кальцію, для досягнення економічних і технологічних переваг.

| | | | | | | |
|--|--|--|---------------------------------|----------------------------|------------|----------------|
| Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ | Технічне узгодження Біла Г.М. | Вид документа Пояснювальна записка | Статус документа | | | |
| Власник документа НУХТ | Розробник документа Мартиновський В.О | Назва, додаткова назва ВИСНОВОК | ННІХТ.ХТ-4-13.024.161.073.КР.ПЗ | | | |
| | Документ затверджено Носенко Т.Т. | | Інд. змін. | Дата видання 15.04.2024 | Мова ua | Аркуш 73/76 |

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Smith, J.M., & Van Ness, H.C. (2021). Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics. McGraw-Hill. P 23-45.
2. Thomas, A. (2019). Chemical Engineering for Non-Chemical Engineers. John Wiley & Sons. P. 34-67.
3. Handbook of Calcium Carbonate: Production, Properties and Uses. (2022). George R. Hood. P. 234-245.
4. Industrial Inorganic Chemistry by Karl Heinz Büchel, Hans-Heinrich Moretto, Dietmar Werner, 2nd edition (2005) P. 67-89
5. Calcium: Chemistry, Analysis, Function and Effects** edited by Victor R. Preedy (2015). P. 56-107.
6. Chemicals from Biomass: Integrating Bioprocesses into Chemical Production Complexes for Sustainable Development** by James H. Clark and Fabien Deswarte (2008). P. 21-46.
7. Chemical Process Technology by Jacob A. Moulijn, Michiel Makkee, Annelies E. van Diepen, 2nd Edition (2013). P. 12-93.
8. Sustainable Industrial Chemistry by Fabrizio Cavani, Stefania Albonetti, Francesco Basile, Alessandro Gandini (2009). P. 54-132.
9. Inorganic Chemistry by Gary L. Miessler, Paul J. Fischer, and Donald A. Tarr, 5th Edition (2014). P 52-67.
10. Principles of Chemical Engineering Processes: Material and Energy Balances by Nayef Ghasem and Redhouane Henda, 2nd Edition (2014). P. 91-100.
11. Process Systems Analysis and Control by Donald R. Coughanowr and Steven E. LeBlanc, 3rd Edition (2008). P. 11-14.

| | | | | | | |
|---|---|---|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------|
| <i>Відповідальна організація</i> НУХТ, каф. ТЖХТ | <i>Технічне узгодження</i> Біла Г.М. | <i>Вид документа</i> ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА | <i>Статус документа</i> | | | |
| Власник документа НУХТ | <i>Розробник документа</i> Мартиновський В.О | <i>Назва, додаткова назва</i> СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | ННІХТ.ХТ-4-13.024.161.074.КР.ПЗ | | | |
| | <i>Документ затверджено</i> Носенко Т.Т. | | <i>Інд. змін.</i> | <i>Дата видання</i> 15.04.2024 | <i>Мова</i> уа | <i>Аркуш</i> 74/76 |

12. Industrial Organic Chemicals by Harold A. Wittcoff, Bryan G. Reuben, and Jeffery S. Plotkin, 3rd Edition (2012). P 74-308.
13. Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology by James A. Kent, 12th Edition (2017). P. 77-79.
14. Green Chemistry and Engineering: A Practical Design Approach by Concepción Jiménez-González and David J. C. Constable (2011). P. 193-257.
15. Хімія та технологія харчових добавок [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до виконання курсового проекту для студентів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», денної форми навчання / уклад. О.В.Подобій, І.В. Житнецький. – К.: НУХТ, 2018. – 33 с.
16. Подобій О.В. Хімія та технологія харчових добавок [Електронний ресурс]: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньопрофесійної програми «Хімічна технологія», денної та заочної форм навчання / О.В.Подобій. – К.: НУХТ, 2019. – 131с.
17. Литовченко, І.М. Основи проектування хімічних виробництв [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» ден. форми навч. / І.М. Литовченко – К.: НУХТ, 2014. – 37 с.
18. Основи проектування хімічних виробництв [Електронний ресурс]: лабораторний практикум для студ. напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» денної форми навчання / уклад.: І. М. Литовченко, М. Г. Десик. – К.: НУХТ, 2014. – 33 с.
19. Г. О. Трофименко, В. О. Литвин, "Неорганічна хімія: Підручник для студентів хімічних спеціальностей", Київ: Вища школа, 2008. – 23-90 с.

20. І. В. Князєв, О. І. Марчук, "Хімія: Загальна та неорганічна хімія: Навчальний посібник", Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2010. – 45-98 с.
21. В. І. Скляренко, "Основи неорганічної хімії: Навчальний посібник", Київ: Либідь, 2005. – 93-156 с.
22. О. М. Бутенко, Л. В. Павловська, "Лабораторний практикум з неорганічної хімії", Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2012. – 10-67 с.
23. Ю. І. Герасименко, В. М. Мельник, "Курс неорганічної хімії: Підручник", Дніпро: ДНУ імені Олеся Гончара, 2014. 45-89 с.
24. J. D. Lee, "Concise Inorganic Chemistry", 5th Edition, Oxford: Blackwell Science, 1996. P. 93-157.
25. Gary L. Miessler, Paul J. Fischer, "Inorganic Chemistry", 5th Edition, Pearson, 2013. P. 76-88
26. F. Albert Cotton, Geoffrey Wilkinson, Carlos A. Murillo, Manfred Bochmann, "Advanced Inorganic Chemistry", 6th Edition, Wiley, 1999. P. 11-90.
27. Shriver and Atkins, "Inorganic Chemistry", 5th Edition, W. H. Freeman and Company, 2010. P. 43-85.
28. Catherine Housecroft, Alan G. Sharpe, "Inorganic Chemistry", 4th Edition, Pearson, 2012. P. 230-453.