МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

«До захисту в ЕК»	**«До захисту допущено»**
Директор інституту ННІХТ	Завідувач кафедри ТЖХТ
_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО	_____ Тамара НОСЕНКО_
(підпис) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)	(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
«___» червня 2022 р.	«___» червня 2022 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: ____Технологія виробництва зеленого пігменту оксиду хрому_____
_____

Виконав: здобувач__4_ курсу, групи__ХТ-4-4__

_____СИТНИК Карина Юріївна_____
(ПРІЗВИЩЕ , Ім'я та По батькові повністю) (підпис)

Керівник _____РОМАНОВА Олеся Олександрівна_____
(ПРІЗВИЩЕ , Ім'я та По батькові повністю (підпис)

Консультанти _Ігор ЖИТНЕЦЬКИЙ _____
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

_____ _____
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

_____ _____
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

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

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

Здобувач(ка)_____
(підпис)

Київ – 2022 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут _Навчально-науковий інститут харчових технологій____
Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів
Освітній ступінь__**бакалавр**_____
Спеціальність____161 Хімічні технології та інженерія_____
(код і назва)
Освітньо-професійна програма ___Хімічна технологія_____
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТЖХТ_____

_____Тамара НОСЕНКО_____
“____” _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

_____Ситник Карина Юріївна_____
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи _____Технологія виробництва зеленого пігменту оксиду хрому___
_____
керівник роботи____Романова Олеся Олександрівна, ст. викладач_____
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від “31”березня 2022 року № 168-КС
2. Строк подання здобувачем роботи___01.06.2022 р._____
3. Вихідні дані до роботи __потужність 650 кг/год_____
_____
_____
_____
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_____
_____
_____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	Житнецький І.В. к.т.н., доцент кафедри МАХтаФВ	05. 05.2022	31.05.2022

7. Дата видачі завдання_____01 квітня 2022 р._____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	01.05.2022	
2	РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	02.05.2022-04. 05.2022	
3	РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	05. 05.2022-10. 05.2022	
4	РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	11. 05.2022-15. 05.2022	
5	РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	16. 05.2022-18. 05.2022	
6	РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	19.05.2022-24.05.2022	
7	РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	25.05.2022-29.05.2022	
8	ВИСНОВКИ	30.05.2022-31. 05.2022	
9	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	02. 05.2022-30. 05.2022	
10	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	03. 05.2022-15. 05.2022	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10. 05.2022-20. 05.2022	
12	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	01.06.2022-05.06.2022	

Здобувач _____ ___Карина СИТНИК___
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____ __Олеся РОМАНОВА_
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

В даній кваліфікаційній роботі: 80 сторінок; 12 рисунків; 26 таблиць; 30 використаних джерел.

При виконанні роботи розроблено принципово-технологічну та апаратурно-технологічну схеми виробництва оксиду хрому (III).

Розраховано матеріальний балансу стадій виробництва; підібрано основне технологічне обладнання згідно вимог: ефективності та потужності за найменших витрат, та розраховане основне технологічне обладнання – барабанна сушарка.

Розраховано економічні показники ефективності підприємства з виробництва зеленого пігменту оксиду хрому, де рентабельність складає 17,3%.

Наведено заходи безпеки охорони праці та шляхи покращення стану довкілля.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПІГМЕНТ, ОКИС ХРОМУ, ДИХРОМАТ КАЛІЮ, ТЕХНОЛОГІЯ, СХЕМА, БАРАБАННА СУШАРКА.

ABSTRACT

In this qualification work: 80 pages; 6 drawings; 26 tables; 33 sources used.

During the work, the basic-technological and hardware-technological schemes of chromium oxide (III) production were developed.

The material balance of stages of production is calculated; the main technological equipment was selected according to the requirements: efficiency and power at the lowest cost, and the basic technological equipment was calculated - a drum dryer.

Economic indicators of efficiency of the enterprise on production of green pigment of chromium oxide where profitability makes 17,3% are calculated.

Occupational safety measures and ways to improve the environment are presented.

KEY WORDS: PIGMENT, CHROME OXIDE, POTASSIUM DICHROMATE, TECHNOLOGY, SCHEME, DRUM DRYER.

ЗМІСТ

ВСТУП 8
РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 10
1.1 Загальна характеристика пігментів 10
1.2 Хром оксид та його властивості 13
1.3 Історія відкриття добавки 14
1.4 Способи отримання Cr_2O_3 15
1.5 Застосування оксиду феруму (III) 16
1.6 Зберігання оксиду хрому 19
1.7 Токсичність і дія на організм 19
РОЗДІЛ ІІ ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 20
2.1 Загальна характеристика вихідної сировини 20
2.2 Опис принципово технологічної схеми 26
2.3 Матеріальний баланс процесу. 29
2.4 Тепловий баланс процесу. 34
2.5 Підбір обладнання 39
2.6 Опис апаратурно-технологічної схеми 48
2.7 Розрахунок апарату 50
РОЗДІЛ ІІІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ 61
3.1 Основні та оборотні фонди 62
3.2 Розрахунок чисельності працівників 63
3.3 Поточні витрати на обладнання 64
РОЗДІЛ IV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ 66
РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 69
РОЗДІЛ VI ОХОРОНА ПРАЦІ 72
6.1 Обов’язки служби охорони праці 72

ВИСНОВКИ 77
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 78

ВСТУП

Пігменти, це тонкодисперсні речовини, що мають відповідний колір. Вони не розчинні у воді, органічних розчинниках, розріджувачах, плівкоутворювачах, але здатні добре змішуватись з ними, утворюючі при цьому лакофарбові склади. За походженням пігменти бувають мінеральні та органічні. При оцінюванні якості пігментів визначають їх дисперсність, покривність та маслоємність.

Промисловість у наш час виготовляє пігменти всіх основних тонів та відтінків, які можна одержати комбінацією пігментів. Зараз пігменти використовують не тільки для задоволення естетичних потреб, але і для захисту виробів від корозії.

Натуральні пігменти були досить дорогими або малостійкими і тому були поступово замінені штучними пігментами, які потім повністю замінили натуральні. Розвиток виробництва пігментів, як окремої галузі промисловості, почався у першій половині XVIII століття. Із натуральних пігментів зберегли своє значення до нашого часу тільки глини, пофарбовані окислами заліза, але і їх нині одержують синтетично, причому у більш чистому та більш концентрованому вигляді.

Дана тема роботи є актуальною тому, що оксид хрому (III) має широке застосування в різних галузях і має досить просту технологію виробництва. Найбільше він бере участь в ролі зеленого пігменту у виробництві фарб і чорнил. А також служить перехідною формою у виробництві діоксиду хрому. Завдяки своїй твердості використовується для полірування ножів, бритв, інструментів, деталей оптичного обладнання. Для

цього порошок оксиду хрому наносять на тканину, шкіру та інший зручний матеріал. Як абразив, він є частиною полірувальних паст.

Технологію виробництва можливо вдосконалити за допомогою заміни деяких апаратів, опрацювавши відповідні джерела інформації.

Мета кваліфікаційної роботи – дослідження технології виробництва зеленого пігменту оксиду хрому (III).

Об'єкт дослідження: технологія виробництва оксиду хрому (III).

Предмет дослідження: оксиду хрому (III) зеленого пігменту.

Список завдань для подальшого опрацювання матеріалу :

- на основі аналізу літератури описати властивості та отримання зеленого пігменту хрому;
- розробити принципово-технологічну схему виробництва зеленого пігменту оксиду хрому(III)
- розробити розрахунок матеріального та теплового балансів, економічний розрахунок;
- зробити підбір обладнання та розробити апаратурно-технологічну схему виробництва;
- розрахувати показники технологічного обладнання - барабанної сушарки;
- запропонувати заходи з охорони праці та покращення стану довкілля.

РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Загальна характеристика пігментів

Пігменти – неорганічні або органічні, високодисперсні, природні або синтетичні речовини, нерозчинні в дисперсійних середовищах, здатні утворювати із плівкоутворювачами декоративні, захисні або захиснодекоративні покриття.

За походженням:

– природні: залізний сурик, мумія, охра, сіена, умбра й ін.

Найдавніші пігменти надходили з природних джерел, таких як деревне вугілля та мелені мінерали. Палеолітичні та неолітичні печерні розписи вказують на сажу, червону вохру (оксид заліза, Fe_2O_3) та жовту охру (гідратований оксид заліза, $Fe_2O_3 \cdot H_2O$) були відомі доісторичній людині.

Природні, в свою чергу, поділяються на мінеральні (крейда, каолін, граніт, сурик залізний, умбра, мумія, вохра, сієна) й органічні (краплак, кармін).

– синтетичні: диоксид титану, оксид цинку, свинцеві крона та інші.

Синтетичні пігменти почали застосовуватися ще до н. е.

1. Білий свинець виготовляли змішуванням свинцю та оцту в присутності вуглекислого газу.

2. Єгипетський синій (силікат мідного кальцію) вийшов із скла, забарвленого за допомогою малахіту або іншої мідної руди.

У міру того, як все більше і більше пігментів розроблялося, відстежувати їх склад стало неможливо.

У 20 столітті Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) розробила стандарти щодо характеристик та випробувань пігментів. Міжнародний індекс кольорів (CII) - опублікований стандартний індекс, який ідентифікує кожен пігмент відповідно до його хімічного складу. Понад 27000 пігментів індексуються у схемі ICI [13].

Пігменти мають певний колір, який залежить від форми частинок порошку.

Хімічний склад пігменту обумовлює його основні характеристики:

- **Термостійкість** — це властивість пігменту зберігати свій колір при нагріванні.
- **Антикорозійна стійкість** — здатність пігменту оберігати від ржавіння чорні метали.
- **Хімічна стійкість** — здатність не змінювати початкового кольору під впливом лугів і кислот.
- **Покриваністю** називають здатність пігменту при рівномірному нанесенні на поверхню робити невидимим колір попередньої поверхні. Найкраща покриваність досягається при використанні часток пігменту 0,2 - 10 мкм. Хороша покриваність пігменту 20-60 г/м².
- **Дисперсність** пігменту впливає на всі його основні властивості. Чим тонше частинки, тим вище покриваність і фарбувальна здатність пігменту.

Полідисперсний склад (з неоднаковими за розміром частинками) пігменту дозволяє отримати щільне покриття при мінімальному витраті сполучного.

➢ **Маслоємність** - це здатність часток пігменту утримувати на своїй поверхні певну кількість масла. Виражається вона в грамах на 100 г пігменту і коливається зазвичай від 40 до 100. Оскільки вартість сполучного масла (оліфи) зазвичай вище, ніж пігменту, економічніші пігменти з малою маслоемкость. Крім того, чим менше сполучного потрібно для отримання фарби малярської консистенції, тим більше довговічним буде покриття. [14]

Пігменти використовуються для додання кольору фарби, чорнила, скла, пластмас, текстилю, дерева, косметики, продуктів харчування та інших виробів. Більшість з них, що використовуються в промисловості і в художньому мистецтві, являють собою сухі барвники у формі мілкоподрібнених порошків. Такий склад додають в «носій» або «основу» – матеріал нейтральний і безбарвний, який діє як клей. Для виробничого і художнього застосування. [15]

Умовно можна виокремити три основних способи одержання пігментів.

1. Осадження з водяних розчинів. Для формування нерозчинного продукту застосовуються обмінні й окислювально-відновні реакції, реакції гідролізу й комплексоутворення.

2. Спосіб прокалювання. Використають різні реакції у твердій фазі або на границі роздягнула тверде тіло – газ. Одержують пігменти конденсацією з газової фази після окислювання або гідролізу.

3. Осадково-прокалювальний спосіб. Використовують реакції в розчинах і у твердій фазі. Часто при осадженні утворюється пігмент тільки необхідного хімічного складу, тому для одержання кристалів із заданою структурою застосовують прокалювання (літопон). У деяких випадках при прокалюванні формується й склад, і структура кристалів (титан (IV) оксид).

1.2 Хром оксид та його властивості

Оксид хрому (III) – темно-зелений порошок, у кристалічному стані – чорна з металевим блиском речовина. (табл. 1.1)

Таблиця 1.1

Фізико-хімічні властивості оксиду хрому

Найменування показника, технологічні функції	**Характеристика**
1	**2**
Назва добавки	Оксид хрому
Зовнішній вигляд	Зелені тригональні кристали
Кристалічні модифікації	Відомі 3 кристалічні модифікації: ромбоедральний (альфа, колір від світло-зеленого, через сірий до чорного), кубічний (коричневий колір), тетрагональний.
Емпірична формула	Cr_2O_3
Молекулярна маса	151,99 г/моль
Температура плавлення	2335° С
Температура кипіння	2954° С
Температура розкладання	2335° С
Густота:	5,21 г/см^3 (при 20° С стан речовини - кристали)
Стандартна ентальпія	1140.6
Стандартна енергія Гіббса	-1059
Стандартна ентропія речовини	81.2
Температура нілу	308 К
Технологічне використання	Додання або відновлення кольору

Властивості:

Хімічно інертний. У воді, кислотах та лугах не розчиняється. Насилу розчиняється в сильних кислотах при тривалому нагріванні.

Виявляє амфотерні властивості. При сплавленні з оксидами, гідроксидами та карбонатами лужних металів утворює хроміти, виявляючи кислотні властивості:

$$Cr_2O_3 + 2KOH = 2KCrO_2 + H_2O;$$

$$Cr_2O_3 + Na_2CO_3 = 2NaCrO_2 + CO_2.$$

При сплавленні з кислотним реагентом – дисульфатом калію – утворює сульфат хрому (III), виявляючи основні властивості:

$$3K_2S_2O_7 = 3K_2SO_4 + 3SO_3;$$

$$Cr_2O_3 + 3SO_3 = Cr_2(SO_4)_3;$$

$$Cr_2O_3 + 3K_2S_2O_7 = Cr_2(SO_4)_3 + 3K_2SO_4$$

Оксид хрому (III) утворюється при термічному розкладанні дихромату амонію:

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 = Cr_2O_3 + N_2 + 4H_2O$$

або при відновленні дихромату калію коксом або сірою:

$$2K_2Cr_2O_7 + 3C = 2Cr_2O_3 + 2K_2CO_3 + CO_2;$$

$$K_2Cr_2O_7 + S = Cr_2O_3 + K_2SO_4$$

1.3 Історія відкриття добавки

Вперше окис хрому був отриманий у 1809 р. при прожарюванні хромової ртуті:

$$4Hg_2CrO_4\ 2Cr_2O_3 + 8Hg + 5O_2$$

Але потім були відкриті інші способи одержання окису хрому [5]

1.4 Способи отримання Cr_2O_3

Окис хрому вперше був отриманий в 1809 р. з хромовокислої ртуті:

$$2Hg_2CrO_4 \rightarrow Cr_2O_3 + 4Hg + 2.5O_2$$

Незабаром був відкритий спосіб отримання окису хрому прожарювання суміші хромпіку з сіркою, вугіллям або хлористим амонієм.

У природі окис хрому не зустрічається. Штучно його отримують прожарюванням:

$$Cr(OH)_3 \quad \text{прожарювання} \quad Cr_2O_3 + {}_3H_2O$$

$$K_2Cr_2O_7 + S \quad \text{прожарювання} \quad Cr_2O_3 + K_2SO_4$$

$$Cr_2(SO_4)_3 \quad \text{прожарювання} \quad Cr_2O_3 + 3SO_3$$

- при досягненні 600 ° С, при прожарюва нні оксиду виходить темно-зелений колір;
- при 800°С колір насичений;
- при 920°С – яскраво-зелений.

Розраховану кількість дихромату калію поміщають у фарфорову ступку та подрібнюють на порошок. Додають розраховану кількість вугілля та суміш подрібнюють протягом 20-30 хв. до отримання тонкодисперсної однорідної речовини. Порошок насипають у фарфоровий тигель на половину його об'єму і прожарюють протягом 60-80 хв у печі муфельної при 650-700° С. Розмелений напівфабрикат переносять у фарфорову склянку місткістю 1л і промивають 3-4 рази дистильованою водою. Потім пігмент сушать при 100-150° С [12].

1.5 Застосування оксиду феруму (III)

Найбільше він бере участь в ролі зеленого пігменту у виробництві фарб і чорнил. А також служить перехідною формою у виробництві діоксиду хрому. Завдяки своїй твердості використовується для полірування ножів, бритв, інструментів, деталей оптичного обладнання. Для цього порошок оксиду хрому наносять на тканину, шкіру та інший зручний матеріал. Як абразив, він є частиною полірувальних паст.

Ювелірна сфера. Застосовується при виробництві штучного дорогоцінного каміння - як добавка до корунду при вирощуванні рубінів.

Виробництво банкнот. У чистому вигляді при виробництві грошей використовується тривалентний оксид хрому.

Хімічна промисловість і лабораторне використання. Використовується як каталізатор органічних реакцій. Компонент вогнетривів магнезії, термітних сумішей в піротехніці. Застосовується у виробництві ізатину, індиго і т.д. У складі суміші під назвою «епурит» разом з речовиною кизелгуром використовується в процесах очищення ацетилену.

Абразивне застосування. Ефективний полірувальний матеріал в машинобудуванні, приладобудуванні, годинниковому виробництві та інших галузях промисловості.

У повсякденному житті. Тривалентний порошок оксиду хрому популярний для очищення золотих виробів і заточування заточування, ріжучих інструментів.

Електролітичні застосування. За допомогою електролізу і електролітичного хромованого покриття виходить металевий хром, а також оцинковані деталі також хромовані.

Металургія. Він служить основою для виробництва металевого хрому, абразивів, вогнетривких матеріалів. Застосовується при виготовленні вогнетривкої цегли, з якої складаються металургійні печі.

Будівництво. Оксид хрому (III) додають при виготовленні пігментованих будівельних матеріалів - бетону, цементу, наливних підлог, кладки розчину, коли потрібні зелені відтінки. Рекомендація по додаваю барвнику становить 3-6% від обсягу всієї будівельної суміші. В цьому випадку оксидний порошок слід ретельно просіяти до отримання найтоншої можливої структури речовини, потім ретельно перемішати з водою до однорідної консистенції. Отриманий розчин також потрібно додатково процідити. Не рекомендується перевищувати дозу пігменту, наприклад, при досягненні 10%, якість фарбування різко погіршиться.

Лакофарбове виробництво. Оксид хрому (III) використовується при виготовленні емалей (в тому числі термостійких), різноманітних фарб (художніх, типографічних), грунтовок. Застосовується при фарбуванні полімерів і виробів з пластику, скловолокна, керамічних і скляних виробів.

Цікавий процес отримання різних кольорів хромовмісної фарби.

Для цього нагрівається до різних температур трьохвалентний оксид хрому.

При постійному нагріванні пігмент втрачає свою естетику і корисні властивості.

У міжнародній класифікації кольорових пігментів для художніх фарб окис хрому занесений під кодом PG-17. Він містить кілька десятків різновидів хромовмісних фарб. З оксиду тривалентного хрому виходить водний оксид хрому, який використовується у вигляді фарби під назвою «смарагдова зелень».

Тривалентний оксид хрому має унікальну властивість під назвою «покриття». Це можливість щільно покривати пофарбовану поверхню, завдяки відбиття сонячного світла. Покритий шар при цьому здається невидимим.

Фарба з додаванням цього пігменту довговічна, не змінює своїх властивостей під впливом температури або вологи. Тому така фарба часто використовується для антикорозійного фарбування автомобілів.

Рекомендації по застосуванню оксиду хрому (III) у вигляді пігменту (сухої фарби).

Як суха фарба підійде саме дрібно перемелений порошок, який змішується з сполучною основою та іншими пігментами в потрібній пропорції. Після цього фарба готова до використання. Речовина підходить для приготування масляних, алкідних, водно-емульсійних фарб. Їх якість безпосередньо визначається шліфуванням - чим вона тонша, тим краще фарба ляже і буде виглядати більш естетично.

Важливо дотримуватися правил змішування сухих фарб. Так, зелений порошок хрому не можна просто насипати в суміш і намагатися добре перемішати**,** цього буде недостатньо.

Рекомендується дотримуватися наступної процедури:

- попередньо замочити порошок;
- добре перемішати його в невеликій ємності;
- отриману найбільш однорідну суміш тонким струменем акуратно влити в підготовлену фарбу і ретельно перемішати.

Фарби за участю хромованої зелені мають ряд переваг:

- вони екологічно чисті
- без запаху

- не піддаються ультрафіолетовому випромінюванню.

Таку фарбу можна зробити в будь-який час і завжди використовувати свіжою. При цьому термін зберігання самого порошку практично необмежений, а отримані фарби практично не мають недоліків.[17]

1.6 Зберігання оксиду хрому

Окис технічного хрому упаковують:

- в м'які спеціалізовані контейнери разового використання;
- сталеві барабани для хімічної продукції;
- поліетиленові мішки-вкладиші, вкладені у паперові мішки масою нетто 30-50 кг.

Окис хрому технічну зберігають у закритих складських приміщеннях у непошкодженій упаковці. М'які контейнери зберігають на контейнерних майданчиках.[16]

1.7 Токсичність і дія на організм

Оксид хрому (III) є не токсичною сполукою, на відміну від інших хромових сполук. Не відіграє ніякої ролі в організмі, при попаданні в очі може тільки подразнювати їх.

Висновок за аналітичним оглядом літератури було виявлено спосіб застосування зеленого пігменту ,його властивості, токсичність , зберігання,а головне обрано основну його методику виробництва.

РОЗДІЛ ІІ ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Загальна характеристика вихідної сировини

Дихромат калію, калій дихромат — неорганічна хромовмісна сполука, калієва сіль ряду дихроматів складу $K_2Cr_2O_7$. Речовина є помаранчево-червоними кристалами (рис.2.1) (свідчить про наявність шестивалентного хрому) із гірким смаком і великою токсичністю. В природі знаходиться у вигляді рідкісного мінералу лопециту. Проявляє сильні окисні властивості.

Рис.2.1 Дихромат калію

Майже всі сполуки хрому та його розчини інтенсивно пофарбовані. Маючи безбарвний розчин або білий осад, ми можемо з великою ймовірністю зробити висновок про відсутність хрому. З'єднання шестивалентного хрому найчастіше пофарбовані в жовтий або червоний колір, а для тривалентного хрому характерні зелені тони. Але хром схильний ще й до утворення комплексних з'єднань, а вже вони пофарбовані в різні кольори.

Отримання

Дихромат калію отримують завдяки синтезу гарячих концентрованих розчинів хлориду калію KCl і дихромату натрію $Na_2Cr_2O_7$:

$$2KCl + Na_2Cr_2O_7 \longrightarrow K_2Cr_2O_7 + 2NaCl$$

Мала розчиність дихромат калію впливає на його здатність кристалізуватися першим коли він бере участь в реакціях.

Другим способом добування є добування з хромових руд, що містять оксид хрому(III). Першою стадією метода являє собою прожарювання суміші оксиду хрому та карбонатом калію із доступом кисню:

$$Cr_2O_3 + K_2CO_3 + O_2 \xrightarrow{t} 4K_2Cr_2O_7 + CO_2$$

Згодом утворений хромат калію переводиться у підкислений розчин, де він утворює дихромат:

$$2CrO_4^{2-} + 2H^+ \leftrightarrows Cr_2O_7^{2-} + H_2O$$

Хімічні та фізичні властивості

В концентрованих розчинах дихромату калію,під час кипіння, утворюються поліхромати складу $K_2Cr_nO_{n+1}$: трихромат калію $K_2Cr_3O_{10}$ і тетрахромат калію $K_2Cr_4O_{13}$. Дихромат калію є надзвичайно сильним окисником, як у розчинах, так і при спіканні.

Дихромат калію добре розчиняється у воді, рідкому діоксиді сірки, фосфорилхлориді $POCl_3$, погано розчиняється в аміаці, у спиртах. За звичайних умов дихромат перебуває в α-модифікації — у вигляді триклинних кристалів.

Сіль дихромату калію не виділяє кристалізаційну воду, а плавиться при кімнатній температурі близько 400°, утворюючи темну рідину за декілька хвилин. Після охолодження утворюється зелений осад.(табл.2.1)

Таблиця 2.1

Фізико-хімічні показники дихромату калію

Назва індикатора	Норма для сорту	
	Верховний	Перший
1. Зовнішній вигляд	Оранжево-червоні кристали	
2. Масова частка дихромату калію ($K_2Cr_2O_7$),%, не менше	99.7	99.7
3. Масова частка сульфатів в перерахунку на SO_4^{2-}, %, не більше	0.02	0.05
4. Масова частка хлоридів в перерахунку на Кл-, %, не більше	0.07	0.1
5. Масова частка водорозчинних залишків, %, не більше	0.03	0.1
6. Масова частка вологи, %, не більше	0.03	0.05

Застосування

Дихромат калію є сильним окисником, тому широко використовується у виробництві феєрверків і сірників. Дихромати використовуються у виробництві фотоплівок, пігментів і барвників, інгібіторів корозії металів.

Примітно, що розчин біхромату калію в сірчаній кислоті (хромову суміш) використовують для миття колб та іншого скляного посуду у хімічних лабораторіях. При роботі з біхроматом калію важливо застосовувати захист

органів дихання, шкіри, тому що хромпік – високотоксична речовина, здатна зруйнувати шкірні покриви, дихальні шляхи, хрящові тканини. Незважаючи на високий рівень небезпеки, хромпік незамінний у промисловості.

Сірка. Сірка за стандартних умов – крихка кристалічна речовина жовтого кольору (рис.2.2). Погано проводить теплоту і не проводить електричного струму. У воді не розчиняється, добре розчиняється в деяких розчинниках (у сірковуглеці CS_2, бензині, етері та ін.).

Рис.2.2 Сірка

Фізичні властивості. Сірка на відміну від інших самородних елементів має молекулярну решітку, що визначає її низьку твердість (сірка м'яка або середньої твердості), відсутність спайності, крихкість, нерівний злам і зумовлений ним жирний блиск; лише на поверхні кристалів спостерігається скляний блиск.(табл.2.2)

Таблиця 2.2

Властивості сірки

Властивості простих речовин	**Сірка**	
	ромбічна	**моноклінна**
Колір	Лимонно-жовтий	Блідо-жовтий, майже безбарвний
Густина	2,07 г/л	1,96 г/л
Температура плавлення	$112,8^0$C	$119,3^0$C

Хімічні властивості сірки

Хімічна активність сірки доволі висока. При нагрівання вона реагує майже з усіма елементами.

1. Взаємодія з металами

$$2Cu + S = Cu_2S$$

2. Взаємодія з неметалами

$$S + O_2 = SO_2\uparrow$$

$$H_2 + S = H_2S \uparrow$$

Отримання

Сірку одержують з самородних руд, а також цілком чисту сірку одержують перегонкою у спеціальних печах, сполучених з великими камерами. Пари сірки в холодній камері відразу переходять в твердий стан і осідають на стінках у вигляді дуже тонкого порошку ясно-жовтого кольору. Коли ж камера нагрівається до 120° С, то пари сірки перетворюються в рідину. [20]

H_2O — хімічна речовина у вигляді прозорої, безбарвної рідини без запаху і смаку, (в нормальних умовах).

Вода має численні технічні застосування. Енергія падіння води широко використовується на гідроелектростанціях (ГЕС) для одержання дешевої електричної енергії. Багато води використовується на теплових електростанціях (ТЕС) та атомних електростанціях (АЕС) для технологічного охолодження.

Застосування

Воду використовують в настпуних сферах виробництва:

- будівельна;
- текстильна;
- шкіряна;
- метулургійна;
- хімічна.

Особливо широко застосовують воду у хімічній промисловості для процесів розчинення, фільтрування, промивання і як сировину для одержання різних хімічних продуктів: їдких лугів, кислот, водню тощо.

Природний газ — суміш газів, що утворилася в надрах землі при анаеробному розкладанні органічних речовин та/або при конденсації у пастках еманацій з верхньої мантії. Як правило, це суміш газоподібних вуглеводнів (метану, етану, пропану, бутану тощо), що утворюється в земній корі та широко використовується як високоекономічне паливо на електростанціях, у чорній та кольоровій металургії, цементній та скляній промисловості, у процесі виробництва будматеріалів та для комунально-побутових потреб, а також як сировина для отримання багатьох органічних сполук.

Основну частину природного газу складає метан (CH4) — до 98 %. До складу природного газу можуть також входити більш важкі вуглеводні:

етан (C_2H_6), пропан (C_3H_8), Бутан (сполука) (C_4H_{10}) — гомологи метану, а також інші невуглеводні речовини: водень (H2), сірководень (H_2S), диоксид вуглецю (CO_2), азот (N_2), гелій (He_2). Природний газ не має ні кольору, ні запаху. Для того щоб можна було визначити витоки за запахом, перед подачею споживачеві додають одорант - речовину з сильним специфічним запахом. Як віддушки можна використовувати етантіол - C_2H_5SH або суміш природних тіолів - SPM (C2H3P). Неадорований газ транспортується магістральними газопроводами,

оскільки одоранти є одними з корозійних речовин, які викликають корозію стінок труб.

Токсичність природного газу. Природний газ має токсичну дію на організм людини. Гранично допустимі концентрації небезпечних речовин встановлюються в повітрі житлових приміщень, повітрі робочих приміщень та у водовідведеннях та затверджуються МОЗ України.

Природний газ широко використовується як сировина в хімічній промисловості. Використовується також як паливо для опалення житлових будинків, моторних палив, електростанцій тощо. Сьогодні половина з понад 50 мільйонів тонн водню у світі виробляється шляхом перетворення водяної пари в природний газ. Використання водню як палива є основою водневої енергії.

2.2 Опис принципово технологічної схеми

На основі аналізу літератури та властивостях сировини, розробимо приципово технологічну схему технології виробнитцва оксиду хрому (III).

На рис 2.1 представлена принципово технологічна схема.

Технологія виробництва складається з наступних стадій.

1. Змішування

На стадії змішування відбувається гомогенізація суміші для рівномірного перебігу реакції в подальшому, а основна реакція при випалі. Процес триває тривалістю 15 хв, а обертальний рух становить 50 об/хв.

2. Випалювання

Випалювання – процес нагрівання при високих температурах та в присутності кисню задля отримання необхідних властивостей сировини.

Підпалюють шихту і дають масі згоріти; температура розвивається до t=800° С. Тривалість цієї стадії становить 2,5 годин. Іноді шихту поміщають у невеликі залізні судини ємністю 50-100 л, які розміщують у камері. Утворений оксид сірки відправляють на утилізацію.

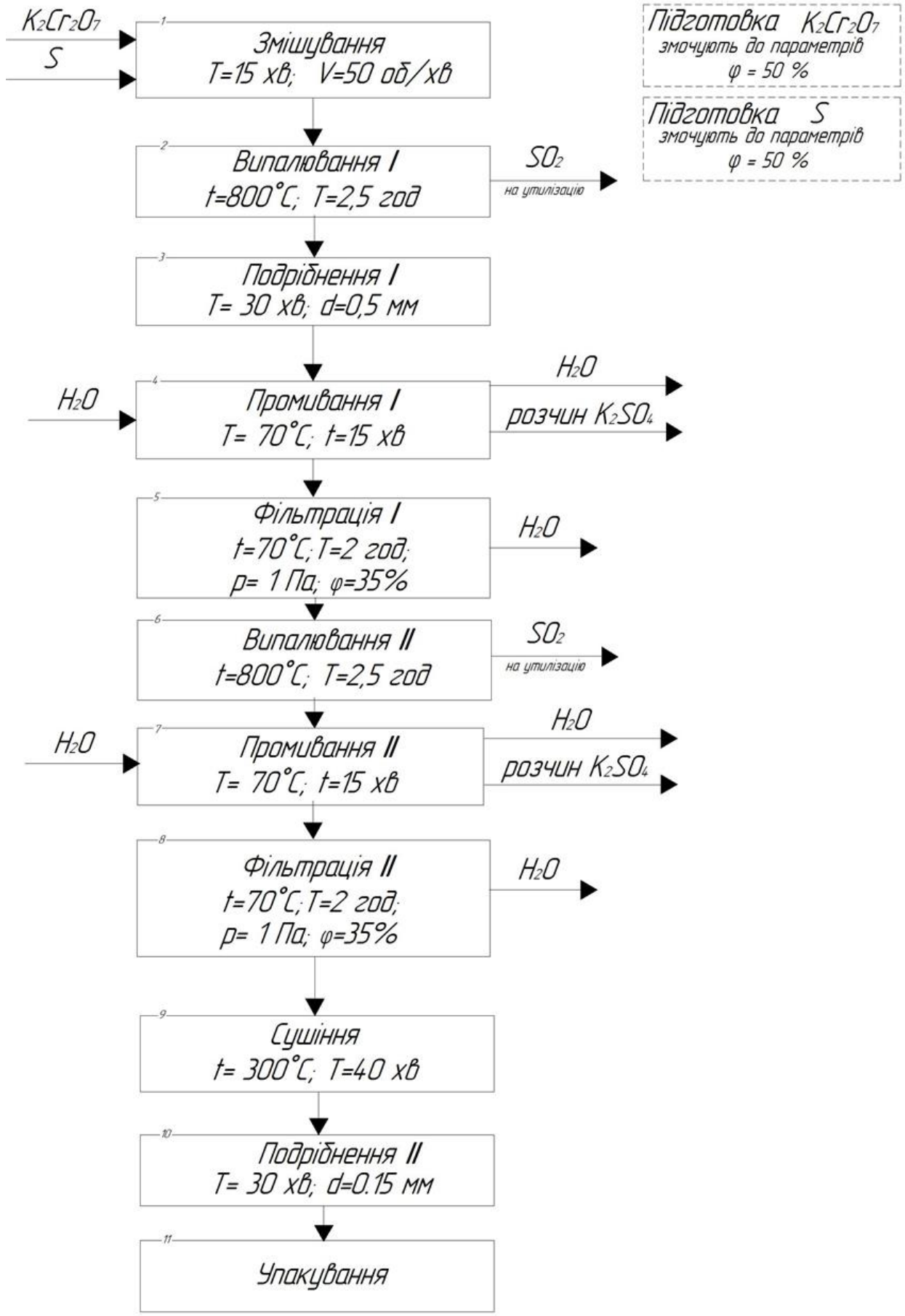

Рис.2.1 Принципова технологічна схема виробництва

3. Подрібнення

Після стадії випалювання напівфабрикат необхідно подрібнити до заданих розмірів, а саме а = 0,5 мм. Процес триває 30 хвилин. Подрібнення виконують в дезинтеграторі.

4. Промивання

Отриманий у результаті випалу та подрібнений напівфабрикат містить значну кількість сірчанокислих, невелику кількість хромовокислих солей калію, а також основних сірчанокислих солей хрому. Щоб виділити всі ці домішки застосовують стадію промивання при температурі 70° С тривалістю 15 хвилин.

5. Фільтрація

Фільтрування промитого осаду проводять на фільтрпресах, центрифугах або нутч-фільтрах. Кінцева вологість отриманої пасти після видалення води становить 35%. Проводиться це при Т=100° С та Р = 1 Па протягом 2 годин.

6. Сушіння

Перед процесом висушування повторно проводять стадії: випалювання, промивання, фільтрацію. Стадія сушіння необхідна для максимального видалення вологи та отримання якісного продукту. Далі пасту з відсотком вологості 35% завантажують в піч та висушують при температурі t = 300 °С тривалісю 40 хвилин.

7. Подрібнення

Повторне подрібнення відбувається протягом 30 хвилин до розміру частинок 0,15 мм.

8. Упакування

Упаковують пігмент в поліетиленові мішки-вкладиші, вкладені у паперові мішки масою нетто 30-50 кг.

2.3 Матеріальний баланс процесу.

Матеріальний баланс розраховують, спираючись на закон збереження маси, маса вихідних реагентів процесу має дорівнювати масі його кінцевих продуктів. Розраховують на потужність виробництва 1000 кг/добу.

При розрахунку потрібно вирахувати масу компонентів, що надходять на кожну стадію, та масу кожного компонента, що отримують після закінчення процесу. Сума приходу компонентів повинна дорівнювати сумі витрат.

Матеріальний баланс стадії змішування

Вихідні дані:

Продуктивність P= 650 кг/добу.

Маса початкового реагенту: 1100 кг.

Розраховуємо молярні маси всіх компонентів:

M (S) = 32 г/моль

$M(K_2Cr_2O_3)$ = 39*2+52*2+16*3=294 г/моль

Матеріальний баланс стадії змішування

Таблиця 2.3

Прихід		**Витрата**	
Речовина	**Маса, кг**	**Речовина**	**Маса, кг**
Дихромат калію	857,6	Калій сульфат	26,8
Сірка	252,4	Оксид хрому	1073,2
Всього	**1100**	**Всього**	**1100**

Таблиця 2.4

Матеріальний баланс стадії випалювання

Прихід		**Витрата**	
Речовина	**Маса, кг**	**Речовина**	**Маса, кг**
Калій сульфат	26,8	Калій сульфат	18,3
Оксид хрому	1073,2	Оксид хрому	1073,2
		Втрати	8,4
Всього	**1100**	**Всього**	**1100**

Витрати для стадії випалювання складають 1%.

Таблиця 2.5

Матеріальний баланс стадії подрібнення

Прихід		**Витрата**	
Речовина	**Маса, кг**	**Речовина**	**Маса, кг**
Калій сульфат	18,3	Калій сульфат	18,3
Оксид хрому	1073,2	Оксид хрому	1063,2
		Втрати	10
Всього	**1091,6**	**Всього**	**1091,6**

Витрати для стадії подрібнення складають 1%.

Таблиця 2.6

Матеріальний баланс стадії промивання

Прихід		**Витрата**	
Речовина	**Маса, кг**	**Речовина**	**Маса, кг**
Калій сульфат	18,3	Калій сульфат (домішки)	5,6
Оксид хрому	1063,2	Оксид хрому	1050
Вода	11250	Вода	1687,5
		Вода(на повторне використання)	9588,4
		Втрати	12,7
Всього	**12331,5**	**Всього**	**12331,5**

Таблиця 2.7

Матеріальний баланс стадії фільтрування

Прихід		**Витрата**	
Речовина	**Маса, кг**	**Речовина**	**Маса, кг**
Калій сульфат (домішки)	5,6	Калій сульфат (домішки)	3,2
Оксид хрому	1050	Оксид хрому	1028,2
Вода	1687,5	Вода	53,8
		Вода(на повторне використання)	1657,9
		Втрати	2,4
Всього	**2743,1**	**Всього**	**2743,1**

Для розрахунку стадії врахуємо, що вологість складає 35%, залишкова вологість має складати 1%.

Таблиця 2.8

Матеріальний баланс стадії випалювання

Прихід		**Витрата**	
Речовина	**Маса, кг**	**Речовина**	**Маса, кг**
Калій сульфат (домішки)	3,2	Калій сульфат (домішки)	3,2
Оксид хрому	1028,2	Оксид хрому	1010
Вода	53,8	Вода	2
		Втрати	70
Всього	**1085,2**	**Всього**	**1085,2**

Таблиця 2.9

Матеріальний баланс стадії промивання

Прихід		**Витрата**	
Речовина	**Маса, кг**	**Речовина**	**Маса, кг**
Калій сульфат (домішки)	3,2	Калій сульфат (домішки)	1
Оксид хрому	1010	Оксид хрому	1005
Вода	241,7	Вода	241,7
		Втрати	7,2
Всього	**1254,9**	**Всього**	**1254,9**

Таблиця 2.10

Матеріальний баланс стадії фільтрації

Прихід		Витрата	
Речовина	**Маса, кг**	**Речовина**	**Маса, кг**
Калій сульфат (домішки)	1	Калій сульфат (домішки)	0
Оксид хрому	1005	Оксид хрому	1005
Вода	241,7	Вода(на повторне використання)	241,7
		Втрати	1
Всього	**1247,7**	**Всього**	**1247,7**

Для розрахунку стадії врахуємо, що вологість складає 35%. Втрати складають 1%.

На цій стадії фізична зв'язана волога прибирається, але виходить хімічно зв'язана.

Таблиця 2.11

Матеріальний баланс стадії сушіння

Прихід		Витрата	
Речовина	**Маса, кг**	**Речовина**	**Маса, кг**
Оксид хрому	1005	Оксид хрому	656.5
		Втрати	348,5
Всього	**1005**	**Всього**	**1005**

Для розрахунку стадії врахуємо, що вологість складає 34%. Втрати складають 1%.

Таблиця 2.12

Матеріальний баланс стадії подрібнення

Прихід		**Витрата**	
Речовина	**Маса, кг**	**Речовина**	**Маса, кг**
Оксид хрому	656.5	Оксид хрому	650
		Втрати	6.5
Всього	**656.5**	**Всього**	**656,5**

Таблиця 2.13

Зведений матеріальний баланс отримання оксид хрому

Прихід		**Витрата**	
Речовина	**Маса, кг**	**Реч овина**	**Маса, кг**
Дихромат калію	857,6	Калій сульфат (домішки)	22,5
Вода	11491,7	Вода	11491,7(на повторне використання)
Оксид хрому	1005	Оксид хрому	650
		Втрати	533,9
Всього	**13658,2**	**Всього**	**13658,2**

В результаті розрахунку виявлено,що сумарна витрата складає 3.9 % .

2.4 Тепловий баланс процесу.

Оптимальний режим сушіння – це режим, який забезпечує високоякісний сухий продукт при незначній витраті тепла та електроенергії.

Температура, необхідна для сушіння продукту, безпосередньо залежить від якісних характеристик даного продукту, а також умов технологічного процесу його виробництва. Щоб забезпечити інтенсивність і економічність процесу сушіння, температура на початку сушіння приймається найбільшою в допустимих межах властивостей продукту, що висушується.

Для розрахунку теплового балансу була обрана стадія сушіння продукту.

Вихідні дані:

Продуктивність сушарки по вологому матеріалу:

1. Продуктивність сушарки по вологому матеріалу: G_1=1000 кг/год;
2. Питома теплоємність абсолютно сухого матеріалу: c_2=781 Дж/(кг · ºС)
3. Вміст вологи в продукті:
   - початковий: w_1=35%;
   - кінцевий: w_2=1%;
4. Температура продукту, що надходить в сушильну камеру: θ_1=20°С;
5. Температура сухого продукту, що виходить із сушильної камери: θ_2=100°С
6. Температура зовнішнього повітря: t_0=25°С
7. Температура повітря після калорифера: t_1=90°С
8. Температура відпрацьованого повітря: t_2=60°С
9. Відносна вологість свіжого повітря: f_0=60%

Масова витрата видаленої вологи (W):

$$W = G_1 \cdot \frac{w_1 - w_2}{100 - w_2} = 1099{,}5 \cdot \frac{35 - 1}{100 - 1} = 377{,}6 \text{ кг/год} = 0{,}104 \text{ кг/с}$$

Продуктивність сушарки по сухому продукту (G_2):

$$G_2 = G_1 \cdot \frac{100 - w_1}{100 - w_2} = 1099{,}5 \cdot \frac{100 - 35}{100 - 1} = 721{,}9 \text{ кг/год} = 0{,}2 \text{ кг/с}$$

Використовуючи h-x діаграму Рамзіна (рис.2.2) для вологого повітря, визначаємо початковий (x_0) і кінцевий (x_1) вологовміст повітря, а також характерні ентальпії. На перетині ліній знаходимо точку *A*, що характеризує

початковий стан зовнішнього повітря. З точки *А*, опустивши перпендикуляр на вісь x, знаходимо значення $x_0 = 0{,}01$ кг пари/кг сухого повітря.

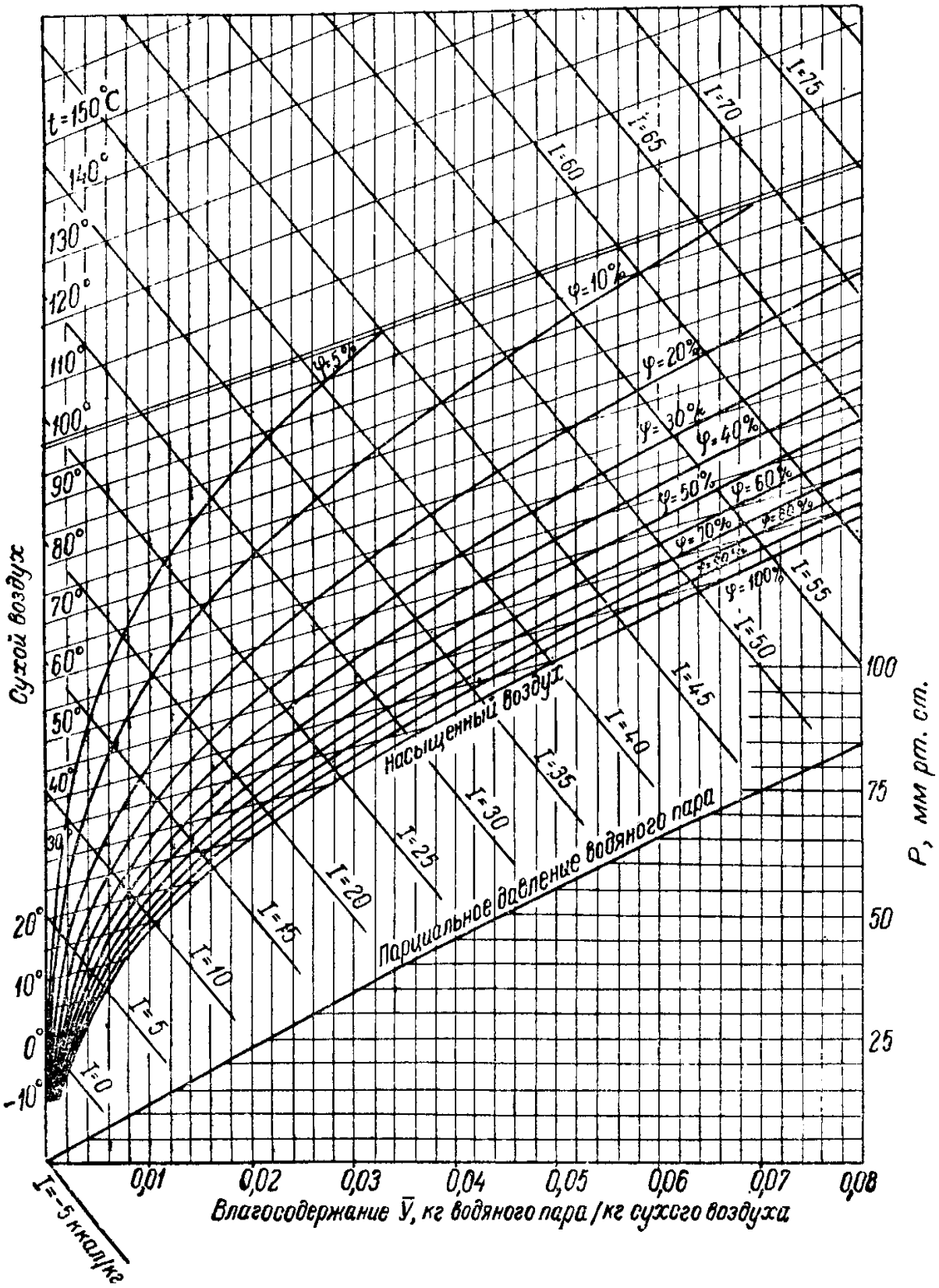

Рис.2.2. Діаграма Рамзіна

Через точку *A* проходить лінія постійної ентальпії (ізоентальпа) I_0 = 13 кДж/кг. З точки *A*, піднявшись по перпендикуляру до перетину з ізотермою t_1 = 100 °С, знаходимо точку *B*, що характеризує стан повітря на виході з калорифера перед подачею в сушильну камеру. Від точки *B* рухаємося вниз по ізоентальпі I_1 = 30 кДж/кг до перетину з ізотермою t_2 = 65°С, отримавши точку *C*. З точки *C*, опустивши перпендикуляр на вісь x, знаходимо значення x_1 = 0,024 кг/кг.

Визначаємо теоретичну питому витрату повітря ℓ_0 в сушарці:

$$\ell_0 = \frac{1}{x_1 - x_0} = \frac{1}{0{,}024 - 0{,}01} = 71{,}43 \text{ кг пари/кг сухого повітря}$$

Розраховуємо теоретичну абсолютну витрату повітря в сушарці:

$$L = \ell_0 \cdot W = 71{,}43 \cdot 0{,}104 = 7{,}43 \text{ кг/с} = 25200 \text{ кг/год}$$

Складаємо рівняння теплового балансу для сушильної камери:

$$L \cdot I_1 + G_1 \cdot c_1 \cdot \theta_1 = L \cdot I_2 + G_2 \cdot c_2 \cdot \theta_2 + Q_п$$

де $Q_п$ - теплові втрати, які з урахуванням правильно накладеної ізоляції приймаємо 5% від тепла, що надійшло з гарячим повітрям:

$$Q_п = 0{,}05 \cdot L \cdot I_1 = 0{,}05 \cdot 7{,}43 \cdot 30 = 11{,}145 \text{ кВт},$$

θ_1 - температура продукту, що надходить в сушильну камеру, θ_1=20°С;

θ_2 - температура сухого продукту, що виходить із сушильної камери, θ_2=100°С.

Визначаємо значення теплоємностей для вологого та сухого продукту:

c_1 = 3,825 кДж/(кг · ºС); c_2 = 3,897 кДж/(кг · ºС).

Із рівняння теплового балансу визначаємо витрати тепла на сушіння в сушильній камері та теплову поправку:

$$L \cdot I_2 - L \cdot I_1 = G_2 \cdot c_2 \cdot \theta_2 - G_1 \cdot c_1 \cdot \theta_1 + Q_п$$

$$L \cdot (I_2 - I_1) = G_2 \cdot c_2 \cdot \theta_2 - G_1 \cdot c_1 \cdot \theta_1 + Q_п$$

$$[L \cdot (I_2 - I_1)]/W = (G_2 \cdot c_2 \cdot \theta_2 - G_1 \cdot c_1 \cdot \theta_1 + Q_п)/W$$

$$G_2 \cdot c_2 \cdot \theta_2 - G_1 \cdot c_1 \cdot \theta_1 + Q_п = \sum Q$$

$$\Delta = \sum Q/W$$

$$\Delta = \ell \cdot (I_2 - I_1)$$

де ∑Q - алгебраїчна сума абсолютних теплот в сушильній камері, Вт.

Δ - теплова поправка на дійсний (реальний) сушильний процесс, кДж/кг.

Розраховуємо ∑Q:

$$\sum Q = G_2 \cdot c_2 \cdot \theta_2 - G_1 \cdot c_1 \cdot \theta_1 + Q_п$$

$$\sum Q = 0{,}2 \cdot 3{,}897 \cdot 100 - 0{,}104 \cdot 3{,}825 \cdot 20 + 11{,}145 = 81{,}129 \text{ кДж/с}$$

Розраховуємо теплову поправку, Δ:

$$\Delta = \frac{\sum Q}{W} = \frac{8{,}98}{0{,}048} = 780{,}08 \text{ кДж/кг}$$

2.5 Підбір обладнання

На підставі складеного та розрахованого матеріального балансу проведено підбір технологічного обладнання по всім стадіям виробництва хром оксиду.

Барабанний змішувач

Барабанний змішувач - це агрегат для приготування гранульованого або порошкоподібної сировини, в тому числі полімерної. Він може складатися з циліндра, який є змішувальним баком, і змішувального інструменту, який обертається в контейнері з регульованою швидкістю, як правило, до 50 оборотів в хвилину.

При змішуванні в барабанних змішувачах частинки подрібнених матеріалів піддаються відцентровим силам і притискаються до внутрішньої поверхні барабана. Потім вони руйнуються і знову вводиться в циркулюючий рух. Ефект змішування досягає максимальних значень при певних значеннях швидкості, характерних для кожного конкретного пристрою.

Оптимальний ступінь наповнення барабана - 30... 70%, а швидкість обертання можна обчислити за формулою:

Ця конструкція є циліндричним корпусом 1, що обертається на опорних роликах 2. Барабан оснащений внутрішніми спіральними ребрами 3 і полицями 4 для кращого змішування матеріалу. Завантаження і розвантаження матеріалу здійснюється за допомогою гвинта 5.

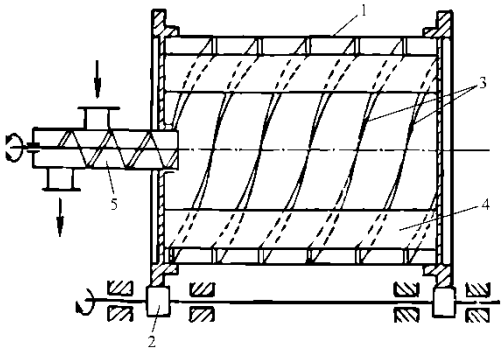

Рис. 2.3 Барабаний змішувач

Термічна піч

Печі використовуються для різних термічних обробок – повного відпалу, рекристалізації відпалу, нагрівання для загартовування або аустенізації,а також для загартовування або відпалу. Це відповідає діапазону

робочих температур від 250 °С до 1150 °С (виключно для спеціальних матеріалів до 1250 °С). За бажанням печі оснащені системою охолодження, що дозволяє проводити повну термічну обробку, з регульованим охолодженням або інтенсивним охолодженням клітини включно, в закритій печі, без необхідності відкривати двері або розкачувати під ними.

Підбір відповідного виду пальників і їх розташування, разом з оптимальним управлінням системою опалення, достатньою герметичністю печі і підтримкою постійного тиску в печі, гарантують високу рівномірність температурного поля в робочому просторі печі.

Використовуються спалювачі холодного згоряння повітря, попередньо нагріті пальники в центральному рекуператорі або рекуператорні пальники, які для цього виду печі забезпечують максимальну теплозахисність димових газів.

Рис. 2.4 Термічна піч

Барабанно-кульовий млин

Барабанно-кульовий млин - це пристрій для подрібнення твердих матеріалів. Використовується в основному в гірничодобувній промисловості, для створення порошку для використання в фарбах, піротехніці, харчовій промисловості і в кераміці. Барабанні млини використовуються при

виробництві цементу, вапна, гіпсу, кераміки, горіхів, цукру і т.д. для подрібнення матеріалу до частинок розміром менше десяти міліметра. Процес шліфування характеризується високою енергоємності і витратою.

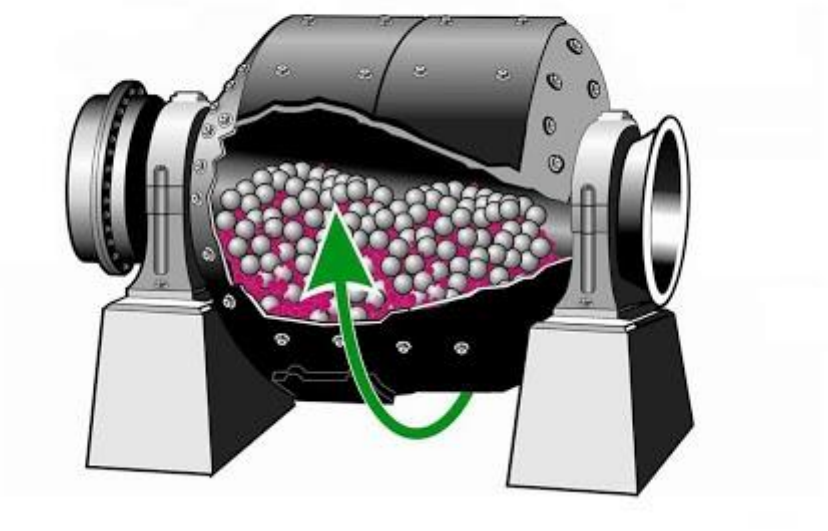

Рис. 2.5 Барабанний кульовий млин

У барабанних млинах матеріал заземлюється всередині порожнистого обертового барабана. У обертанні шліфувальні тіла (кульки, стрижні) і подрібнений матеріал (званий «завантаженням») спочатку рухаються по круговій траєкторії разом з барабаном, а потім падають уздовж параболи. Частина навантаження, розташована ближче до осі обертання, котиться вниз по нижніх шарах. Матеріал подрібнюють в результаті стирання при відносному русі шліфувальних тіл і частинок матеріалу, а також за рахунок удару.

Продуктивність млина залежить від властивостей подрібнених матеріалів (міцність, шліфувальна здатність), розмірів матеріалів на вході (до 50 мм), вологості матеріалів (до 0,5%), тонкості шліфування, рівномірності харчування, наповнення шліфувальними засобами і матеріалу.

Технічна характеристика млину:

- діаметр кулі – від 30 мм;
- грубість переробленої сировини (на вході) – до 50 мм;
- тонкість шліфування (вихід) - до 2 мкм;

- діаметр барабана – від 900 мм;
- довжина барабана – від 1500 мм;
- об'єм барабана – від 0,9 м³;
- потужність електродвигуна – від 18 кВт;
- робоча напруга – від 380 В;
- продуктивність — від 2 т/год.

Дисмембратор

Дисмембратор складається з диска, що обертається з укріпленими на ньому по концентричних колах пальцями, корпусу, відкидної кришки з пальцями і воронкою. Матеріал через вирву надходить в центр дисмембратора, потрапляє між рухомими і нерухомими пальць. Принцип подрібнення такий самий, як і в дезінтеграторі. Зважаючи на те, що у дисмембратора лише один барабан рухливий, то за своєю конструкцією машина є компактнішою. Подрібнений матеріал видаляється через кільцеву решітку з круглими або затворними отворами. Ґрати призначені для попереднього відбору цільової фракції. Частинки, що летять при зіткненні з пальцями останнього ряду, вдаряються об ґрати та додатково руйнуються.

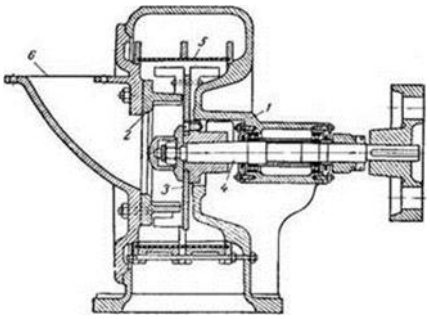

Рис.2.6 Дисмембратор

Рамний фільтр-прес

Апарат періодичної дії, який займає основне місце у фільтруванні. Переваги: простота експлуатації та конструкції, тому що виготовлені з дешевих та доступних матеріалів; легко піддаються ремонту; мають велику

фільтруючу поверхню; легко піддаються ремонту; можливість розділення складно фільтруючих рідин та інше.

Рамний фільтр-прес складається з задньої упорної плити та штуцерів для входу суспензії та виходу фільтрату, піддону для прийому осаду під час розвантаження. Основою фільтр-пресу є плити, які почергово з'єднані та між якими закріплена фільтрувальна тканина. За рахунок вертикального рифлення, фільтрувальна тканина не прилипає до плит і забезпечується дренаж фільтру. Порожнисту раму розміщують між двома плитами. Отвори в плитах та рамах утворюють канали для проходження суспензії, промивної води та фільтрату. Між плитами та рамами розміщують фільтрувальні перегородки для затримання твердої фази. Призначення гідравлічного затискача в тому, щоб затиснути плити та рами, але щоб отримати осад необхідно послабити затискач[**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Таблиця 2.14

Технічна характеристика рамного фільтрпресу

Параметр	Одиниці вимірювання	Показник
Робочий тиск	мПа	0,4
Якість фільтрування		4-5
Площа поверхні фільтрування	$м^2$	2,0
Розмір рами у світлі	мм	320
Товщина рами та плити	мм	30
Кількість рам	шт	13
Кількість плит	шт	12
Об'єм рамного простору	$м^3$	0,031
Маса	кг	475

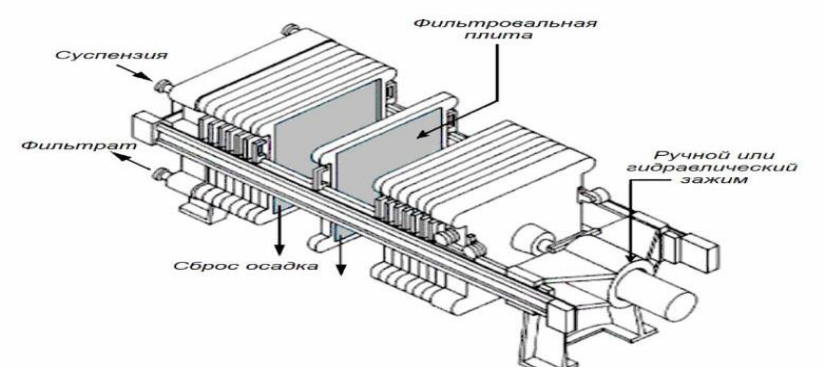

Рис. 2.7 Рамний фільтр-прес

Барабанна сушарка

Таблиця 2.15

Технічна характеристика

Призначення	Сипучі матеріали
Тип	Поточний
Характер роботи	Безперервний
Розміри барабана	Диаметр-2200мм, довжина-10000мм
Об'єм барабана	37,19 м^3
Число обертів барабану	3,15; 4,0; 5,0 об/хв
Кут ухилу корпуса	2-3˚
Привід	Електродвигун N=16 кВт, п=980 об/хв
Теплоносій	Повітря
Температура теплоносія	Не більше 600˚С
Габаритні розміри	Довжина-10000мм, ширина-3610мм, висота-3400мм

Експлуатація барабана допускається в діапазоні температур стінки від мінус 20 до плюс 400˚С. Продуктивність даного сушильного барабана становить 5 т/год

Кулачковий насос

Кулачкові насоси можуть перекачувати рідини із твердими частинками середнього розміру. Це можливо за рахунок конструкції - ротори не

стикаються один з одним, простору всередині камери насоса достатньо, щоб пропустити шматочки. Це особливо актуально для харчової промисловості.

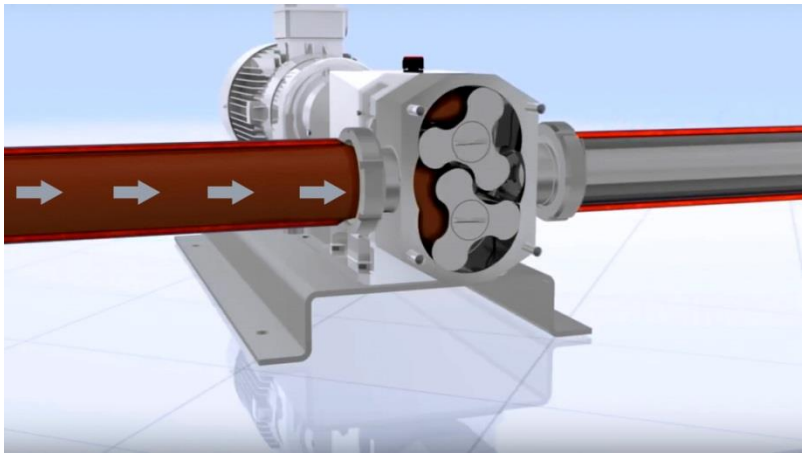

Рис. 2.8 Кулачковий насос

Роторний насос об'ємного типу, на відміну від відцентрових, якийсь час може працювати «всуху». Якщо трапиться короткочасна перерва в подачі продукту суспензії), обладнання не вийде з ладу за умови, що ущільнення змащені. Але довготривалої роботи насоса без рідини краще не допускати.

Принцип роботи кулачкових насосів:

Незалежно від різновидів вони мають однаковий принцип роботи. Спочатку рідина надходить у камеру пристрою. Потім виштовхується завдяки двом роторам, що синхронно обертаються, які не стикаються один з одним під час обертання. Тому обладнання називають по-різному: роторні, кулачкові, лопатеві.

Продуктивність: до 160 м3/год

Робочий тиск: до 30 бар

В'язкість: до 1000000 cPs

Діаметр з'єднань: від 1” до 6”

Температура: від -10 ° C до +180 ° C

Транспортування сировини

Гвинтовий(шнековий) конвеєр є установкою для подачі сипких і зернистих матеріалів на порівняно коротку дистанцію, до того ж їх мірного дозування.

Таблиця 2.16

Технічна характеристика

Найменування	Властивості
Продуктивність	від 0,1 до 30 м^3/год
Кут підйому шнека	0-50°
Діаметр труби	від 57 до 426 мм
Довжина робочої частини	до 12 м
Загальна довжина цільного	від 0,5 до 6,5 м
Швидкість обертання гвинта	від 0,5 до 180 об/хв
Крок гвинта	150-180 мм
Привід	
Потужність	від 0,55 кВт
Напруга	380 Вт
Обертаючий момент	від 50 Нм

Таблиця 2.17

Технологічне обладнання процесу виробництва

№	Назва	Марка	Продуктивність	К-ть
1	Барабанний змішувач	_	850 т/год	1
2	Барабанно-кульовий млин	_	від 2 т/год	1
3	Шнековий транспортер	ВК	від 0,1 до 30 м^3/год	8
4	Сушильний барабан	СМО022	5 т/год	1
5	Дезинтегратор	_	90 т/год	1
6	Термічна піч	_	від 500 кг/год	2
7	Кулачковий насос	_	до 160 м3/год	2

2.6 Опис апаратурно-технологічної схеми

На рисунку 2.8 представлена апаратурно технологічна схема виробництва оксид хрому. Для виготовлення шихти до барабанного змішувача **1** завантажують попередньо підготовлений дихромат калію та сірку (відносна вологість φ= 50%). Змішування відбувається протягом 15 хв. З апарату **1** готову шихту за допомогою шнекового транспортера **2** подають до термічної печі **3,** для проведення випалювання шихти при температурі 800 ˚С. Утворення окису хрому в процесі прожарювання калієвого хромпіку в присутності відновника сірки, відбувається при порівняно низьких температурах (близько 300); однак для отримання окису хрому задовільного якості прожарювання необхідно проводити при 700-800 так як тільки в цьому випадку оксид хрому утворюється в кристалічному стані і розкладаються побічні продукти, що виникають на проміжних стадіях реакції. Нагрівання печі **3** відбувається за допомогою природнього газу, під час цього процесу виділяється газ SO_4.

Після випалювання в термічній печі **3** напівфабрикат за допомогою шнекового транспортера **4** відправляють до кульового млина **5** на 30 хв. для подрібнення напівфабрикату до розміру d= 0.5 мм. Після подрібнення по шнековому транспортеру **6** відправляємо оксид хрому на промивання до апарату **7**, відразу гасять водою, яка відмиває від окису хрому розчинні солі K_2SO_4.

Після відмивання в апараті **7** за допомогою кулачкового насоса **8** оксид хрому з вологістю 35% відправляють до рамного-фільтр пресса **9** для розділення твердої і рідкої фази. Після цього відбувається повторне випалювання при температурі 800 ˚С в термічній печі **10**, промивання в апараті **12** та фільтрування в апараті **14**, транспортування сировини між цими стадіями відбувається за допомогою шнекового транспортера **11,13**. Потім за допомогою шнека **15** відбувається транспортування сировини до барабанної

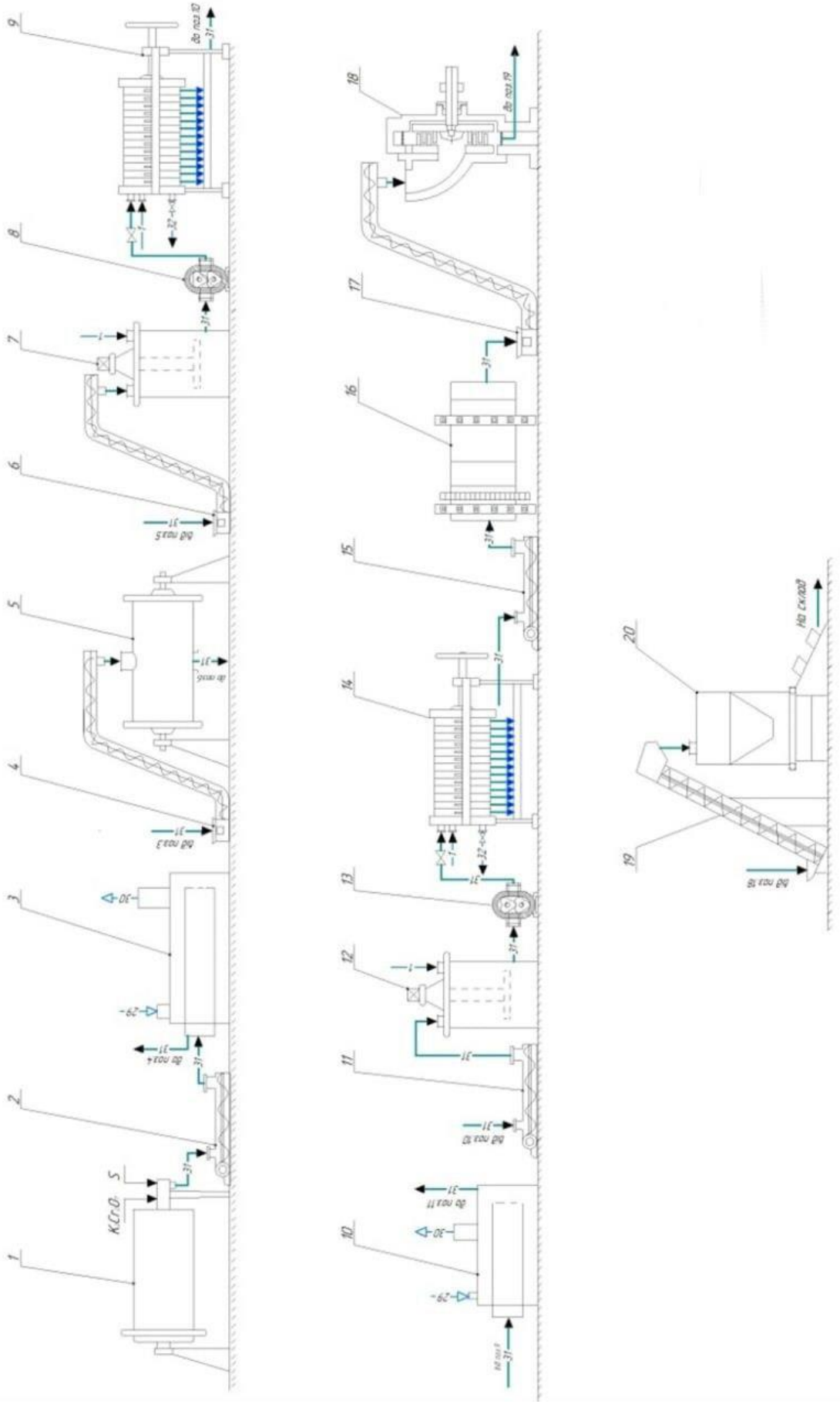

Рис. 2.9 Апаратурно-технологічна схема

сушарки **16** в якій проходить випаровування хімічно-зв'язаної води і відносна вологість нашого пігменту становить 1%.

За допомогою шнекового транспортера **17** оксиж хрому відправлять до дисмембратора **18** для подрібнення сировини до d=0.2 мм. Суха подрібнена речовина за допомогою шнека **19** відправляється до апарату **20** на упакування хром оксиду в спеціальні мішки масою 50 кг.

2.7 Розрахунок апарату

Барабанні сушарки застосовуються для сушки сипучих і кускових матеріалів топковими газами або підігрітим повітрям.

ГОСТ 11875-88 встановлює основні розміри і параметри барабанних сушарок.

Конструктивно сушарка являє собою циліндричний зварний корпус 1, який за допомогою насаджених на нього бандажів 4 встановлений на роликах опорної 10 і упорно-опорної 5 станції. Торці барабана заходять в завантажувальну 3 і розвантажувальну 2 камери. Барабан встановлений з нахилом під кутом 1-4° в сторону розвантаження і обертається з частотою до 8 об/хв. від електропривода 6 через підвінцеву 7 і вінцеву 8 шестерні. Остання закріплена на барабані.(рис.2.6)

Корпус барабанна оснащений внутрішньою насадкою, яка забезпечує рівномірний розподіл матеріалу по поперечному перетину барабана і кращій контакт його з теплоносієм. Тип насадки визначається крупністю і властивостями матеріалу, що підлягає сушінню.

Оптимальний режим сушіння – це режим, який забезпечує високоякісний сухий продукт при незначній витраті тепла та електроенергії.

Температура, необхідна для сушіння продукту, безпосередньо залежить від якісних характеристик даного продукту, а також умов технологічного процесу його виробництва. Щоб забезпечити інтенсивність і економічність

процесу сушіння, температура на початку сушіння приймається найбільшою в допустимих межах властивостей продукту, що висушується.

Для розрахунку теплового балансу була обрана стадія сушіння продукту.

Вихідні дані:

Продуктивність сушарки по вологому матеріалу:

10. Продуктивність сушарки по вологому матеріалу: G_1=1005кг/год;

11. Питома теплоємність абсолютно сухого матеріалу: c_2=781 Дж/(кг · ºС)

12. Вміст вологи в продукті:

- початковий: w_1=35%;
- кінцевий: w_2=1%;

13. Температура продукту, що надходить в сушильну камеру: θ_1=20°С;

14. Температура сухого продукту, що виходить із сушильної камери: θ_2=100°С

15. Температура зовнішнього повітря: t_0=25°С

16. Температура повітря після калорифера: t_1=90°С

17. Температура відпрацьованого повітря: t_2=60°С

18. Відносна вологість свіжого повітря: f_0=60%

Тепловий розрахунок

Тепловим розрахунком визначають параметри відпрацьованих газів, витрати сушильного агенту і витрати тепла на сушку.

Із рівняння матеріального балансу визначають продуктивність сушарки по висушеному матеріалу:

$$G_2 = G_1 \cdot \frac{100-\omega_1}{100-\omega_2}, \text{ кг/год;} \qquad (2.1)$$

Де G_1, кг/год – витрата вологого матеріалу.

$$G_2 = G_1 \cdot \frac{100-w_1}{100-w_2} = 1000 \cdot \frac{100-35}{100-1} = 656{,}6 \text{ кг/год} \qquad (2.2)$$

Визначають кількість вологи, впареної в сушарці:

$$W = G_1 - G_2, \quad \text{кг/год (кг/с);}$$

$$W = 1000 - 656{,}6 = 343{,}4 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 0{,}95 \text{ кг/с} \qquad (2.3)$$

Використовуючи h-x діаграму Рамзіна (рис.2.10) для вологого повітря, визначаємо початковий (x_0) і кінцевий (x_1) вологовміст повітря, а також характерні ентальпії. На перетині ліній знаходимо точку *A*, що характеризує початковий стан зовнішнього повітря. З точки *A*, опустивши перпендикуляр на вісь x, знаходимо значення $x_0 = 0{,}01$ кг пари/кг сухого повітря.

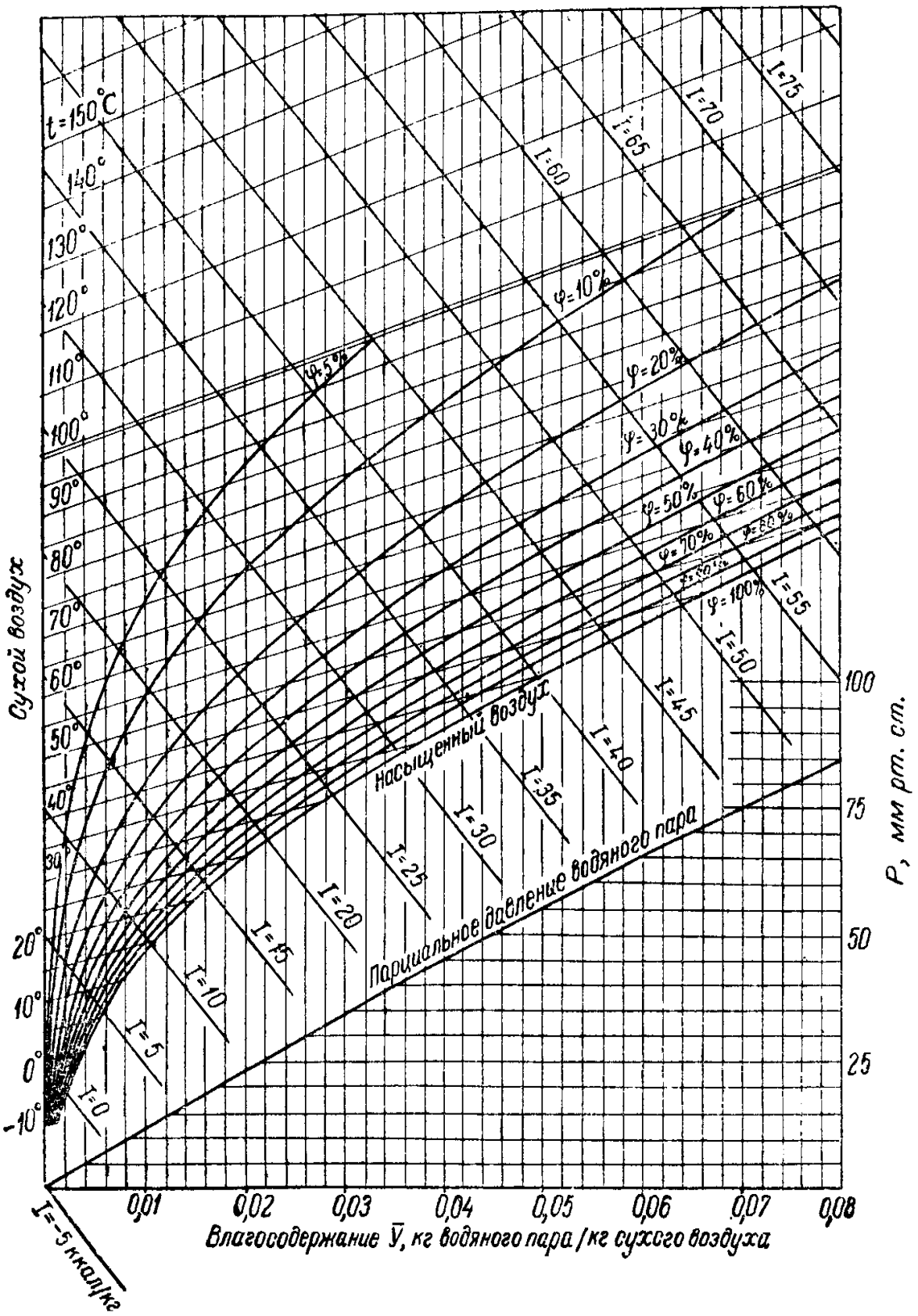

Рис.2.10 Діаграма Рамзіна

Через точку А проходить лінія постійної ентальпії (ізоентальпа) I_0 = 13 кДж/кг. З точки А, піднявшись по перпендикуляру до перетину з ізотермою t1 = 100 °С, знаходимо точку В, що характеризує стан повітря на виході з калорифера перед подачею в сушильну камеру. Від точки В рухаємося вниз по ізоентальпі I1 = 30 кДж/кг до перетину з ізотермою t2 = 65°С, отримавши точку С. З точки С, опустивши перпендикуляр на вісь х, знаходимо значення х1 = 0,024 кг/кг.(рис 2.11)

Враховуючи, що сушка протікає при I=const (адіабатична сушка). Із точки В проводять лінію теоретичного процесу ВС до перетину з ізотермою t_2= const або з лінією φ_2= const. Точка С характеризує стан повітря на виході з сушарки. Для точки С визначають: вологовміст $x_2, \frac{кг}{кг.сух.пов.}$, ентальпія $I_2 = I_1, \frac{Дж}{кг}$.

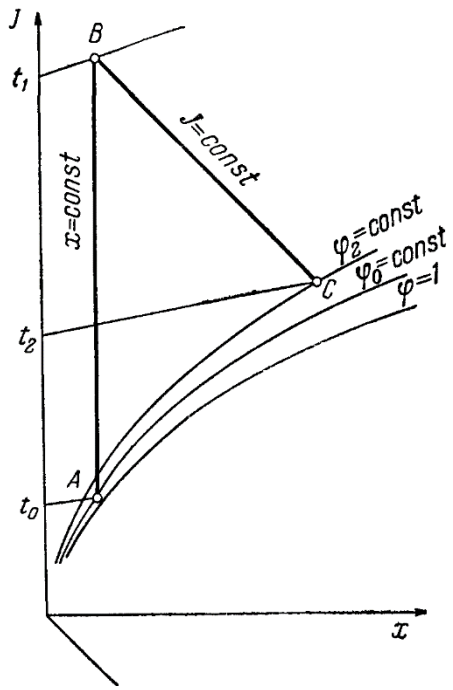

Рис. 2.11 побудова теоретичного процесу сушки на I-X діаграмі

Визначають питому витрату повітря за формулою:

$$l = \frac{1}{x_2 - x_0}, \qquad кг/кг;$$

$$l = \frac{1}{0.045-0.01} = 28.5 \text{ кг/кг} \qquad (2.5)$$

Визначають витрату повітря на сушку:

$$L = l \cdot W, \quad \text{кг/с};$$

$$L = 28.5 * 0.95 = 27{,}075 \text{кг/с} \qquad (2.6)$$

Визначають питому витрату тепла на нагрівання повітря в калорифері за формулою:

$$q = l(I_1 - I_0), \quad \text{Дж/кг};$$

$$q = 28.5 * (30 - 13) = 484.5 \qquad (2.7)$$

Визначають витрату тепла на сушку за формулою:

$$Q = q \cdot W, \quad \text{Вт}$$

$$Q = 484.5 * 0.95 = 460 \text{ Вт} \qquad (2.8)$$

Конструктивний розрахунок

Конструктивним розрахунком визначають основні розміри барабана, а також потужність що необхідна для обертання барабана при сушці.

Визначають середню масу матеріалу:

$$G_{сер} = \frac{G_1 + G_2}{2}, \qquad \text{кг/год (кг/с)};$$

$$G_{\text{сер}} = \frac{G_1 + G_2}{2} = \frac{1000 + 656{,}6}{2} = 828.3 \text{ кг/год (кг/с)}; \qquad (2.9)$$

Визначають об’єм барабана:

$$V = \frac{W}{A}, \quad (\text{м}^3)$$

$$V = \frac{343.4}{50} = 6{,}9 \text{ м}^3 \qquad (2.10)$$

Відношення довжини барабана до діаметра повинно бути таким: L/d=3,5-7.

Звичайно приймають відношення. L/d =5.

Діаметр барабана знаходять із наступного співвідношення, м:

$$d = \sqrt[3]{\frac{V_б}{3,925}} = \sqrt[3]{\frac{6,9}{3,925}} = 1,2 \qquad (2.11)$$

Розрахунковий діаметр округляють до найближчого стандартного значення(табл.2.18) за ГОСТом 11875-88 (1000-1200-1400-1600-1800-…-2200мм)

Довжина барабана, м:

$$L = 5 * d = 5 * 1.35 = 6.75 \qquad (2.12)$$

Розрахункову довжину округлюють до найближчого стандартного значення за ГОСТом 11875-88 (8000-12000-16000-20000-22000мм) табл.2.16

Уточнюють об'єм барабана:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L, \ (м^3)$$

$$V = \frac{3.14*1.2^2}{4} * 6.75 = 7.6 \ м^3 \qquad (2.13)$$

Визначають тривалість процесу сушки:

$$\tau = \frac{\beta \rho_ч (1+\psi)}{2A[200-(1-\psi)]}:$$

$$\tau = \frac{0.02*2000(1+0.15)}{2*50*[(1-0.15)]} = 0.027 = 1.62хв \qquad (2.14)$$

Визначають частоту обертання барабана:

$$n_б = \frac{mkL_б}{\tau Д_б tg\alpha}$$

$$n_б = \frac{0,6*0,7*8}{1,62*1,2*tg4°} = 20 \ об/хв \qquad (2.15)$$

де m = 0,6 – коефіцієнт, що залежить від типу насадки (прийнято для підйомнолопатевої насадки);(табл.2.18)

R = 0,7 – коефіцієнт, що враховує прямоточний рух оксид хрому і повітря.

Lб = 8 м – довжина барабана;

Дб = 1,2 м – діаметр барабана;

α = 4° – кут нахилу барабана до горизонта;

τ – тривалість процесу сушіння, хв.

Таблиця 2.18

Тип насадки	Значення а при діаметрі барабана, мм				
	1200	1600	2000	2400	2800
Під'ємно-лопатева	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Розподільна	0,6	0,5	0,43	0,375	0,336
Секторна: - з 4 секцій - з 5 секцій	 0,741 0,95	 0,737 0,937	 0,739 0,935	 0,739 0,936	 0,715 0,911
З закритими комірками	0,656	0,437	0,332	0,328	0,325

Необхідна потужність, що розраховується на обертання барабана, з урахуванням установки двох барабанів визначається по формулі:

$$N = 0.0013 * D_б^3 * L_б * \rho_м * k_{нас} * n_б$$

$$N_p = 0{,}0013 * 1{,}2^3 * 8 * 2000 * 0{,}038 * 20 = 27{,}3 \text{ кВт} \qquad (2.17)$$

де, n – число обертів за сек.

де : k нас. = 0,038 - коефіцієнт потужності, що залежить від типу насадки і коефіцієнта заповнення барабана

Приймається за табл. 2.19

Таблиця 2.19

Значення коефіцієнта σ

Тип насадки	Значення σ при степені заповнення барабана, мм			
	0,1	0,15	0,20	0,25
Під'ємно-лопатева	0,038	0,053	0,063	0,071
Розподільна	0,013	0,026	0,038	0,044
З закритими комірками	0,006	0,008	0,01	0,011

Далі визначаємо діаметри патрубків для подачі і відведення оксид хрому у сушарку за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4*G}{3.14*v*p}} = \sqrt{\frac{4*0.18}{3.14*0.5*380}} = 0.03 \text{ м} \qquad (2.18)$$

Діаметри патрубків для підведення-відведення сушильного повітря визначаємо за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4*2125/3600}{3.14*1*1.5}} = 0.7м \qquad (2.19)$$

Приймаємо діаметр патрубку 700 мм. Для патрубка виведення відпрацьованого повітря приймаємо максимально рекомендовану швидкість, а саме 10 м/с. Це необхідно для створення потрібного напору задля подальшого очищення газу у циклоні.

Таблиця 2.20

Загальні характеристики барабанної сушарки

ОСТ 26-01-437-78					ОСТ 26-01-446-78		ОСТ 26-01-445-78			ОСТ 26-01-447-78		
Розміри барабана, мм					Маса, кг		Розміри бандажа, мм			Розміри роликів, мм		
Тип насадки	Діаметр D	Довжина L	Відстань між опорами l_o	Товщина стінки S	Барабана $m_б$	Венця $m_в$	Ширина $в_б$	Висота $h_б$	Діаметр $d_б$	Діаметр $d_{ор}$	Ширина $в_{ор}$	Ширина $в_{ур}$
Лопатева	1000	4000	2300	5	900	500	155	90	1310	300	120	50
		6000	3500		1270							
	1200			6	1860	750			1530	400	150	55
		8000	4700		2430							
		10000	5900		3010							
	1600	8000	4700	8	4740	1095			1990	500	190	70
		10000	5900		5850							
		12000	7000		6940							

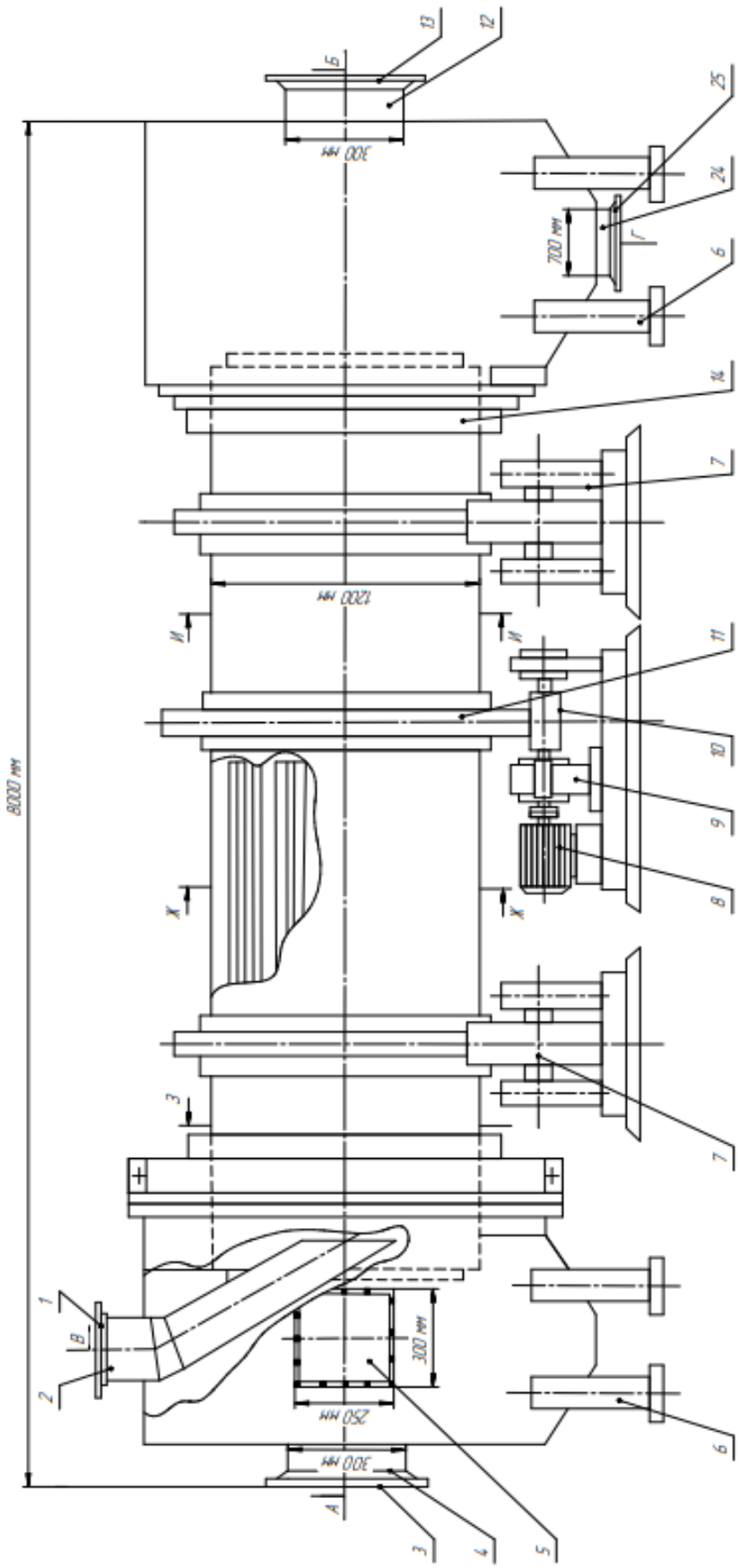

Рис. 2.12 загальний вигляд барабанної сушарки

РОЗДІЛ ІІІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Виробнича програма підприємства - це система завдань з виробництва і доставки продукції споживачам.

Виробнича програма підприємства є планом виробництва та реалізації продукції та основним розділом плану господарсько-фінансової діяльності підприємства.

Вона визначає:

- обсяги випуску продукції;
- номенклатуру продукції;
- асортимент продукції;
- кількість;
- якість;
- вартість продукції.

Задачі розроблення виробничої програми:

1) найбільш повне використання виробничих потужностей та ресурсного потенціалу підприємства;

2) забезпечення стійких темпів зростання випуску продукції як у вартісних, так і у натуральних показниках;

3) формування номенклатури та асортименту, підвищення якості продукції з урахуванням попиту та дій конкурентів.

Економічні показники:

- основні та оборотні фонди;
- персонал підприємства;
- собівартість;
- оплата праці;
- прибуток, рентабельність.

3.1 Основні та оборотні фонди

Таблиця 3.1

Вартість основних фондів

№	Назва устаткування	Кількість, шт	Ціна за 1 шт, грн	Витрати на придбання устаткування, тис.грн.	Транспортні витрати, грн.	Витрати на монтаж, грн.	Кінцева вартість, грн.
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1	Змішувальний апарат	2	50.000	100.000	4.500	7.000	111.500
2	Шнековий транспортер	7	42.000	294.000	3.780	5.000	302.780
3	Піч	2	100.000	200.000	3.696	5.000	208.696
4	Кульовий млин	1	70.000	70.000	5600	8.200	83.800
5	Апарат для промивання	2	51.500	103.000	3.700	5.100	111.800
6	Дезинтегратор	1	80.000	80.000	7.200	9.200	96.400
7	Фасувальна машина	1	150.000	150.000	9.000	11.000	170.000
8	Кулачковий насос	2	15.000	30.000	1.152	3.048	34.200
9	Рамний фільтр прес	2	60.000	120.000	5.000	7.000	132.000
10	Барабанна сушарка	1	73.000	73.000	6.240	8.760	88.000
	Сумарні витрати	*1 339 176*					

Таблиця 3.2

Вартість оборотних фондів

№	Назва реагентів	Сума, грн/рік
	1	**2**
1	Технічна вода	80 000
2	Дихромат калію	300 000
3	Сірка	230 000
4	Природній газ	90 000
	Загальна вартість:	*700 000*

3.2 Розрахунок чисельності працівників

Працівники підприємств хімічної промисловості мають чітко встановлений графік роботи. Робочий день починається о 8.00 – 17.00, тобто тривалість робочого дня - 9 годин – це 45 годин на тиждень.

Таблиця 3.3

Заробітна плата

Посада	Чисельність	Заробітна плата, грн/місяць
1	**2**	**3**
Директор	1	32 000
Інженери	5	17 000
Бухгалтери	4	14 000
Технологи	4	15 000
Апаратники	4	13.500
Керівники структурних підрозділів	3	20 000

Продовження табл. 3.3

Вантажники, прибиральники	7	8 000
Всього:	**36**	**403 000**

Сума на соціальні відрахування, 26% від заробітної плати:

$$403\,000 \cdot 0{,}26 = 104\,780 \text{ грн}$$

Витрати в рік на заробітну плату складають:

$$104\,780 \cdot 12 = 1\,257\,360 \text{ грн}$$

3.3 Поточні витрати на обладнання

Таблиця 3.4

Амортизація на витрати на ремонти

Вид основних фондів	**Амортизація**		**Витрати на капітальні та поточні ремонти**		**Загальні витрати, тис. грн**
	У %	**Сума, тис. грн**	**У %**	**Сума, тис. грн**	
Апарати і устаткування	10	120	8	96	216

Таблиця 3.5

Загальні витрати на виробництво та реалізацію запланованої продукції

№	**Витрати**	**Сума, грн**
1	Сировина та матеріали	*1 339 176*
2	Енерговитрати	25 000
3	Транспортні витрати (5% від сировини)	35 000
4	Заробітна плата	403 000
5	Соціальні відрахування	104 780
6	Експлуатація обладнання (6% від обладнання)	80 350

Продовження табл. 3.5

7	Амортизація та витрати на ремонт	216 000
	Всього:	**2 203 306**

Отже, собівартість виробництва – **2 203 306 гривень.**

Рентабельність виробництва складає 17,3%.

РОЗДІЛ IV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Однією з головних вимог до пігментів є нерозчинність у дисперсійних середовищах. Крім того, пігменти не повинні мати у своєму складі водорозчинних речовин, цей показник обов'язково регламентують у ТУ У та ДСТУ на пігменти.

Вміст водорозчинних речовин не повинен перевищувати, наприклад, для залізної блакиті 2 %, для фталоціанінового блакитного 0.5 % і це пов'язано з можливістю виникнення підплівкової корозії на металевих поверхнях за наявності у захисній плівці водорозчинних речовин. Дійсно, в процесі експлуатації пігментованих покриттів в атмосферних умовах можливе вилужування з покриття водорозчинних речовин. Дифузія корозійнодіючих агентів до підкладки може полегшуватись внаслідок утворення пустот у покритті та внаслідок явища осмосу при різній концентрації води над та під плівкою. Якщо водорозчинна домішка є електролітом, прискорюються процеси електрохімічної корозії підкладки. Отже, вміст водорозчиних речовин повинен чітко контролюватися у складі пігментів.

1) При відборі проб одиниці продукції, відібрані для контролю, повинні бути перед розтином ретельно очищені зовні, щоб уникнути забруднення продукту (попадання пилу та ін.).

2)Точкові проби окису хрому відбирають із будь-яких точок одиниць продукції механічним пробовідбірником або будь-яким аналогічним засобом, занурюючи його на повну робочу довжину.

Маса точкової проби має бути не менше 0,2 кг.

3)Відібрані точкові проби з'єднують разом, ретельно перемішують та отримують об'єднану пробу, з якої методом квартування отримують середню пробу продукту масою не менше 0,5 кг.

4)Середню пробу поміщають у чисту, суху, банку, що щільно закривається, або поліетиленовий пакет.

На банку або пакет з пробою наносять позначення.

Методи аналізу

Походження кольорової речовини.

Порядок:

Кип’ятять 2 г зразка 2 хв в 25 мл води, дають відстоятись і декантують надосадову рідину. Аналогічно кипп’ятять залишок в 25 мл етилового спирту (абсолютного або 95 %) і декантують, як і раніше. Так само кип’ятять в 25 мл хлороформу і знову декантують. Якщо будь-який із зазначених вище розчинів забарвлений, присутні органічні речовини. Якщо всі розчини залишаються безбарвними, органічні кольори імовірно відсутні. Наявність органічних кольорів, стійкі до перерахованих вище реагентів, малоймовірні, але можуть бути перевіряється за посиланням на процедури, наведені в стандартних довідкових роботах.

Волога та інші леткі речовини.

Розчинність у воді.

Порядок дій:

Помістіть 2,5 г зразка в мірну колбу на 250 мл. Додати 100 мл води і кип’ятити 5 хв. Остудити, розбавити рівно 250 мл, перемішати і дати відстоятися. Відфільтруйте надосадову рідину через сухий папір і викиньте

перші 20 мл. Випарюють 100 мл прозорого фільтрату досуха у зважуваному посуді, нагрівають протягом 1 год. при 105-110°С, охолоджують і зважують.

Обчислюють % речовини, розчинної у воді наступним чином:

Речовина, розчинна у воді, %= (R×2,5×100)/S

де:

R = маса залишку,

S = маса зразка, г/

Загальний показник оксид хрому.

Використовуючи г зразка, виконайте дії, описані в розділі 30.

(0,20±0,01) г окису хрому зважують (результат зважування в грамах записують до четвертого десяткового знака), поміщають у конічну колбу місткістю 750 см3, додають піпеткою 10 см3 розчину двохромовокислого калію, 10 см3 сірчаної кислоти /см3 і нагрівають до помітного виділення парів сірчаної кислоти. При цьому розчин стає прозорим і не спостерігається частинок окису хрому, що не розклалися. Після охолодження до розчину доливають 100 см3 води і кілька прийомів додають 70 см3 розчину гідроксиду натрію, 40 см3 розчину перекису водню, нагрівають і кип'ятять протягом 20 хв для розкладання перекису водню. До охолодженого розчину додають розчин сірчаної кислоти, розведеної 1:1, до помаранчевого забарвлення і ще надлишок тієї ж кислоти обсягом 15 см3. Далі додають 5 см3 ортофосфорної кислоти, 1 см3 індикатора, доводять об'єм розчину до 300 см3 водою і титрують розчином солі Мора до переходу фіолетово-вишневого забарвлення зелену.

РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

У процесі проєктування нових і експлуатації існуючих підприємств повинні враховуватися питання охорони праці й навколишнього середовища. Усі підприємства необхідно постачити очисними спорудженнями. У зв'язку прийняттям протоколу Европейського парламенту REACH в Україні посилені вимоги до екологічної безпеки лакофарбових матеріалів як з точки зору заборони виробництва матеріалів з високим вмістом легколетких органічних сполук.

На виробництві передбачені природоохоронні заходи :

- організація технологічного процесу передбачена на території ,що має тверде суцільне водонепроникне покриття ,
- використання справного технологічного обладнання ;
- у разі виникнення необхідності , ремонтні роботи техніки , обладнання тощо , що передбачені до використання при реалізації технологічного регламенту , проводити у спеціально передбачених та організованих для можливості реалізації , з точки зору вимог законодавства України , місцях :
- У разі встановлення зменшення ефективності роботи передбаченого мультицеклону , відповідно з визначеними у наданому ОВНС , До приведення їх ефективності до відповідності , технологічні роботи підлягають припиненню ;
- наявність чіткого регламенту та необхідної кількості засобів на випадок виникнення необхідності оперативної ліквідації , у повному обсязі , з метою мінімізації можливого негативного впливу на оточуюче природне середовище , будь - якої аварійної ситуації ;

- припинення робіт при виникненні будь - яких нештатних ситуацій (поломка , аварії , тощо) до приведення технологічного процесу до нормальних умов ;
- дотримання інших природоохоронних заходів , передбачених відповідними режимними картами котлів ;
- недопущення перевищення розрахунково визначених концентрацій по основним забруднюючим речовинам;
- забезпечення обладнання необхідною запірною арматурою і контрольно вимірювальними приладами, встановленими в місцях, зручних для обслуговування та провадження заходів контролю;
- використання у технологічному процесі обладнання, яке виготовлено з корозійностійких матеріалів;
- проведення регулярного моніторингу стану навколишнього природного середовища:
- сировина, що використовується на об'єкті , повинна відповідати технічним умовам, державним стандартам, санітарним нормам та регламентам технологічних процесів .
- Використання тільки тої сировини, що закладена техрегламентом та сировинною базою:
- робота технологічного устаткування у форсованому режимі заборонено :
- облаштування місць тимчасового зберігання відходів відповідно до вимог законодавства ;
- вести первинний поточний облік кількості , типу і складу відходів і подавати щодо них статистичну звітність у встановленому порядку
- електронне керування процесами і автоматизація паливоподачі , горіння та виведення золи з твердопаливного котла
- ізоляція всіх гарячих частин обладнання та трубопроводів ;

- підтримка повної технічної готовності обладнання і герметичності трубопроводів ;
- проведення систематичного контролю за герметичністю клапанів , арматури та з'єднань трубопроводів ;
- додержання встановлених нормативів ГДВ забруднюючих речовин в атмосферне повітря .

РОЗДІЛ VI ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Обов'язки служби охорони праці

В данній кваліфікаційній роботі актуальною є тема «Технологія вирбництва пігменту оксид хрому» .До виробництва пігменту залучений кваліфікований персонал, який працює в приміщенні з обладнанням. На робочому місці присутні наступні шкідливі та небезпечні виробничі фактори:

- повітря робочої зони;
- виробничий шум, вібрації;
- небезпека ураження електричним струмом;
- небезпека впливу елементів устаткування нагрітих до високих температур;
- виробниче освітлення;
- надзвичайні ситуації.

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

Інструкції з охорони праці на підприємстві розробляються на основі нормативно-правових актів з охорони праці, технологічної документації підприємства з урахуванням конкретних умов виробництва та вимог безпеки. Готові інструкції затверджуються роботодавцем і є обов'язковими для

дотримання працівниками підприємства. Інструкції мають відповідати законодавству про охорону праці.

Виробниче освітлення

Робота за категоріями 1-4 розрядів на виробничій дільниці частіше всього забезпечує працівників системою комбінованого освітлення.

Тому, що при введенні загальної системи величезні витрати на електроенергію недоцільні. З цієї ж точки зору потрібно надавати перевагу локалізованому, загальному освітленню, в тому числі і в системі комбінованого, витримуючи при цьому допустимі норми нерівномірності освітлення. Нормативна освітленість Ен-300 лк.

Вібрації, виробничий шум

Вібрації - це тремтіння або струси всього тіла чи окремих його частин під час різних робіт (бетоноукладання, пневмо-електроподрібнення порід чи шляхового покриття, роботи в шахтах з відбійним молотком, розпилювання матеріалів тощо).

Промислова вібрація може бути викликана недостатньою віброізоляцією та зношеністю обладнання . Це може завдати серйозної шкоди здоров'ю людини, в тому числі:

Струс мозку;

серцева недостатність;

неврологічні та судинні розлади;

компульсивний

Промисловий шум і вібрація на частотах вище 200 Гц, можуть викликати напади втоми, сильне виснаження хитку нервову систему і призводять до посилення психічного розладу.

Причиною появи шуму є обладнання для виробництва зеленого пігменту оксид хрому (барабанний змішувач, барабанна сушарка, дезинтегратор, барабанний кульовий млин).

Рівень джерел шуму L=105дБА. В наш час експлуатація переважної більшості технологічного обладнання, енергетичних установок, машин та

механізмів, пов’язана з виникненням шумів та вібрації різної частоти та інтенсивності, котрі справляють несприятливий вплив на організм людини .

Як індивідуальні засоби для захисту від шуму прийнято протишумові навушники ПШН-Б. Призначені для захисту органів слуху від дії середньо- та високочастотного шуму з рівнем до 115 дБа. Фактичні рівні шуму відповідають L=60 дБа.

Електробезпека:

Струм 0,1 А смертельний для людини. Для запобігання ураження електричним струмом все електрообладнання має бути заземлено (занулено).

Перед початком роботи на обладнанні під напругою необхідно перевірити його на придатність до експлуатації, ізоляцію проводів та надійність заземлення. Не торкайтеся оголених та незахищених частин електрообладнання. У разі порушення ізоляції електричної лінії, оголених струмовідних частин електрообладнання або порушення заземлення ви повинні негайно повідомити свого безпосереднього керівника для вжиття заходів щодо усунення несправності.

Ремонтувати електрообладнання самостійно ЗАБОРОНЕНО. Цю роботу може виконувати тільки електрик, який має ліцензію на ремонт електрообладнання.

При перерві в подачі електроенергії, а також коли треба залишити робоче місце, необхідно вимкнути устаткування, машину чи механізм.

При роботах, під час виконання яких можна випадково доторкнутися до струмоведучих частин, треба застосувати тільки справні і випробувані діелектричні засоби захисту.

Повітря робочої зони:

На нашому виробництві використовуються печі ,тому необхідний обов’язковий контроль за темпаратурою приміщення та вмістом шкідливих речовин у повітрі.

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони - це концентрації, що при щоденній (крім вихідних днів) роботі протягом 8 годин чи іншої тривалості, але не більше 41 години на тиждень, протягом усього

робочого стажу не можуть викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, які виявляються сучасними методами досліджень, у процесі роботи чи у віддалений термін життя нинішнього і наступного поколінь. За ступенем дії на організм шкідливі речовини відповідно до ДСТУ Б А.2.4-41:2009 поділяються на 4 класи небезпеки:

I клас - надзвичайно небезпечні;

П клас - високонебезпечні;

III клас - помірно небезпечні;

IV клас - малонебезпечні.

Відповідні вимоги:

перевірити забезпечення (забезпечити) працівників спеціальним одягом відповідних розмірів (у т. ч. головними уборами — бажано з натуральних тканин), здійснювати контроль за їх використанням;

обмежити допуск до роботи в умовах підвищеної температури осіб молодше 25 і старше 40 років;

не допускати до роботи працівників у хворобливому або втомленому стані;

доукомплектувати медичні аптечки та забезпечити ними робочі місця;

провести позапланові інструктажі з працівниками щодо дотримання вимог безпечного ведення робіт та надання долікарської допомоги у разі сонячного та теплового удару;

за можливості не проводити роботи на відкритому повітрі при температурі повітря вище 37 °С;

скласти розклад роботи так, щоб працівники регулярно відпочивали в охолоджуваних приміщеннях або у тіні. При виконанні важких робіт збільшувати перерви, регулювати графік роботи, зміщуючи час роботи у більш прохолодний період доби, додати кількість технологічних перерв;

зменшити фізичне навантаження працівників, по можливості механізувати виробничий процес або залучати додаткових робітників;

забезпечити працівників на робочих місцях охолодженою питною водою, вітамінізованими напоями (разом з потом з організму людини виводяться

солі та мікроелементи, тому слід дотримуватися питного режиму — пити часто і невеликими порціями);

проводити медичні огляди на початку робочої зміни працівників, які виконують роботи, що віднесені до робіт з підвищеною небезпекою;

проводити постійний моніторинг погодних умов і при їх погіршенні негайно вживати відповідних заходів для поліпшення умов праці працюючих на відкритому повітрі.

Енерговитрати за таких умов праці складають більш 287 Дж/с. У зв'язку з цим передбачено можливість відпочинку персоналу в закритому приміщенні.

При проектуванні штучної (механічної) загальнообмінної вентиляції, яка призначена для вилучення з приміщення надлишків тепла, вологи та інших шкідливих виділень необхідно приймати розрахункові параметри згідно з ДСТУ Б А.2.4-41:2009

ВИСНОВКИ

1. Проведено огляд науково технічної літератури з технології виробництва оксид хрому.

Досліджено існуючі технології отримання.

Розглянуто сфери застосування у таких галузях як: косметика, будівництво, а також використання у таких виробах як лаки,фарби ,ювелірна справа.

Для подальших досліджень обрано технологію випалювання дихромат калію з сіркою

2. Було побудовано принципово-технологічну схему виробництва оксиду хрому.

3. Розраховано матеріальний та тепловий баланс виробництва потужністю 650 кг/год. Загальні втрати складають 3,9%.

4. Зроблено підбір обладнання для апаратурно-технологічної схеми.

5. Проведено розрахунок економічної ефективності виробництва рентабельніть 17.3%, собівартість виробництва – 2 203 306 гривень .

6. Наведені основні методи перевірки та контролю якості продукції. Описані методи відбору проб, технічні показники якості.

7. Розглянуто основні аспекти впливу виробництва на екологію та навколишнє середовище.

Запропоновано заходи для зменшення впливу шкідливого впливу викидів виробництва на навколишнє середовище.

8. Запропоновано основні заходи з охорони праці на виробництві оксиду хрому. ДСТУ Б А.2.4-41:2009

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Беленький Е.Ф. Химия и технология пигментов. Издание третье. с.11-14 с.529-543
2. Чекалин М.А. и др. Технология органических красителей и промежуточных продуктов : Учебное пособие для техникумов.- 2е изд., перераб. – Л.: Химия, 1980. 472с., ил.
3. Аналитическая химия синтетических красителей: Пер. с англ. -Л.: Химия, 1979. —576 с., ил. Нью-Йорк: Джон Уайли, 1977.
4. Химия синтетических красителей. Под ред. Венкатарамана К. Пер. С англ. под.
5. ред. проф. Эфроса Л. С. Л., «Химия», 1974.
6. К. Венкатараман «ХИМИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ» т. 2 , Редактор Э. М. Лезина Техн. редакторы: Е. Я. Эрлих С. С. Левин Корректоры: Р. Б. Мазурини, К. А. Ланская
7. Мельников Б.Н., Виноградова Г. И. Применение красителей. Учеб. Для вузов – М.: Химия , 1986. – 240 с.
8. Неорганические соединения хрома: Справочник/ Сост.: Рябин В.А., Киреева М. В., Берг Н. А. и др. – Л.: Химия, 1981.-208 с., ил.
9. Лидин Р.А. "Химические свойства неорганических веществ" Часть 2. с.144-145
10. Chernii V.Ya. Novel zirconium (IV) and hafnium (IV) phthalocyanines with dibenzoylmethane as out-of-plane ligand: Synthesis, X-ray structure and fluorescent properties / Chernii, V.Ya, Tretyakova I.N., Bon V.V.// Dyes and Pigments. – 2012. – V. 94, № 2. – P. 187–194.
11. Горловский И.А. Лабораторный практикум по химии и технологии пигментов / И.А. Горловский, А.М. Бочарова, В.Д. Суворова. – Л.: Химия, 1978. – 224 с.

12. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях в дипломних проектах і роботах для спеціалістів і магістрів хіміко-технологічного факультету і факультету біотехнології та біотехніки» [Текст]/ Уклад.: А. Т. Орленко, Н. А Праховнік, Ю.О. Полукаров – К.: НТУУ «КШ», 2012. – 62 с.

13. 21. Т. Д. Авербух и П. Г. Павлов-«Технология соединения хрома», издательство «Химия»1973 год. [стр.171-189]

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

15. Процеси та апарати хімічної технології: навч. посібник з курсового проектування / А.І. Дубинін, Р.І. Гаврилів, І.О. Гузьова; за ред. А.І. Дубиніна. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 360 с. (99-119)

16. Барабанна сушарка: Веб сайт URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%96_%D1%81%D1%83%D1%88%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B8

17. Кулачковий насос: Веб сайт URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B3%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B0

18. Кульовий : Веб сайт URL: https://www.europromtech.com.ua/hlibopekarske-ta-konditerske-obladnannya/obladnannya-dlya-virobnictva-shokoladu-ta-shokoladnoyi-glazuri/kulovi-mlini/

19. Шнековий транспортер : Веб сайт URL: https://www.3bhungaria.com.ua/conv-worm

20. Барабанний змішувач : Веб сайт URL: https://tehnolog.com.ua/catalog/bulk_mixers/mixer-to-make-food-additives/

21. Дисмембратор : Веб сайт URL: https://studme.org/117206/tehnika/dezintegratory_dismembratory

22. Рамний фільтр-прес : Веб сайт URL: https://mash-xxl.info/info/327294/

23. Термічна піч : Веб сайт URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%96%D1%87

24. Безпека праці та промислова санітарія : курс охорони праці для студентів інженерно-економічного напряму підготовки / К. Н. Ткачук, О. Л. Гуменюк, Т. П. Бивойно [та ін.]; за ред. К.Н. Ткачука і О.Л. Гуменюк – Чернігів : ЧДТУ, 2010. – 368 с.

25. Кобилянська І. М., Кобилянський О. В., Яблочніков С. Л. Основи охорони праці : Навчальний посібник. – Вінниця, 2007. – 171 с

26. Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи / Под общ. ред. В. Н. Соколова. – Л. : Машиностроение, 1982. – 384 с.

27. Сушіння : Веб сайт URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Сушіння

28. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра / укладачі: Р. О. Острога, М. С. Скиданенко, Я. Е. Михайловський, А. В. Іванія. – Суми : Сумський державний університет, 2019. – 32 с.

29. Методи контролю якості оксид хрому: Веб сайт URL :https://civiledu.co/wp-content/uploads/2021/09/D-126.pdf

30. Загальна хімічна технологія: промислові хіміко-технологічні процеси: навч. посіб./С.В. Іванов, Н.М. Манчук, П.С. Борсук. – К.: Ви-во Нац. авіац. ун-ту «Нау-друк», 2010р. с. 280 (с. 175-177)