

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

Факультет Інженерії
(повне найменування факультету)

Кафедра Хімічної інженерії та екології
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

освітнього ступеня бакалавр
(бакалавр, магістр)

спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія
(шифр і назва спеціальності)

на тему Виробництво барій карбонату потужністю 50 тис. т/рік з розробкою стадії сушіння готового продукту

Виконав: здобувач вищої освіти групи ХТ-17з

Гаджимурадова Е. Е.
(прізвище, та ініціали) (підпис)

Керівник Золотарьова О. В.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Завідувач кафедрою Суворін О. В.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент Римар Т. Е.
(прізвище та ініціали) (підпис)

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля**

Факультет _____ Інженерії
Кафедра _____ Хімічної інженерії та екології
Освітній ступінь _____ бакалавр
(бакалавр, магістр)
Спеціальність _____ 161 Хімічні технології та інженерія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою ХІЕ

_____ О. В. Суворін

« _____ » _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Гаджимурадовій Евеліні Ельманівні

1. Тема проекту:

Виробництво барій карбонату потужністю 50 тис. т/рік з розробкою стадії сушіння готового продукту

Керівник проекту _____ Золотарьова Олена В'ячеславівна, к.пед.н.

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

затверджені наказом по університету від 18.03.2021 р. № 54/15.25

2. Строк подання студентом проекту – 01 червня 2021 р.

3. Вихідні дані до проекту: літературні, патентні та регламентні дані.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ. 1. Стислий аналітичний огляд з обґрунтуванням методу виробництва. 2. Характеристика сировини, напівфабрикатів, готової продукції. 3. Опис технологічної схеми. 4. Матеріальні і теплові баланси. 5. Вибір і розрахунок основного апарату. 6. Вибір допоміжного обладнання. 7. Контроль роботи, норми і правила обслуговування основного апарату. 8. Ресурсозбереження і охорона навколишнього середовища. 9. Охорона праці. Висновки. Анотація. Список використаної літератури. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Технологічна схема виробництва (1 аркуш).
2. Креслення барабанної сушарки (1 аркуш).
3. Таблиця матеріального балансу (1 аркуш)

6. Консультанти розділів проекту

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|-----------------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| 1-9 | Золотарьова О.В., доцент кафедри ХІЕ | | |
| з нормоконтролю | Золотарьова О.В., доцент кафедри ХІЕ | | |

7. Дата видачі завдання – 18 березня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| Пор № | Назва етапів дипломного проекту | Термін виконання етапів проекту | Примітка |
|-------|--|---------------------------------|----------|
| 1 | Вступ | 27.03.2021 | |
| 2 | Стислий аналітичний огляд з обґрунтуванням методу виробництва | 27.03.2021 | |
| 3 | Характеристика сировини, напівфабрикатів, готової продукції | 03.04.2021 | |
| 4 | Опис технологічної схеми | 10.04.2021 | |
| 5 | Матеріальні і теплові баланси | 17.04.2021 | |
| 6 | Вибір і розрахунок основного апарату | 24.04.2021 | |
| 7 | Вибір допоміжного обладнання | 08.05.2021 | |
| 8 | Контроль роботи, норми та правила обслуговування основного апарату | 15.05.2021 | |
| 9 | Ресурсозбереження і охорона навколишнього середовища | 15.05.2021 | |
| 10 | Охорона праці | 22.05.2021 | |
| 11 | Висновки. Анотація. Список використаної літератури | 22.05.2021 | |
| 12 | Креслення технологічної схеми | 29.05.2021 | |
| 13 | Креслення барабанної сушарки | 29.05.2021 | |
| 14 | Таблиця матеріального балансу | 29.05.2021 | |

Здобувач вищої освіти _____

Е. Е. Гаджимурадова

Керівник проекту _____

О. В. Золотарьова

ВСТУП

Виробництво солей барію займає значне місце у структурі хімічної промисловості України та країн СНД. Одним з основних продуктів цього виробництва є барій карбонат. Барій карбонат є основною сировиною для виробництва інших сполук барію та займає перше місце серед солей барію за масштабами споживання. Основна галузь споживання – радіотехнічна та електронна промисловість, виробництві електро- і радіокераміки. В скляній промисловості барій карбонат застосовується для виготовлення легкоплавкого та важкого скла. Застосовується також для приготування карбюраторів, використовуваних в машинобудуванні, для цементації сталі та сталевих виробів при високих температурах. Деяка кількість барій карбонату витрачається на виготовлення глазурованої цегли, фарфору і фаянсу, штучного мармуру і баритового кришталю, феритових порошків, триполіфосфатів, плавикової кислоти і для полімеризації формальдегіду. У сільському господарстві барій карбонат використовують як зооцид, в побуті для боротьби з домашніми гризунами [1].

Метою даного дипломного проекту є проектування виробництва барій карбонату потужністю 50 тис. т/рік з розробкою стадії сушіння готового продукту.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| <i>Вступ</i> | 8 |
| <i>1 Стислий аналітичний огляд з обґрунтуванням методу виробництва</i> | 9 |
| <i>1.1 Вибір та обґрунтування методу виробництва</i> | 9 |
| <i>1.2 Фізико-хімічні основи процесу одержання барій карбонату</i> | 15 |
| <i>2 Характеристика сировини, напівфабрикатів, готової продукції</i> | 17 |
| <i>3 Опис технологічної схеми</i> | 23 |
| <i>4 Матеріальні і теплові баланси</i> | 26 |

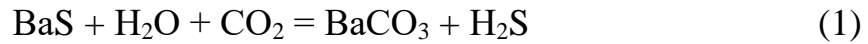
| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | Матеріальний баланс стадії сушки барій карбонату | 26 |
| 4.2 | Тепловий баланс стадії сушки барій карбонату | 27 |
| 5 | Вибір і розрахунок основного апарату | 30 |
| 5.1 | Опис конструкції та принцип дії барабанної сушарки | 30 |
| 5.2 | Конструктивний розрахунок барабанної сушарки | 30 |
| 5.3 | Механічний розрахунок барабанної сушарки | 31 |
| 6 | Вибір допоміжного обладнання | 36 |
| 7 | Контроль роботи, норми і правила обслуговування основного апарату | 41 |
| 7.1 | Правила обслуговування барабанної сушарки | 41 |
| 7.2 | Автоматизація барабанної сушарки | 43 |
| 8 | Ресурсозбереження і охорона навколишнього середовища | 45 |
| 9 | Охорона праці | 50 |
| 9.1 | Основні фізико-хімічні властивості, токсичність, пожежо- та вибухонебезпечність речовин, що застосовано та одержано в проєктованому виробництві | 52 |
| 9.2 | Небезпечні та шкідливі виробничі фактори на проєктованому виробництві | 54 |
| 9.3 | Заходи електробезпеки та захисту від статичної електрики | 55 |
| 9.3.1 | Вентиляція виробничих приміщень | 55 |
| 9.3.2 | Освітлення виробничих приміщень | 58 |
| 9.3.3 | Заходи електробезпеки | 63 |
| 9.3.4 | Заходи та засоби захисту від шуму й вібрації | 65 |
| 9.4 | Пожежна безпека | 67 |
| | Висновки | 69 |
| | Анотація | 70 |
| | Список використаної літератури | 71 |

1 СТИСЛИЙ АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД З ОБҐРУНТУВАННЯМ МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА

1.1 Вибір та обґрунтування методу виробництва

1) Одержання барій карбонату з барій сульфїду.

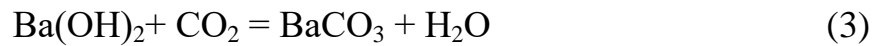
Спосїб одержання заснований на карбонїзацїї розчину барїї сульфїду за реакцїєю



Карбонїзацїя розчину барїї сульфїду полягає в карбонїзацїї розчину концентрацїєю 160-170 г/л при 30-40°C карбон (IV) оксидом, який мїститься в газї вапняно-випалювальних печей в виробництвї барїї сульфату та їн. В застосовуваних для цїєї мети пїчних газах не повинно мїститися помїтних кїлькостей кисню, щоб уникнути окиснення барїї сульфїду, а об'ємний вміст CO₂ повинен бути не нижче 20%. З огляду на те, що барїї сульфїд у розчинї гїдролїзований



при карбонїзацїї протїкають двї послїдовнї реакцїї. Спочатку карбонїзується Ba(OH)₂:



При подальшїї карбонїзацїї видїляється гїдроген сульфїд за реакцїєю:



Пїчний газ проходить послїдовно через 3-4 цилїндричних резервуари з конїчним днищем, де барботують через попередньо вїдстояний вїд шламу розчин барїї сульфїду. Це забезпечує повне використання карбон (IV) оксиду,

що мїститься в газї. Разом їз карбон (IV) оксидом газ приносить в наступний карбонїзатор гїдроген сульфїд, що видїлився в попередньому по ходу газу апаратї.

Гїдроген сульфїд поглинається барїї сульфїдом з утворенням барїї гїдрогенсульфїду:

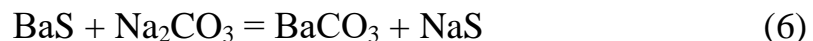


Потім барій гідрогенсульфід карбонізується. Після закінчення реакції в першому по ходу газу апараті його відключають і дають відстоятися утвореному осаді барій карбонату. Потім рідину зливають і направляють на вилуговування плаву барій сульфідну, а осад промивають кілька разів гарячою водою, віджимають на фільтрах (а іноді під пресом) і сушать.

Одержуваний таким шляхом барій карбонат завжди, навіть при гарному промиванні, містить невелику кількість сульфідів і сірки. З метою отримання продукту, що не містить сірки, осаджений барій карбонат змішують із водою, додають невеликі кількості лугів (NaOH , NH_4OH , Na_2CO_3) і нагрівають до кипіння. При цьому утворюються сульфідні, які легко відмиваються від осаду гарячою водою. Більш повне очищення осаду барій карбонату від сульфідної сірки досягається при нагріванні його в слабких розчинах лугів до $140-150^\circ\text{C}$ в автоклавах. Загальний вміст сірки стає при цьому нижче $0,2\%$ в перерахунку на BaSO_4 барій сульфат.

До недоліків способу відноситься виділення гідроген сульфідну при карбонізації розчинів барій сульфідну, що вимагає від обслуговуючого персоналу суворого дотримання запобіжних заходів.

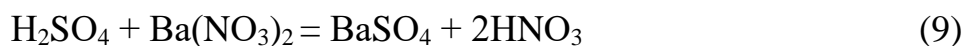
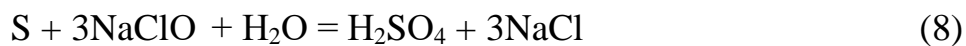
Значний інтерес представляє спосіб одержання барій карбонату обмінною реакцією водних розчинів барій сульфідну з кальцинованою содою за реакцією:



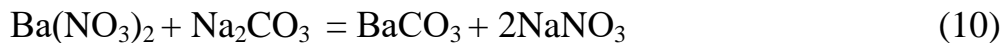
Для отримання більш чистого осаду необхідно до $15-16\%$ -вого розчину соди, нагрітого до $70-80^\circ\text{C}$, повільно додавати $11-15\%$ -вий розчин барій сульфідну, не допускаючи повного витрачання соди (надлишок соди повинен дорівнювати $1-2\%$ мас.). Отриманий осад барій карбонату легко відстоюється та промивається [2].

2) Одержання барій карбонату з барій нітрату.

Для виробництва BaCO_3 барій карбонату використовуються розчин, який містить 140-160 г/л $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ – освітлений нітратний луг з виробництва барій карбонату. До лугу, після контрольної фільтрації на вакуум-фільтрі, додають розчин NaOH з концентрацією 500 г/л до вільної лужності 1-2 г/л (в перерахунку на NaOH). Підлугування проводять при 60-70°C в резервуарі з змішувачами для підігріву паром та барботером для перемішування розчину повітрям. Потім нітратний розчин знешкоджують (видаляють з нього сполуки сірки), повільно додаючи розчин натрій гіпохлориту (120 г/л активного хлору) до появи вільного активного хлору, що визначається пробою на йодокрохмальний папірець. При цьому протікають такі реакції:



після відстоювання розчину від барій сульфату та інших домішок його додають до розчину соди (200 г/л Na_2CO_3), що перемішується і підігрітий до 80-90°C

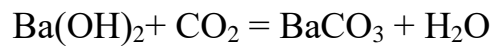


Кінець реакції встановлюють за лужністю реакційної суміші – близько 0,5 г/л (в перерахунку на OH^-). Після закінчення осадження барій карбонату продовжують перемішування при 85-90°C протягом 10-15 хв, потім дають осаду барій карбонату відстоятися протягом 20-30 хв. Розчин натрій нітрату декантують і відправляють на випарювання, а осад промивають на вакуум-фільтрі гарячою водою (80-90°C) від натрій нітрату та іонів хлору. Потім осад розварюють при 80-90°C, фільтрують, остаточно промивають, сушать та закупорюють.

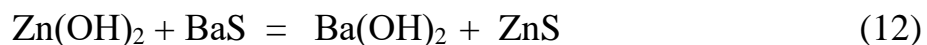
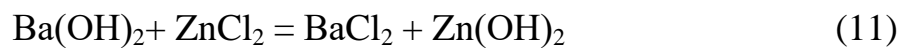
На 1 т продукту (в перерахунку на 100%мас. BaCO_3) витрачають: 59-0,6 т кальцинованої соди (95%мас. Na_2CO_3), 2,4 т бариту (100%мас.), 0, 675-0,71 т нітратної кислоти (100%мас.), 0,22-0,25 т натрій гідроксиду (2%мас.), 0,02-0,025 т натрій гіпохлориту (100%мас. активного хлору) [2].

3) Одержання барій карбонату з барій гідроксиду.

Спосіб виробництва заснований на карбонізації розчинів барій гідроксиду за реакцією



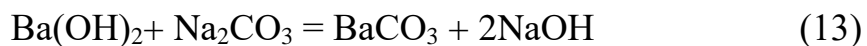
Розчин барій гідроксиду концентрацією 90-100 г/л в вертикальних ємностях, що постачаються мішалками та паровою сорочкою, очищається від сірчистих сполук цинк хлоридом при температурі 85-90°C. Процес описується наступними рівняннями:



Розчини після фільтрації направляють в карбонізатори, що представляють собою батарею ємностей, з'єднаних колектором газоходів. Відхідні гази печей для отримання плаву барій сульфідіду очищаються від механічних домішок, а потім від гідроген сульфідіду в абсорберах, зрошуваних розчином кальцинованої соди або магнезитовою пульпою. Очищені гази барботують в розчини барій гідроксиду, проходячи послідовно всі карбонізатори. Після закінчення реакції в одному з апаратів суспензію відкачують в згущувач і дають їй відстоятися. освітлений розчин перекачується на вилуговування сульфідіду барію, а осад передається в пульпомішалку і далі в корито барабанного вакуум-фільтра, де промивається гарячою водою і віджимається. Паста барій карбонату шнеком подається в збірники пульпи, де вона змішується з водою та перекачується на сушку в апарати киплячого шару. Висушений продукт затаровується в бітумовані мішки з крафт-паперу.

Спосіб простий, забезпечує отримання продукту високої якості і сприяє підвищенню культури виробництва барій карбонату.

Іноді за аналогічною технологією процес ведуть з циркуляцією розчинів кальцинованої соди. При цьому протікає реакція



яка відбувається з високою швидкістю. Протягом 10 секунд 90% вихідного барій гідроксиду переходить в карбонат.

Утворений маточний розчин – водний розчин натрій гідроксиду упарюється та карбонізується в апаратах заглибного горіння та повертається в виробництво барій карбонату в вигляді розчину кальцинованої соди [1].

4) Карбонізація розчину барій хлориду.

При невеликих масштабах виробництва барій карбонату використовують виробничі розчини барій хлориду, які обробляються кальцинованою содою



На 1 т 100%-вого барій карбонату витрачається 1,276-1,29 т $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (100%мас.), 0,553-0,575 т кальцинованої соди (95%мас.), 0,011 т натрій гідроксиду (92%мас.), 100-120 кВт · годину електроенергії, 3 мккал пари, 100 м³ води.

Недоліками способу є забруднення готового продукту хлоридами та утворення великих об'ємів промивної води зі значним вмістом натрій хлориду [1].

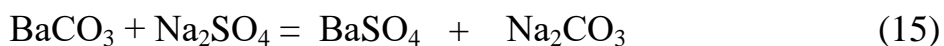
5) Інші способи одержання барій карбонату.

Одним з промислово важливих способів отримання барій барію високої якості є прожарювання деяких його органічних сполук. Так, барій ацетат при нагріванні плавиться (61°C), потім (101°C) повністю зневоднюється і нарешті повністю перетворюється в барій карбонат при температурі 488°C. За цим способом отримують якісний барій карбонат, що містить 99,99%мас. основної речовини, оскільки при прожарюванні всі домішки вихідної сировини згорають з утворенням карбон (IV) оксиду та парів води.

Розроблений спосіб перетворення барій сульфату в карбонат содою шляхом перемішування їх водної суспензії в автоклаві при тиску

$8 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^6$ Па і 200°C , а також обробкою суміші бариту з кальцинованою содою при високих температурах. При нагріванні суміш плавиться (103°C), а при 729°C протікає основна обмінна реакція між барій сульфатом та натрій карбонатом. Описано способи прискорення обмінної реакції введенням в суміш натрій хлориду і деяких інших каталізаторів.

Запропонований також спосіб отримання гранульованого важкого барій карбонату спіканням осадженого барій карбонату в присутності сполук лужних і лужноземельних металів при $520-825^\circ\text{C}$. Відмінною рисою способу є отримання продукту, що має стабільний гранулометричний склад і не пилить, для чого осаджений барій карбонат перед спіканням попередньо прогрівають при $100-200^\circ\text{C}$ з подальшим подрібненням до величини часток не менше 1,5 мм. Однак цей спосіб не забезпечує отримання продукту, що відповідає вимогам споживача – електровакуумної промисловості – за вмістом у ньому натрій сульфату. В результаті прожарювання продукту при температурі до 825°C натрій сульфід, що міститься в барій карбонаті, окислюється до сульфату, який реагує з барій карбонатом за реакцією



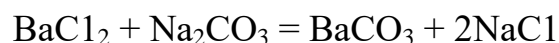
Барій карбонат з малим вмістом домішок сірки отримують безперервним методом, сутність якого зводиться до взаємодії розчину барій сульфід з карбон (IV) оксидом в реакційній колоні з мішалкою. Газовий потік розподіляється в колоні внутрішніми перегородками таким чином, що утворюється від 4 до 6 реакційних зон; гази складаються з CO_2 і H_2S , послідовно проходять ці зони. Основна взаємодія відбувається в нижній зоні колони, де 80% барій сульфід перетворюється в його карбонат. Для отримання барій карбонату насипною щільністю 0,8 кг/л в реакційну колону подають розчин барій сульфід, що містить 10-15% барій карбонату. Гази на виході з колони містять 92% гідроген сульфід і 8% карбон (IV) оксиду. Висушений барій карбонат містить 99% BaCO_3 і 0,13% BaS .

Оскільки задана потужність складає 50 тис. т/рік, то в дипломному проекті для виробництва барій карбонату в якості способу одержання

вибирається карбонізація розчину барій хлориду, фізико-хімічні основи якого розглянуті нижче [1].

1.2 Фізико-хімічні основи процесу одержання барій карбонату

Обмінна реакція барій хлориду з кальцинованою содою



практично завершується протягом 15 с (рис. 1.1). З підвищенням температури зростає швидкість реакції.

Зазвичай у виробництві барій карбонату використовується слабкий розчин барій хлориду, що одержують у виробництві барій хлориду після фільтр-пресів і містить 180-200 г/л BaCl_2 . Цей розчин попередньо очищують від іонів кальцію та заліза обробкою розчином натрій гідроксиду. Для одержання барій карбонату використовується розчин кальцинованої соди, що містить 180-200 г/л Na_2CO_3 .

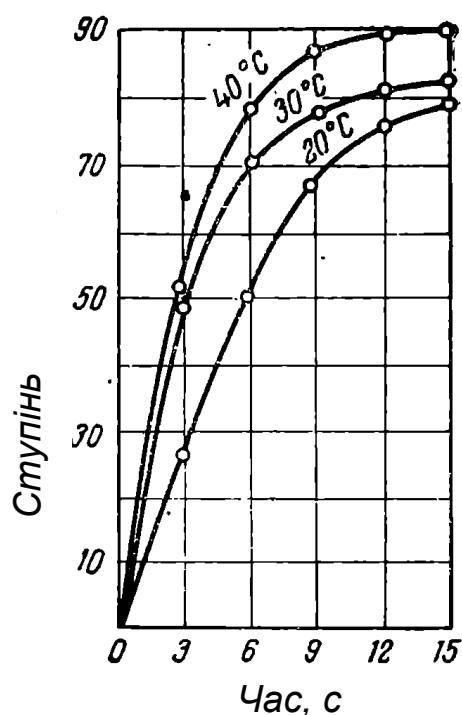


Рисунок 1.1 – Залежність ступеня перетворення барій хлориду в карбонат від часу при різній температурі

Обмінна реакція проводиться при 80-90°C в каскадно розташованих реакторах з мішалками та паровою сорочкою, де підтримується 5%-вий надлишок кальцинованої соди [1].

2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, НАПІВФАБРИКАТІВ, ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Сировиною для виробництва барій карбонату є кальцинована сода, з якої готують содовий розчин концентрацією 15%мас. і слабкий розчин барій хлориду з концентрацією 180-200 г/л BaCl_2 , що отримують у виробництві барій хлориду після фільтр-пресів.

Кальцинована сода (Na_2CO_3) представляє собою дрібнокристалічний порошок білого кольору. На повітрі кальцинована сода поглинає вологу й карбон (IV) оксиду з атмосфери, перетворюються на натрій гідрогенкарбонат. Молекулярна маса Na_2CO_3 – 106 г/моль, насипна маса кальцинованої соди складає $0,5 \div 0,6$ г/см³, середня теплоємність Na_2CO_3 при температурі $0 \div 100^\circ\text{C}$ дорівнює 1,061 кДж/(кг · °C), теплота утворення з елементів при 18°C складає 1135 кДж/кмоль. Розчинність кальцинованої соди в воді залежить від температури: з підвищенням температури до 35,57°C розчинність збільшується, а при більш високій температурі розчинність зменшується [1].

Кальцинована сода, що використовується для виробництва барій карбонату, повинна відповідати вимогам ГОСТ 5100-8 (табл. 2.1) [3].

У виробництві барій карбонату природний газ застосовується для підігрівання повітря, що використовується в якості сушильного агента. Якість природного газу повинна відповідати нормам ГОСТу 5542-87 (табл. 2.2) [4].

Вода застосовується в виробництві барій карбонату для промивання та розбавлення пасти, а також для розчинення соди. На 1 т барій карбонату витрачається 20 м³ технічної води.

Пара використовується для нагрівання води, вихідних розчинів кальцинованої соди та маточного розчину барій гідроксиду, реакційної суміші [1].

Таблиця 2.1 – ГОСТ 5100-85. Сода кальцинированная. Технические требования

| Найменування показників | Норма марки «Б» | | |
|--|------------------------|--------|---------------|
| | Вищий сорт | I сорт | II сорт |
| 1. Зовнішній вигляд | Порошок білого кольору | | |
| 2. Масова частка натрій карбонату (Na_2CO_3), %, не менше | 99,4 | 99,0 | 99,0 |
| 3. Масова частка натрій карбонату в перерахунку на непрожарений продукт, %, не менше | 98,9 | 98,2 | 97,5 |
| 4. Масова частка втрати в масі при прожарюванні (при 270-300°C), % не більше | 0,5 | 0,8 | 1,5 |
| 5. Масова частка хлоридів у перерахунку на NaCl , %, не більше | 0,4 | 0,5 | 0,8 |
| 6. Масова частка феруму в перерахунку на Fe_2O_3 , %, не більше | 0,003 | 0,003 | 0,008 |
| 7. Масова частка речовин, нерозчинних у воді, %, не більше | 0,03 | 0,04 | 0,08 |
| 8. Масова частка сульфатів у перерахунку на Na_2SO_4 , %, не більше | 0,04 | 0,05 | не нормується |

Таблиця 2.2 – ГОСТ 5542-87. «Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия»

| Найменування показника | Норма |
|---|---------------------------|
| 1 | 2 |
| 1. Теплота згорання нижча, МДж/м ³ (ккал/м ³), при 20°C 101,325 кПа, не менше | 31,8 (7600) |
| 2. Область значень числа Воббе (вищого), МДж/м ³ (ккал/м ³) | 41,2-54,5 (9850-13000) |
| 3. Допустиме відхилення числа Воббе від номінального значення, %, не більше | + -5 |
| 4. Масова концентрація гідроген сульфїду, г/м ³ , не більше | 0,02 |

Продовження табл. 2.2

| | |
|---|---|
| 1 | 2 |
|---|---|

| | |
|--|-------|
| 5. Масова концентрація меркаптанової сірки, г/м ³ , не більше | 0,036 |
| 6. Об'ємна частка кисню, %, не більше | 1,0 |
| 7. Маса механічних домішок в 1 м ³ , не більше | 0,001 |
| 8. Інтенсивність запаху газу при об'ємній частці 1% в повітрі, бал, не менше | 3 |

Барій карбонат – це барієва сіль карбонатної кислоти. Хімічна формула BaCO₃, молярна маса складає 197,34 г/моль, щільність – 4286 кг/м³, показники переломлення – 1,6. Температура плавлення – 811°C.

Практично не розчинний у воді (ПР = $8 \cdot 10^{-9}$ при 20°C). Розчинність підвищується в присутності іонів NH₄⁺ або карбонатної кислоти. Утворює тверді розчини з кальцій і стронцій карбонатами, барій оксидом. Із барій хлоридом і барій титанатом дає евтектичних суміші. При нагріванні понад 1400° С розкладається на барій оксид і карбон (IV) оксид.

Барій карбонат є токсичною сполукою, ГДК становить 0,5 г / см³ [1].

Якість барій карбонату повинна відповідати нормам ГОСТу2149-75 (табл. 2.3) [5].

Таблиця 2.3 – ГОСТ2149-75. Барій углекислый технический. Технические условия

| Найменування показника | Норми для марок | | | |
|--|---|---|--|---------|
| | А | Б | В | |
| | | | І сорт | ІІ сорт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Зовнішній вигляд | Гранули від білого до світло-сірого кольору | Порошок від білого до світло-сірого кольору | Порошок з наявністю гранул світло-сірого кольору | |
| 2. Масова частка барій карбонату, %, не менше | 99,0 | 99,0 | 99,0 | 98,0 |
| 3. Масова частка вологи, %, не більше | 0,05 | 0,1 | Не нормується | |
| 4. Масова частка не розчинного в хлоридній кислоті залишку, %, не більше | 0,2 | 0,02 | 0,2 | |

Продовження табл. 2.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|------|------|---------------|-----|
| 5. Масова частка загального сульфуру в перерахунку на сульфат-іон, %, не більше | 0,2 | 0,2 | Не нормується | |
| 6. Масова частка хлоридів в перерахунку на хлор- | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,2 |

| | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|-------|
| іон, %, не більше | | | | |
| 7. Масова частка феруму, %, не більше | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,008 |
| 8. Масова частка суми кальцію та магнію, %, не більше | Не нормується | 0,2 | Не нормується | |
| 9. Масова частка натрію в перерахунку на Na ₂ CO ₃ , %, не більше | 0,8 | Не нормується | Не нормується | |
| 10. Масова частка суми натрію та калію, %, не більше | Не нормується | 0,2 | Не нормується | |
| 11. Масова частка стронцію, %, не більше | Не нормується | 0,25 | Не нормується | |
| 12. Магнітні включення розміром більше 250 мкм | Відсутні | Не нормується | | |
| 13. Дисперсність продукту: | | | | |
| марки А | | | | |
| масова частка продукту, що проходить через сито з сіткою № 1, % | 100 | Не нормується | Не нормується | |
| масова частка залишку на ситі з сіткою № 1, %, не більше | 1 | Не нормується | Не нормується | |
| масова частка залишку на ситі з сіткою №08К, %, не більше | 5 | Не нормується | Не нормується | |
| масова частка продукту, що проходить через сито з сіткою №01К, %, не більше | 15 | Не нормується | Не нормується | |
| марки Б | | | | |
| масова частка часток розміром менше 3 мкм, %, не менше | Не нормується | 95 | Не нормується | |
| масова частка часток розміром 3-5 мкм, %, не більше | Не нормується | 5 | Не нормується | |
| марки В | | | | |
| масова частка продукту, що проходить через сито з сіткою №2,5К, %, не менше | Не нормується | Не нормується | 99,5 | 99,5 |

Барій карбонат упаковують в поліетиленові мішки по ГОСТ 17811-78, вкладені в чотиришарові паперові мішки марки НМ по ГОСТ 2226-88 або в паперові мішки марки НМ по ГОСТ 2226-88 з вкладеними плівковими мішками-вкладками по ГОСТ 19360-74, або в п'ятишарові паперові мішки марки ПМ по ГОСТ 2226-88.

Барій карбонат, що поставляється на експорт, упаковують в поліетиленові мішки по ГОСТ 17811-76, вкладені в п'ятишарові поліетиленові паперові мішки по ГОСТ 2226-88 або в льоно-джуто-кенафні мішки по ГОСТ 18225-72. Маса нетто не більше 50 кг.

За погодженням із споживачем допускається упаковування барій карбонату в поліетиленові мішки по ГОСТ 17811-78 або плівкові мішки-вкладки по ГОСТ 19360-74, вкладені в сухо тарні дерев'яні бочки по ГОСТ 8777-80, масою нетто не більше 150 кг, в спеціалізовані контейнери

одноразового використання типу МКР-1,ОС за нормативно-технічної документації.

Паперовий, поліетиленовий мішок і вкладка підвертають та прошивають машинним способом.

Транспортне маркування-за ГОСТ 14192-77 з нанесенням знаку небезпеки по ГОСТ 19433-88 (класифікаційний шифр 6163), реєстраційного номера ООН 1564, напису «Шкідливо», «Тримати подалі від харчових продуктів».

Барій карбонат для експорту маркують відповідно до наказу-наряду зовнішньоторговельного об'єднання.

Барій карбонат транспортують транспортом будь-якого вигляду (кроні повітряного) у критих транспортних засобах відповідно до правил перевезення небезпечних вантажів, чинних на транспорті даного виду.

Барій карбонат, упакований в мішки або бочки формують в транспортні пакети. Засоби кріплення по ГОСТ 21660-76 або ГОСТ 26663-85 (в разі застосування плоских піддонів). Габаритні розміри та маса бруто транспортного пакета повинні відповідати ГОСТ 21597-81.

Спеціалізовані м'які контейнери по залізниці перевозять в критих залізничних вагонах в два яруси відповідно до умов розміщення та кріплення вантажів. Залізницею барій карбонат транспортують повагонними відправками.

Допускається транспортування барій карбонату, що поставляються на експорт і упакованого в мішки 60 кг і (або) контейнери МКР-1, ОС, в великотоннажних контейнерах ММФ/МПС за умови заповнення цих контейнерів заводом-виробником.

Барій карбонат зберігають в закритих складських приміщеннях, окремо від інших продуктів з дотриманням правил зберігання небезпечних вантажів. Тимчасове зберігання заповнених контейнерів і транспортних пакетів проводиться в критих складських приміщеннях до трьох ярусів по висоті.

Гарантійний термін зберігання барій карбонату – два роки з дня виготовлення [5].

3 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Виробництво барій карбонату складається з наступних стадій:

- приготування та фільтрація розчину кальцинованої соди;
- фільтрація слабкого розчину барій хлориду;
- проведення обмінної реакції між натрій карбонатом і барій хлоридом;
- фільтрація та промивання барій карбонату;
- сушіння барій карбонату та фасування готового продукту.

Опис технологічної схеми виробництва барій карбонату представлена нижче.

Кальцинована сода з бункеру соди (поз. 1) дозується в розчинник (поз. 2), куди заздалегідь набирається вода, що підігрівається гострою парою для покращення процесу розчинення. Концентрація отриманого содового розчину повинна бути 15% мас. Содовий розчин очищується від механічних домішок і нерозчинних речовин в фільтрі (поз. 3), підігрівається в підігрівачі до температури 80°C (поз. 4) і подається в напірний бак содового розчину (поз. 6).

Слабкий розчин барій хлориду подається в підігрівач (поз. 7), де підігрівається до температури 80-90°C, а потім подається для очищення від механічних домішок і нерозчинних речовин фільтр (поз. 8). Відфільтрований розчин барій хлориду після фільтру самопливом поступає в напірний бак (поз.10).

Шлам із фільтрів (поз. 3, 8) періодично змивається водою в збірник шламів (поз. 11) і насосом відкачується на стадію знешкодження.

Розчини кальцинованої соди та барій хлориду безперервно подаються в послідовно встановлені реактори (поз. 12, 13). Обмінна реакція між натрій карбонатом і барій хлоридом протікає при температурах 80-90°C та перемішуванні. Для досягнення повноти осадження розчин кальцинованої

соди подається з надлишком від стехіометричної кількості.

Утворена пульпа барію карбонату відводиться в репульпатор (поз. 14), звідки за допомогою відцентрового насоса подається в відстійник

(поз. 15), де відбувається розділення твердої й рідкої фази пульпи барій карбонату.

Освітлений маточний розчин із відстійника поступає в збірник маточного розчину (поз. 17), а потім повертається насосом в репульпатор (поз. 14). Згущений в відстійнику барій карбонат самопливом поступає в репульпатор (поз. 16), в якому здійснюється промивання гарячим конденсатом. Барій карбонат, промитий в репульпаторі (поз. 16), у вигляді суспензії подається на фільтрацію в корито барабанного вакуум-фільтра (поз. 18). Промивання барій карбонату від хлорид-іонів та віджимання здійснюється в трьох ступенях.

Повітря на віддувку фільтрувальної тканини барабанного вакуум-фільтра поступає по повітропроводу заводської компресорної. Вакуум в барабані вакуум-фільтра (поз. 18) створюється вакуум насосом. Вода з барометричного конденсатора (поз. 23) поступає в барометричний збірник (поз.25) і скидається в водозворотний цикл. Маточний розчин після всіх трьох ступенів фільтрації збирається в баку промивних вод (поз. 26), звідки подається на содорозчинення.

Промитий та віджати барій карбонат поступає в барабанну сушарку (поз. 28). Сушіння відбувається за рахунок тепла топкових газів, що утворюються при спалюванні природного газу. Температура топкових газів на вході в барабанну сушарку складає 500°C. Барій карбонат і топкові гази рухаються прямопечією.

Висушений барій карбонат із температурою 105°C подається шнековий транспортером (поз.29) в барабанний охолоджувач (поз.30), де він охолоджується до температури не більш 40°C. Охолоджений барій карбонат елеватором (поз. 31) подається в шнековий транспортер (поз. 32), який завантажує його на сито-бурат (поз. 33), де відбувається розсіювання продукту на фракції.

Барій карбонат із розміром часток менш 0,8 мм після сита поступає в бункер готового продукту (поз. 34), а потім направляється на фасування. Барій карбонат із розміром часток більш 0,8 мм поступає на молоткову дробарку (поз. 35), після чого подрібнений матеріал по тічці повертається на елеватор (поз.

31), де змішується з новою порцією барій карбонату, що поступає з барабанного охолоджувача.

Топкові гази з температурою 150°C, що виходять з сушильного барабана, проходять сухе очищення від пилу в батареїному циклоні (поз. 36) та мокре очищення в скруббері (поз. 38). Скруббер зрошується конденсатом за допомогою насоса з циркуляційного збірника (поз. 39). Очищені топкові гази викидається в атмосферу [1].

4 МАТЕРІАЛЬНІ І ТЕПЛОВІ БАЛАНСИ

4.1 Матеріальний баланс стадії сушіння барій карбонату

Годинна продуктивність виробництва складає

$$\frac{50000 \cdot 1000}{330 \cdot 24} = 6313 \text{ т/год},$$

де 50000 – річна потужність виробництва барій карбонату, т/рік;

330 – кількість робочих днів на рік, доба.

Кількість вологи, що видаляється під час сушіння барій карбонату, складає

$$6313 \cdot \frac{0,5 - 0,001}{1 - 0,001} = 3153 \text{ кг/годину},$$

де 0,5 і 0,001 – вміст вологи в вологому та висушеному продукті, частка (по масі).

Кількість волого барій карбонату, що подається на сушіння, дорівнює

$$6313 + 3153 = 9466 \text{ кг/годину}.$$

З урахуванням втрат при сушінні – 1,1%, кількість волого барій карбонату, що подається на сушіння складає

$$9466 \cdot 1,01 = 9561 \text{ кг/годину.}$$

Отже, з топковими газами уносятся барій карбонату в вигляді пилу в наступній кількості

$$9561 - 9466 = 95 \text{ кг/годину.}$$

Таблиця 4.1 – Матеріальний баланс стадії сушіння барій карбонату

| Прихід | кг/годину | %мас. | Витрата | кг/годину | %мас. |
|------------------------|-------------|--------------|------------------------|-------------|--------------|
| Вологий барій карбонат | 9561 | 100,0 | Сухий барій карбонат | 6313 | 66,0 |
| | | | Волога | 3153 | 33,0 |
| | | | Пил з топковими газами | 95 | 1,0 |
| Разом: | 9561 | 100,0 | Разом: | 9561 | 100,0 |

4.2 Тепловий баланс стадії сушіння барій карбонату

Вихідні данні для розрахунку [6]:

- Температура топкового газу, °C:

| | |
|---------------------|-----|
| на вході в сушарку | 500 |
| на виході з сушарки | 150 |
- Температура пасти барій карбонату, °C 20
- Температура барій карбонату на виході з сушарки, °C 105
- Втрати тепла в навколишнє середовище сушаркою, % 5

Прихід тепла

- Тепло з вологим барій карбонатом

$$Q_1 = 9561 \cdot 0,96 \cdot 20 = 183571 \text{ кДж/годину,}$$

де 0,96 – теплоємність волого барій карбонату, кДж/(кг · °C).

2. Тепло з топковим газом:

$$Q_2 = X \cdot 1,33 \cdot 500 = 665X \text{ кДж/годину},$$

де 1,33 – теплоємність топкового газу;

X – кількість топкового газу, кг/годину.

Загальний прихід тепла складає

$$Q_{\text{пр}} = Q_1 + Q_2 = (183571 + 665X) \text{ кДж/годину}.$$

Витрата тепла

1. Тепло з висушеним барій карбонатом:

$$Q_3 = 9561 \cdot 0,96 \cdot 105 = 636350 \text{ кДж/годину}.$$

2. Тепло на випаровування води:

$$\begin{aligned} Q_4 &= 3153 \cdot 4,19 \cdot (100 - 20) + 3153 \cdot 2258 + 3153 \cdot (150 - 100) \cdot 1,6 = \\ &= 8440290 \text{ кДж/годину}, \end{aligned}$$

де 4,19 – теплоємність води, кДж/(кг · °С);

2258 – теплота пароутворення при 100°С

1,6 – теплоємність парів води, кДж/(кг · °С).

3. Тепло з відхідними газами:

$$Q_5 = 150 \cdot [X \cdot 1,3 + 23,25 \cdot 1,6] = (195X + 37,2) \text{ кДж/годину},$$

де 1,3 – теплоємність топкового газу при 150°С, кДж/(кг · °С).

4. Втрати тепла в навколишнє середовище:

$$Q_6 = (183571 + 665X) \cdot 0,05 = (9197 + 33,3X) \text{ кДж/годину}.$$

Загальна витрата тепла складає:

$$Q_{\text{вит}} = 636350 + 8440290 + (195X + 37,2) + (9197 + 33,3X) =$$

$$= (9085819 + 228,3X) \text{ кДж/годину.}$$

Дорівнюючи прихід теплоти витраті, визначаємо об'єм топкових газів

$$183571 + 665X = 9085819 + 228,3X, \text{ звідки } X = 20385 \text{ кг/годину.}$$

Отримані розрахункові данні заносимо до таблиці теплового балансу стадії сушіння барій карбонату (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Тепловий баланс стадії сушіння барій карбонату

| Прихід | кДж/годину | Витрата | кДж/годину |
|----------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|
| З вологим барій карбонатом | 183571 | З сухим барій карбонатом | 636350 |
| З топковим газом | 13556025 | На випаровування води | 8440290 |
| | | З відхідним газами | 3975112 |
| | | Теплові втрати | 687844 |
| Разом: | 13739596 | Разом: | 13739596 |

5 ВИБІР І РОЗРАХУНОК ОСНОВНОГО АПАРАТУ

5.1 Конструкція та принцип дії барабанної сушарки

Для сушіння барій карбонату застосовується барабанна сушарка, яка представляє собою встановлений з нахилом у бік вивантаження обертовий сталевий барабан (поз.5). Кут нахилу барабану складає 4°. На барабан насаджені сталеві бандажі (поз.11) і зубчастий вінець приводу (поз. 7). Бандажами барабан спирається на дві пари роликів: опорні (поз. 6) і упорно-опорні (поз. 15). Упорні ролики запобігають осьовому зсуву барабану. На обох кінцях барабану є камери для завантаження вологого барій карбонату та вводу топкових газів (поз.1) і для виведення висушеного барій карбонату та відведення топкових (поз. 12) із сушарки. Лабіринтові ущільнення (поз. 2, 13)

запобігають підсмоктуванню зовнішнього повітря. Температура топкових газів, що надходять на сушіння складає 500°C.

Відпрацьовані топкові гази з температурою 150°C із сушарки (штуцер М) направляються на очищення, а сухий барій карбонат з кінцевою вологістю 0,1% мас. (через штуцер Н) та температурою 105°C направляється на охолодження в барабанний охолоджувач [7].

5.2 Конструктивний розрахунок барабанної сушарки

Об'єм сушильного барабану визначається за формулою [8]:

$$V_6 = \frac{W}{A}, \quad (16)$$

де $A = 23 \text{ кг/м}^3$ – напруження барабана по волозі при сушці барій карбонату;

$W = 3153$ – кількість випареної в сушарці вологи, кг/годину (табл. 4.1).

$$V_a = \frac{3153}{23} \approx 138 \text{ м}^3.$$

Співвідношення довжини барабана до його діаметра приймаємо $L/D = 5$.
Тоді

$$V_6 = 0,785D^2 \cdot 5D = 3,925D^3 \quad (17)$$

Діаметр барабану дорівнює

$$D = \sqrt[3]{\frac{136}{3,925}} = 3,2 \text{ м}.$$

Отже, довжина барабана складатиме

$$L = 3,2 \cdot 5 = 16 \text{ м}.$$

Приймаємо стандартну барабанну сушарку діаметром 3,2 та довжиною 16 м. Частота обертання – 6 об/ хв. Електродвигун – АО72-8/6/4, потужність – 120 кВт.

5.3 Механічний розрахунок барабанної сушарки

Виконаємо розрахунок товщини стінки барабану та розрахунок на міцність за згином.

Товщина стінки барабану визначається за формулою [8]:

$$S_6 = (0,007 \div 0,01) \cdot D, \quad (18)$$

де D – діаметр барабану, м.

$$S_a = (0,007 \div 0,01) \cdot 3,2 = 0,0224 \div 0,032 \text{ м}.$$

Середнє значення

$$\frac{0,0224 + 0,032}{2} = 0,0272 \text{ м} \approx 0,03 \text{ м}.$$

Приймаємо $S_6 = 0,04 \text{ м} = 40 \text{ мм}$.

Вага корпусу барабану розраховується за формулою [8]:

$$G_6 = 0,785 \cdot \rho_k \cdot L \cdot (D_{\text{зов}}^2 - D_{\text{вн}}^2) \cdot g, \quad (19)$$

де $\rho_k = 7850$ – щільність сталі Ст. 3, кг/м^3 ;

$D_{\text{вн}}$ – внутрішній діаметр барабану, м.

$$D_{\text{вн}} = D - 2 \cdot S_6, \quad (20)$$

$$D_{\text{вн}} = 3,2 - 2 \cdot 0,04 = 3,12 \text{ м.}$$

Вага корпусу барабану дорівнює:

$$G_6 = 0,785 \cdot 7850 \cdot 18 \cdot (3,2^2 - 3,12^2) \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} = 0,55 \text{ Ї.}$$

Вага оброблюваного матеріалу, що знаходиться в барабанній сушарці, визначається за формулою [8]:

$$G_m = 0,785 \cdot K_{\text{зп}} \cdot \rho_m \cdot L \cdot D_{\text{вн}}^2 \cdot g, \quad (21)$$

де $K_{\text{зп}} = 0,15$ – коефіцієнт заповнення барабану.

$$G_1 = 0,785 \cdot 0,15 \cdot 840 \cdot 18 \cdot 3,12^2 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} = 0,17 \text{ Ї.}$$

Вагу ізоляції (обмазки) визначаємо, прийнявши товщину $\delta_{\text{із}} = 50 \text{ мм}$ і щільність азбестової обмазки $\rho_{\text{азб}} = 400 \text{ кг/м}^3$:

$$G_{\text{із}} = 0,785 \cdot \rho_{\text{азб}} \cdot L_{\text{із}} \cdot (D_{\text{із}}^2 - D_{\text{зов}}^2) \cdot g, \quad (22)$$

де $D_{\text{із}}$ – діаметр ізоляції, м;

$$D_{\text{із}} = D_{\text{зов}} + 2 \cdot \delta_{\text{із}}, \quad (23)$$

$$D_{\text{із}} = 3,2 + 2 \cdot 0,05 = 3,3 \text{ м;}$$

$L_{\text{із}}$ – довжина барабану без закріпних деталей і внутрішньокамерної частини, м.

$$L_{\text{із}} = L - (0,5 \div 1,5), \quad (24)$$

$$L_{i3} = 18 - 1 = 17 \text{ м.}$$

Вага ізоляції дорівнює

$$G_{3\zeta} = 0,785 \cdot 400 \cdot 17 \cdot (3,3^2 - 3,2^2) \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} = 0,03 \text{ Ї.}$$

Сумарне навантаження

$$G = G_6 + G_M + G_{i3}, \quad (25)$$

$$G = 0,55 + 0,17 + 0,03 = 0,75 \text{ МН.}$$

Навантаження, що приходить на одиницю довжини між бандажами, визначається з виразу [8]:

$$q = \frac{G}{L}, \quad (26)$$

$$q = \frac{0,75}{20} = 0,04 \text{ Ї/л.}$$

Згинальний момент, що діє в небезпечному перетині барабану від рівномірно розподіленого навантаження, визначається з виразу [8]:

$$M_1 = \frac{q \cdot L^2}{8}, \quad (27)$$

$$\dot{I}_1 = \frac{0,04 \cdot 18^2}{8} = 1,62 \text{ Ї} \cdot \text{л.}$$

Згинальний момент від зосередженого навантаження вінцевої шестерні дорівнює [8]:

$$M_2 = \frac{m_B \cdot g \cdot \ell}{4}, \quad (28)$$

де $m_B = 10000$ – маса вінцевої шестерні, кг;

$\ell = 10$ – відстань між бандажами, м.

$$\dot{I}_2 = \frac{10000 \cdot 9,81 \cdot 10}{4} \cdot 10^{-6} = 0,24 \text{ Ї} \cdot \text{л.}$$

Сумарний згинальний момент складає

$$M = 1,62 + 0,24 = 1,86 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

Крутний момент визначається з формули [8]:

$$M_{\text{кр}} = \frac{N}{2000 \cdot \pi \cdot n}, \quad (29)$$

де $N = 120$ – потужність електродвигуна барабанної сушарки, кВт;

$n = 0,067$ – частота обертання барабану, об/с.

$$\dot{I}_{\text{ед}} = \frac{120}{2000 \cdot 3,14 \cdot 0,067} = 0,29 \text{ П} \cdot \text{і}.$$

Розрахунковий (приведений) момент визначається за формулою [8]:

$$M_p = 0,35M + 0,65\sqrt{M^2 + M_{\text{кр}}^2}, \quad (30)$$

$$\dot{I}_{\text{д}} = 0,35 \cdot 1,86 + 0,65\sqrt{1,86^2 + 0,29^2} = 1,87 \text{ П} \cdot \text{і}.$$

Момент опору перетину барабану визначається за формулою [12]:

$$W = 0,785 \cdot S_{\text{с}} \cdot D^2, \quad (31)$$

$$W = 0,785 \cdot 0,04 \cdot 3,2^2 = 0,32 \text{ і}^3.$$

Напруження в барабані визначається за формулою [8]:

$$\sigma = \frac{M_p}{W} \leq [\sigma], \quad (32)$$

де $[\sigma] = 148$ – допустиме напруження для сталі Ст. 3 при 500°C , МПа.

$$\sigma = \frac{1,87}{0,32} = 5,8 \text{ МПа} < 148 \text{ МПа}.$$

Отже, умова міцності барабана на згин виконується.

6 ВИБІР ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ

Стислий опис допоміжного обладнання стадії сушіння барій карбонату наведений в табл. 6.1 [1].

Таблиця 6.1 – Стислий опис допоміжного обладнання стадії сушіння барій карбонату

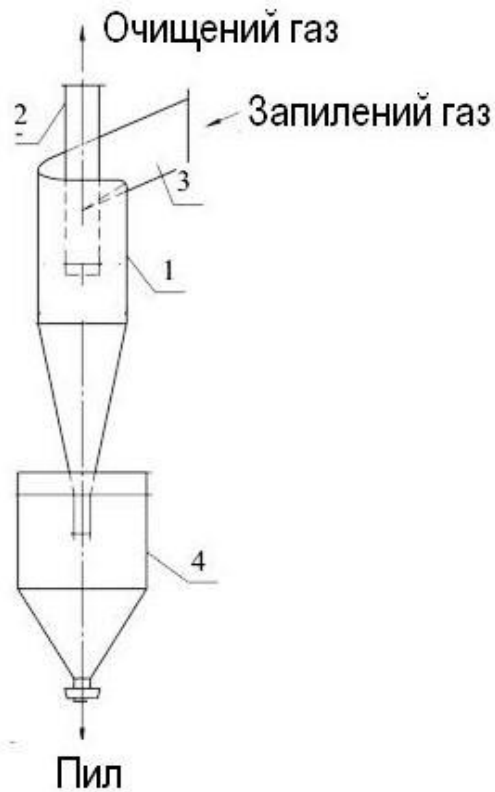
| Позначення апарата | Найменування обладнання | Призначення і коротка характеристика | Кількість |
|--------------------|-------------------------|---|-----------|
| поз.30 | Барабанний охолоджувач | Призначений для охолодження барій карбонату після барабанної сушарки. Продуктивність – 60 т/годину, холодильний агент – вода, витрата води – 18,9 м ³ /годину, частота обертання – 6 об./хв. | 1 |
| поз. 36 | Батарейний циклон | Призначений для грубого очищення топкових газів від пилу барій карбонату. Продуктивність – 24630 м ³ /годину, кількість елементів – 30 шт. Ефективність пилоуловлювання – 85% | 1 |
| поз. 38 | Скрубер відцентровий | Призначений для остаточного очищення топкових газів від пилу барій гідроксиду. Продуктивність – 25650 м ³ /годину, опір – 90 Па, витрата води на зрошення стінок – 0,73 л/с, кількість сопел на зрошення – 15 шт. | 1 |

6.1 Розрахунок батарейного циклону

Промислове очищення газів від зважених в них твердих часток є однією з найважливіших технологічних задач будь-якого хімічного виробництва. З великої кількості пиловловлюючого обладнання найбільшого розповсюдження в якості апаратів першого ступеня очищення газів отримали циклони. Ступінь очищення газу в циклоні залежить від багатьох факторів і, насамперед, від дисперсного складу пилу, конструктивних особливостей циклону, його діаметру, щільності пилу та газового потоку.

Найбільшого розповсюдження отримали циклони ЦН-15, ЦН-15у, ЦН-24.

Схематично конструкція циклону показана на рис. 6.1.



1 – корпус; 2 – труба; 3 – вхідний патрубок; 4 – приймальний бункер

Рисунок 6.1 – Схема циклону

Запилений газовий потік вводиться зазвичай у верхню частину корпусу циклону, що представляє собою найчастіше циліндр, що закінчується в нижній частині конусом. Патрубок входу газу в циклон, в основному прямокутної форми, розміщується по дотичній до кола циліндричної частини. Газ виходить з апарату через круглу вихлопну трубу або отвір, що розташований по осі циклону.

Після входу в циклон газ рухається зверху вниз, обертаючись в корпусі циклону і утворюючи зовнішній обертовий вихор. Відцентрові сили, що виникають, відкидають частинки пилу, які зважені в обертовому газовому потоці, до стінок корпусу як циліндричної, так і конічної частини циклона. Поступово, переважно в конічній частині циклона, основний газовий потік повертається і рухається вгору до виходу, утворюючи внутрішній обертовий вихор. Частинки пилу, що досягли стінок циклону, переміщуються разом з газами вниз, і через пиловідвідний патрубок виносяться з циклону. Рух

частинок пилу вниз до пиловідвідного патрубку обумовлений не тільки впливом сили тяжіння. В першу чергу він викликаний тим, що газовий потік біля стінок циліндричної та конічної частин корпусу циклону не тільки обертається, але і рухається уздовж осі циклону до вершини його конуса. Тому циклон може працювати, розташовуючись не тільки вертикально конусом вниз, але й по горизонталі, і навіть вертикально конусом вгору.

При виборі та розрахунку циклону для очищення запиленого потоку необхідно порівняти характеристики всіх типів циклонів і визначити оптимальний варіант, що відповідає технологічним умовам очищення.

Для більш високого ступеня очищення застосовуються батарейні циклони. Вони збираються з окремих елементів (до 120 шт. на батарею). Діаметри елементів складають 100, 150 або 250 мм з направляючими апаратами типу «Гвинт» або «Розетка».

На рис. 6.2 представлена схема батарейного циклону з направляючим апаратом типу «Розетка».

Запилений газ входить через нижній патрубок у простір над елементами (поз. 3), проходить через направляючий апарат (поз. 4), закручується в корпусі та виводиться з циклону через внутрішню трубу (поз. 5) і верхню камеру (поз. 1). Всі елементи розташовані в кожусі (поз. 2). Тверді частки пилу сповзають по конічній частині вниз.

Направляючий апарат «Розетка» складається з восьми лопатей, встановлених під кутом 25° або 30° до вихлопної труби.

Розрахунок батарейного циклону аналогічний розрахунку циклону типу ЦН [9].

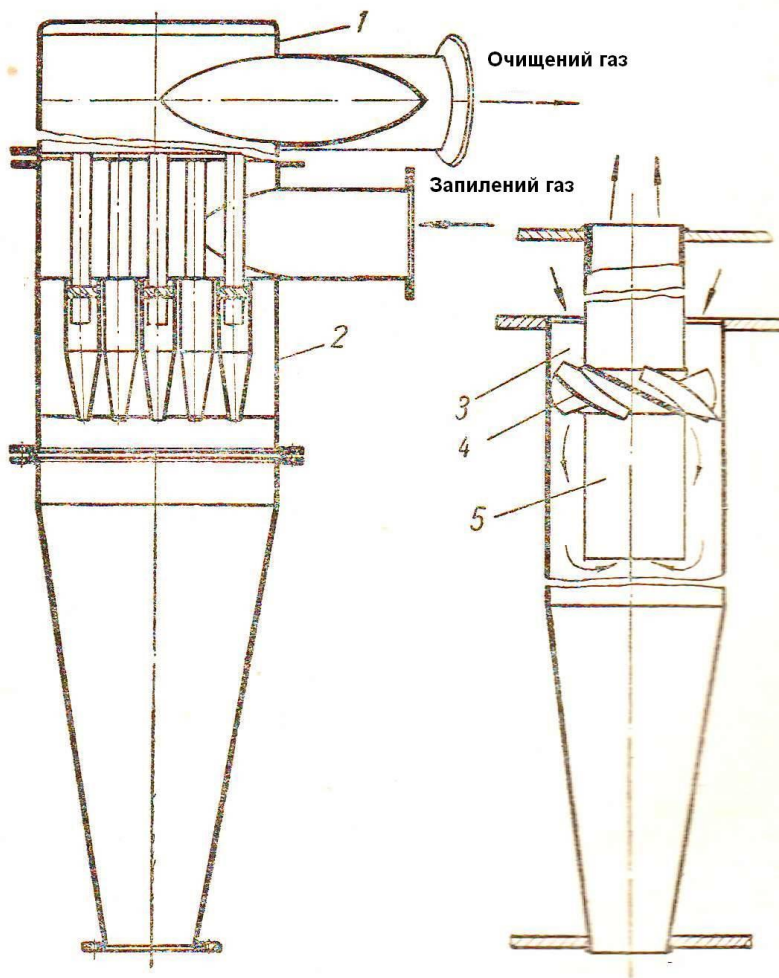


Рисунок 6.2 – Батарейний циклон

Виконаємо розрахунок батарейного циклону для очищення запиленого газового потоку після барабанної сушарки від пилу барій карбонату.

Для розрахунку вибираємо елемент типу «Розетка» з діаметром $D = 250$ мм, $\alpha = 25^\circ$. Продуктивність одного елемента (чавунного) приймаємо $q = 735$ м³/годину.

Кількість циклонних елементів для оптимальної роботи батарейного циклону складає

$$\frac{23633}{735 \cdot 1,22} \approx 26 \text{ од.},$$

де 23633 – об'єм запиленого газового потоку, що виходить із барабанної сушарки, кг/годину;

1,22 – щільність газового потоку, кг/м³.

Приймаємо батарейний циклон типу ЦБР-254Р-30, що складається з 30 циклонних елементів, тобто компоновку з шести груп по п'ять циклонних елементів в кожній. Оптимальна швидкість газового потоку в елементі – $\omega_{\text{опт}} = 4,5$ м/с, коефіцієнт опору – $\xi = 90$.

Дійсна швидкість газового потоку в елементі складає [10]:

$$\omega_{\text{д}} = \frac{Q}{0,785 \cdot D^2 \cdot n}, \quad (33)$$

де Q – об'єм запиленого газового потоку, що виходить із барабанної сушарки, м³/с;

$D = 0,25$ – діаметр циклонного елемента, м;

$n = 30$ – кількість циклонних елементів, шт.

$$\omega_{\text{д}} = \frac{23633}{3600 \cdot 1,22 \cdot 0,785 \cdot 0,25^2 \cdot 30} = 3,7 \text{ м/с.}$$

Гідравлічний опір батарейного циклону визначається за формулою [10]:

$$\Delta P = \frac{\xi \cdot \rho \cdot \omega_{\text{д}}^2}{2} \quad (34)$$

$$\Delta P = \frac{90 \cdot 1,22 \cdot 3,7^2}{2} = 752 \text{ Па.}$$

7 КОНТРОЛЬ РОБОТИ, НОРМИ І ПРАВИЛА ОБСЛУГОВУВАННЯ ОСНОВНОГО АПАРАТУ

7.1 Правила обслуговування барабанної сушарки

Перед розпалюванням топки барабанної сушарки необхідно перевірити топку, форсунки, зольник і змішувальну камеру, живильні пристрої (живильники, тічки, бункера), щільність газового тракту, опори та приводний механізм, пилоосаджувальні пристрої, дуттьові та тягові пристрої, газоходи, шибери, контрольно-вимірювальні та сигнальні прилади; електричну пускову апаратуру; щільність трубопроводів газоподібного палива.

При розпалюванні газової топки слід перед пуском газу в пальники протягом не менше 3 хв. через «свічку» продувати ділянки газопроводу, що підводять до них газ. Потім навісити у обріза пальника і надійно закріпити «кінці» або ганчір'я, просочені змоченим мастилом, і підпалити їх за допомогою факела на довгій жердині.

Коли факел з підвішеного ганчір'я розгориться, слід трохи відкрити газову засувку і, переконавшись, що газ запалав, поступово збільшувати його подачу. Категорично забороняється підпалювати згаслий факел і струмінь газу, що не запалився, а також пускати в топку газ при відсутності запаленого смолоскипа – можливий вибух. Якщо факел згасне або відірветься від пальника, необхідно негайно припинити подачу газу, закрити засувки, відкрити кран на «свічку», ретельно провентилювати топку та димоходи, після чого дозволяється приступити до розпалювання в наведеній вище послідовності.

Забороняється пускати барабанну сушарку при неочищених або несправних пилоочисних пристроях; ослабленні кріплень деталей; ненормальних вібраціях і поштовхах елементів приводу, опорних вузлів,

вентилятора; викривленнях корпусу сушильного барабана, що створюють ненормальні умови роботи опор і приводу; недостатньому ущільненні газового тракту; несправності будь-якого, механізму, що викликає ненормальну роботу сушильного апарату.

Не дозволяється також починати експлуатацію барабанної сушарки, якщо не замінені зношені деталі при введенні агрегату в експлуатацію після середнього або капітального ремонту.

Барабанну сушарку необхідно зупиняти в таких випадках: при загрозі нещасного випадку або аварії; відсутності сирого матеріалу; при переповненні ємностей для сухого продукту.

Під час кожної планової зупинки весь матеріал, що знаходиться в барабанній сушарці, необхідно вибрати.

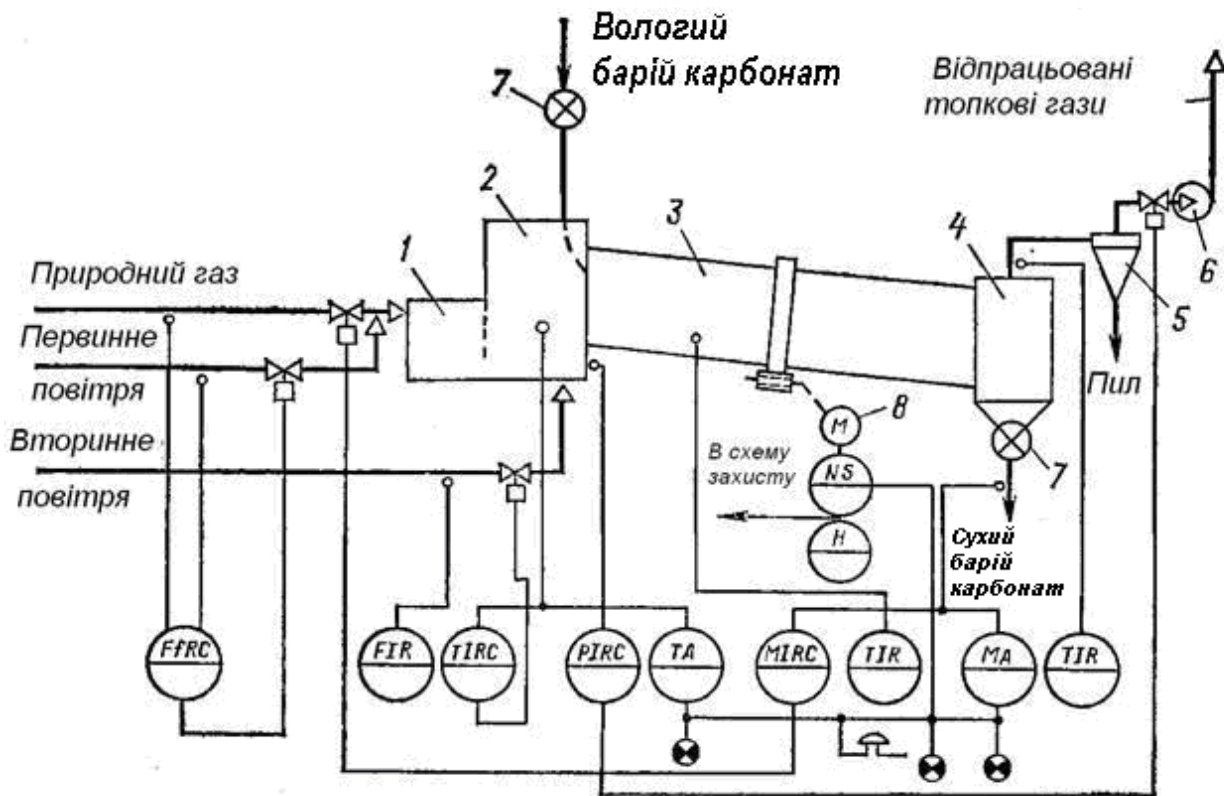
При короткочасній зупинці газових топок слід залишати невеликий факел для спрощення подальшого пуску топки. Газову топку зупиняють в такій послідовності: на топках з однопровідними пальниками подачу газу поступово зменшують до повного припинення; з двопровідними пальниками – спочатку припиняють подачу первинного повітря, потім зменшують подачу газу в пальник і повністю перекривають газові засувки. Після припинення надходження газу необхідно відкрити крани продувних «свічок» і залишити топку під невеликою тягою, щоб уникнути випадкового скупчення в ній газу.

Апаратник, що обслуговує барабанну сушарку, в процесі роботи зобов'язаний виконувати наступні дії. Через оглядове вікно постійно спостерігати за процесом горіння палива; завантажувальні дверцята при цьому повинні бути щільно закриті; стежити за показаннями контрольно-вимірювальних приладів; забезпечувати герметичність трубопроводів для газу; перевіряти роботу механізмів і стан підшипників, попереджаючи їх перегрів; змащувати устаткування.

В процесі експлуатації змащенню підлягають всі тертьові вузли та деталі обладнання, при цьому слід керуватися «картами змащення» [7].

7.2 Автоматизація барабанної сушарки

Показником ефективності сушки продукту є його вологість на виході з барабанної сушарки, а метою управління – підтримування цього параметру на певному значенні. Схема автоматизації барабанної сушарки представлена на рис. 7.1.



- 1 – топка; 2 – змішувальна камера; 3 – барабан; 4 – бункер циклону;
 5 – батарейний циклон; 6 – вентилятор; 7 – автоматичний дозатор;
 8 – електродвигун барабану

Рисунок 7.1 – Схема автоматизації барабанної сушарки

Вологість сухого матеріалу визначається, з одного боку, кількістю вологи, що поступає з вологим матеріалом, а з іншого, – кількістю вологи, що видаляється з нього в процесі сушіння. Кількість вологи, що поступає з вологим матеріалом, залежить від його витрати та його початкової вологості.

Витрата матеріалу визначається продуктивністю сушарки, яка є сталою величиною. Тому необхідно стабілізувати витрату волого матеріалу, що забезпечує задану потужність і усуває збурення по цьому каналу. Для цієї мети встановлюються автоматичні дозатори.

В якості основного регульованого параметру вибирається кінцева вологість матеріалу, а регулююча дія здійснюється зміною витрати топкових газів. Співвідношення між природним газом і повітрям забезпечується регулятором співвідношення.

Температура топкових газів на вході в барабан стабілізується шляхом зміни витрати вторинного повітря. Також регулюється витрата вологого матеріалу та розрідження в сушарці зміною витрати відібраних топкових газів.

При управлінні процесом сушіння контролюються витрата природного газу, первинного та вторинного повітря, волого й сухого матеріалу, температура топкових газів на вході в сушарку та на виході з неї, температура в сушарці, розрідження в змішувальній камері [11].

8 РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона навколишнього природного середовища – складова частина раціонального природокористування. Обов'язкова умова охорони навколишнього природного середовища – належна експлуатація природних об'єктів. Охорона навколишнього природного середовища спрямована на забезпечення захисту численних компонентів природи, що перебувають у нерозривному зв'язку і взаємозалежності.

Принципові положення екологічної стратегії держави закріплені в Конституції України. Центральне місце серед екологічних норм Конституції займає ст. 13, в якій вказано на належність природних ресурсів Українському народу. Від імені народу права власника реалізують органи державної влади та органи місцевого самоврядування. Кожний громадянин може користуватися природними об'єктами права власності народу відповідно до закону. У Конституції закріплено обов'язок держави забезпечувати екологічну безпеку і підтримувати екологічну рівновагу на території України (ст. 16). Згідно із Конституцією (ст. 14) земля проголошена основним національним багатством,

що перебуває під особливою охороною держави. Право власності на землю гарантується. Це право набувається і реалізується громадянами, юридичними особами і державою виключно відповідно до закону.

Основу правової охорони навколишнього природного середовища складають норми земельного, водного, лісового законодавства, законодавства про надра, тваринний і рослинний світ, а також іншого екологічного законодавства. Одним із найважливіших комплексних спеціальних нормативних актів, що регулюють основи організації охорони навколишнього природного середовища, є Закон України № 1264-12 від 25.06.1991 р. «Про охорону навколишнього природного середовища» [12].

Згідно ст.3 закону України 1264-12 «Про охорону навколишнього природного середовища» основними принципами охорони навколишнього природного середовища є:

- пріоритетність вимог екологічної безпеки, обов'язковість додержання екологічних стандартів, нормативів та лімітів використання природних ресурсів при здійсненні господарської, управлінської та іншої діяльності;
- гарантування екологічно безпечного середовища для життя і здоров'я людей;
- екологізація матеріального виробництва на основі комплексності рішень у питаннях охорони навколишнього природного середовища, використання та відтворення відновлюваних природних ресурсів, широкого впровадження новітніх технологій;
- збереження просторової та видової різноманітності і цілісності природних об'єктів і комплексів;
- науково обгрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства на основі поєднання міждисциплінарних знань екологічних, соціальних, природничих і технічних наук та прогнозування стану навколишнього природного середовища;
- гласність і демократизм при прийнятті рішень, реалізація яких впливає на стан навколишнього природного середовища, формування у населення екологічного світогляду;
- науково обгрунтоване нормування впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище;
- безоплатність загального та платність спеціального використання природних ресурсів для господарської діяльності;
- компенсація шкоди, заподіяної порушенням законодавства про охорону навколишнього природного середовища;
- вирішення питань охорони навколишнього природного середовища та використання природних ресурсів з урахуванням ступеня антропогенної зміненості територій, сукупної дії факторів, що негативно впливають на екологічну обстановку;

- поєднання заходів стимулювання і відповідальності у справі охорони навколишнього природного середовища;
- вирішення проблем охорони навколишнього природного середовища на основі широкого міждержавного співробітництва;
- встановлення екологічного податку, збору за спеціальне використання води, збору за спеціальне використання лісових ресурсів, плати за користування надрами відповідно до Податкового кодексу України.

Відповідно до ст.7 закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» підвищення екологічної культури суспільства і професійна підготовка спеціалістів забезпечуються загальною обов'язковою комплексною освітою та вихованням в галузі охорони навколишнього природного середовища в системі загальної середньої, професійної та вищої освіти, підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів. Екологічні знання є обов'язковою кваліфікаційною вимогою для всіх посадових осіб, діяльність яких пов'язана з використанням природних ресурсів та призводить до впливу на стан навколишнього природного середовища.

Ст.9 цього закону забезпечує екологічні права громадян України:

- безпечне для його життя та здоров'я навколишнє природне середовище;
- участь в обговоренні та внесення пропозицій до проектів нормативно-правових актів, матеріалів щодо розміщення, будівництва і реконструкції об'єктів, які можуть негативно впливати на стан навколишнього природного середовища;
- участь в розробці та здійсненні заходів щодо охорони навколишнього природного середовища раціонального і комплексного використання природних ресурсів;
- здійснення загального і спеціального використання природних ресурсів;
- вільний доступ до інформації про стан навколишнього природного середовища та вільне отримання, використання, поширення та зберігання такої інформації, за винятком обмежень, встановлених законом;
- подання до суду позовів до державних органів, підприємств, установ, організацій і громадян про відшкодування шкоди, заподіяної їх здоров'ю

та майну внаслідок негативного впливу на навколишнє природне середовище;

- оскарження у судовому порядку рішень, дій або бездіяльності органів державної влади, органів місцевого самоврядування, їх посадових осіб щодо порушення екологічних прав громадян у порядку, передбаченому законом.

Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» в ст. 12 передбачає і обов'язки громадян у галузі охорони навколишнього природного середовища:

- берегти природу, охороняти, раціонально використовувати її багатства відповідно до вимог законодавства про охорону навколишнього природного середовища;
- здійснювати діяльність з додержанням вимог екологічної безпеки, інших екологічних нормативів та лімітів використання природних ресурсів;
- не порушувати екологічні права і законні інтереси інших суб'єктів;
- вносити штрафи за екологічні правопорушення;
- компенсувати шкоду, заподіяну забрудненням та іншим негативним впливом на навколишнє природне середовище [13].

Відносини в галузі використання, відтворення, належності та охорони природних ресурсів регламентуються також поресурсовими кодексами (земельним, водним, лісовим, про надра) і спеціальними законами України ("Про тваринний світ", "Про охорону атмосферного повітря", "Про природно-заповідний фонд України", "Про рослинний світ" та ін.). Крім того, екологічні відносини регулюються декретами Кабінету Міністрів України (наприклад, "Про приватизацію земельних ділянок"), указами Президента України (наприклад, "Про біосферні заповідники") та іншими підзаконними нормативними актами [12].

Барій хлорид та барій карбонат, котрі є сировиною та готовим продуктом відповідно, – дуже токсичні для водної флори та фауни. Інформація щодо їх токсичності представлена в табл. 8.1.

Таблиця 8.1 – Водна токсичність барій хлориду

| Кінцева температура | Значення | Вид | Час впливу |
|------------------------------|--------------|----------------|------------|
| БАРІЙ ХЛОРИД | | | |
| Водна токсичність (гостра) | | | |
| LC50 | > 3,5 мг/л | риба | 96 h |
| ErC50 | > 1,15 мг/л | водорості | 72 h |
| Водна токсичність (хронічна) | | | |
| EC50 | > 1,000 мг/л | мікроорганізми | 3 h |
| БАРІЙ КАРБОНАТ | | | |
| Водна токсичність (гостра) | | | |
| LC50 | > 3,5 мг/л | риба | 96 h |
| ErC50 | > 1,15 мг/л | водорості | 72 h |
| Водна токсичність (хронічна) | | | |
| EC50 | > 1,000 мг/л | мікроорганізми | 3 h |
| NOEC | > 100 мг/л | риба | 33 d |

Забороняється скидання в навколишнє середовища та злив у каналізацію відходів (залишків) барій хлориду та карбонату.

В стічних водах виробництва барій карбонату міститься натрій хлорид у кількості до 150 г/л. Скидання цих стічних вод в каналізацію викликає забруднення прилеглих територій та водоймищ. З метою усунення негативного впливу на навколишнє середовище запропоновано перероблювати дані стічні води на кухонну сіль, що використовується в якості сировини в виробництві хлоридної кислоти [1].

9 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності. Таке визначення встановлено чинним Законом України «Про охорону праці». Воно свідчить, по-перше, про те, що охорона праці становить сукупність законів, норм, правил, стандартів тощо, а також комплекс різноманітних заходів і засобів, які забезпечують збереження

життя, здоров'я та працездатність людей у процесі виконання ними трудових обов'язків, а, по-друге, про те, що турбота про стан здоров'я працівника є однією з пріоритетних функцій держави.

Правові та організаційні основи охорони праці є тією базою, яка забезпечує соціальний захист працівників і на якій будуються санітарно-гігієнічна та інженерно-технічна складові охорони праці. Правова база охорони праці у галузі ґрунтується на національному законодавстві та міжнародних нормах. Законодавство України про охорону праці – це система взаємопов'язаних нормативно-правових актів, що регулюють відносини у сфері соціального захисту громадян у процесі трудової діяльності. Воно складається з Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів. Базується законодавство України про охорону праці на конституційному праві всіх громадян України на належні, безпечні і здорові умови праці, гарантовані статтею 43 Конституції України. Ця ж стаття встановлює також заборону використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах.

Ст. 45 Конституції гарантує право всіх працівників на щотижневий відпочинок та щорічну оплачувану відпустку, а також встановлення скороченого робочого дня щодо окремих професій і виробництв, скороченої тривалості роботи у нічний час.

Конкретні вимоги охорони праці до виробничого середовища, обладнання, устаткування, порядку ведення робіт, засобів захисту працівників, порядку їх навчання тощо регламентуються відповідними нормативно-правовими актами, які розробляються відповідно до законодавства про охорону праці і становлять нормативно-технічну базу охорони праці.

Загальнодержавні нормативно-правові документи з охорони праці у разі потреби доповнюються відомчими, які можуть розробляти на їх основі і

затверджуватися відповідними міністерствами, відомствами України або асоціаціями, корпораціями та іншими об'єднаннями підприємств для конкретизації вимог нормативно-правових актів залежно від специфіки галузі.

Власники підприємств або уповноважені ними органи розробляють і затверджують на основі загальнодержавних і відомчих власні нормативні документи з охорони праці, що діють у межах цього підприємства. Нормативні документи підприємства конкретизують вимоги і положення щодо питань охорони праці враховуючи специфіку діяльності підприємства з можливістю робити їх більш жорсткими. Але вони не можуть містити вимоги меншими або слабкішими, аніж ті, що містяться в державних нормах.

Обов'язком роботодавців є неухильне дотримання вимог нормативно-правових документів, що діють у сфері охорони праці.

Для забезпечення виконання вимог законодавства з охорони праці в Україні створено систему державного нагляду, відомчого і громадського контролю з цих питань [14].

9.1 Основні фізико-хімічні властивості, токсичність, пожежо- та вибухонебезпечність речовин, що застосовано та одержано в проєктованому виробництві

Основні фізико-хімічні властивості та характеристика токсичності хімічних речовин, які використовуються та одержують в проєктованому виробництві барій карбонату, представлені в табл. 9.1, 9.3 [15].

В табл. 9.2 наведені характеристики пожежонебезпечності використовуваних та одержуваних речовин [16].

Таблиця 9.1 – Основні фізико-хімічні властивості речовин

| Назва речовини | | Емпірична формула | Структурна формула | Агрегатний стан | Температура плавлення, °C | Температура кипіння, °C |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------|
| Раціональна номенклатура | Систематична номенклатура | | | | | |
| Динатрій | Карбонат | La ₂ CO ₃ | O | Тверда | 854 | 1600 |

| | | | | | | |
|----------------|----------------|-----------------|--|-----------------|--------|--------|
| карбонат | натрію | | $\text{La}-\text{O}-\overset{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{La}$ | речовина | | |
| Барій хлорид | Хлорид барію | BaCl_2 | $\text{Cl}-\text{Ba}-\text{Cl}$ | Рідина | – | 1560 |
| Барій карбонат | Карбонат барію | BaCO_3 | $\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{O} \\ \quad \\ \text{O}-\text{Ba} \end{array}$ | Тверда речовина | – | – |
| Натрій хлорид | Хлорид натрію | LaCl | $\text{La}-\text{Cl}$ | Рідина | – | 110 |
| Природний газ | Метан | CH_4 | $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ | Газ | –182,5 | –161,6 |

Таблиця 9.2 – Показники вибухо- і пожежебезпеки

| Речовина | Температура спалаху °С | Температура самозапалення °С | Межі розповсюдження полум'я концентраційні | | | | Межі спалахування температурні, °С | |
|----------|------------------------|------------------------------|--|--------|-------|--------|------------------------------------|--------|
| | | | г/м ³ | | % об. | | нижня | верхня |
| | | | нижня | верхня | нижня | верхня | | |
| Метан | 87,8 | 537,8 | 16,6 | 102,6 | 5,28 | 14,1 | 5 | 15,0 |

Таблиця 9.3 – Характеристики застосовуваних і одержаних речовин

| Речовина | Клас шкідливості | Характер дії на організм людини | Граничнодопустима концентрація | | | | Засоби індивідуального захисту |
|-----------------|------------------|---|--------------------------------|-------------------|--------------------|--------------|---|
| | | | у повітрі, мг/м ³ | | | у воді, мг/л | |
| | | | робочої зони | населеного пункту | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | С _{мр} * | С _{сд} ** | 7 | 8 |
| Карбонат натрію | 3 | При ковтанні: нудота. При потраплянні в очі: викликає подразнення. При вдиханні: кашель | 2 | – | – | – | Бавовняний костюм або комбінезон, берет, респіратор «Пелюстка-200», «Кама», У-2К, захисні окуляри, гумові рукавички, шкіряні чоботи |

| | | | | | | | |
|----------------|---|---|-----|---|---|---|---|
| Хлорид барію | 2 | При ковтанні: подразнення слизуватих оболонок, слинотеча, нудота, блювота, головокружіння, біль, діарея. При вдиханні: кашель, задуха, серцева аритмія. При потраплянні в очі: кон'юктивіт. При потраплянні на шкіру: дерматит | 0,3 | – | – | – | Бавовняний костюм або комбінезон, берет, шкіряні чоботи, захисні окуляри, гумові рукавички. |
| Карбонат барію | 1 | При ковтанні: нудота, блювота, черевні судоми, діарея, слабкість, втрата свідомості. При вдиханні: кашель, біль у горлі. При потраплянні на шкіру: почервоніння. При потраплянні в очі: почервоніння. | 0,5 | – | – | – | Бавовняний костюм або комбінезон, берет, шкіряні чоботи, |

Продовження табл. 9.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------------|---|--|---------------|---|---|---|--|
| | | | | | | | респіратор з сажевим фільтром, захисні окуляри, гумові рукавички. |
| Хлорид натрію | 3 | При потраплянні в очі: різь, сльозотеча, почервоніння слизуватих оболонок. При потраплянні на шкіру: сухість, лущення, почервоніння, подразнення. При ковтанні: нудота, блювота, діарея | 5 аерозоль | – | – | – | Бавовняний костюм або комбінезон, берет, респіратор «Айстра-2», захисні окуляри, гумові рукавички, гумові чоботи, фартух з гумованої тканини |

| | | | | | | | |
|---------------|---|--|-----|---|---|---|--|
| Природний газ | 4 | Не чинить токсикологічної дії на організм людини, але при концентраціях, що знижують вміст кисню в атмосфері до 15-16%об, викликає задуху. | 300 | – | – | – | Бавовняний костюм або комбінезон, берет, захисні окуляри, гумові рукавички, шкіряні чоботи |
|---------------|---|--|-----|---|---|---|--|

9.2 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори на проектованому виробництві

У процесі виробництва барій карбонату на працівників впливають хімічні та фізичні небезпечні виробничі чинники, а саме:

- застосування токсичних та пожежонебезпечних речовин (барій хлорид та барій карбонат);
- підвищена запиленість повітря робочої зони;
- підвищена температура поверхні обладнання, матеріалів (барабанна сушарка, реактор-осаджувач, підігрівачі);
- наявність корозійно-небезпечного середовища (содовий розчин, розчин барій хлориду);
- застосування електричної енергії;
- підвищений рівень шуму та вібрації (насоси, вентилятори);
- застосування підйомно-транспортного обладнання, а також обладнання з рухомими і обертовими частинами (приводи транспортерів, барабанної сушарки, елеватори).

9.3 Заходи запобігання шкідливим і небезпечним виробничим факторам

9.3.1 Вентиляція виробничих приміщень

Під вентиляцією розуміють сукупність заходів та засобів, призначених для забезпечення на постійних робочих місцях та зонах обслуговування виробничих приміщень метеорологічних умов та чистоти повітряного середовища, що відповідають гігієнічним та технічним вимогам.

В умовах проектованого виробництва найбільш розповсюджена припливно-витяжна система вентиляції із загальним припливом в робочу зону та місцевою витяжкою шкідливих речовин безпосередньо з місць їх утворення.

Місцева витяжна вентиляція забезпечує локалізацію та видалення шкідливих речовин безпосередньо від джерела їх утворення, що запобігає поширенню шкідливих речовин по приміщенню і робить процес їх видалення більш ефективним і економічним. Вона здійснюється за допомогою місцевих витяжних зонтів, витяжних шаф, що встановлюються безпосередньо на технологічному або допоміжному обладнанні.

Конструкція місцевої витяжки повинна забезпечити максимальне вловлювання шкідливих виділень при мінімальній кількості вилученого повітря. Крім того, вона не повинна бути громіздкою та заважати обслуговуючому персоналу працювати і наглядати за технологічним процесом.

Основними чинниками при виборі типу місцевої витяжки є характеристики шкідливих виділень (температура, густина парів, токсичність), положення робітника при виконанні роботи, особливості технологічного процесу та устаткування.

Основні вимоги до систем вентиляції:

- створювати в робочій зоні приміщень нормовані параметри повітряного середовища;
- не вносити в приміщення забруднене повітря ззовні або шляхом засмоктування забрудненого повітря з суміжних приміщень;
- не створювати на робочих місцях протягів чи різкого охолодження;
- бути доступними для управління та ремонту під час експлуатації;
- не створювати під час експлуатації додаткових незручностей, бути економічними, вибухопожежобезпечними, не заважати використовувати технологічні операції, не створювати перешкоди внутрішньоцеховому транспорту, не впливати на якість продукції [18].

Кондиціонування повітря – це створення автоматичного підтримування в приміщенні, незалежно від зовнішніх умов (постійних чи таких, що

змінюються), за визначеною програмою температури, вологості, чистоти і швидкості руху повітря.

Відповідно до вимог для конкретних приміщень повітря нагрівають або охолоджують, зволожують або висушують, очищають від забруднювальних речовин або піддають дезінфекції, дезодорації, озонуванню. Системи кондиціонування повітря повинні забезпечувати нормовані метеорологічні параметри та чистоту повітря в приміщенні за розрахункових параметрів зовнішнього повітря для теплого і холодного періодів року згідно з ДСН 3.3.6.042-99 та ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ [19].

Виконаємо розрахунок вентиляції робочого приміщення стадії сушіння барій карбонату. Габаритні розміри приміщення складають: довжина – 54 м, ширина – 37 м, висота – 12 м.

Кількість повітря, яку необхідно подавати в приміщення, визначається за формулою [20]:

$$W = K \cdot V, \quad (35)$$

де $K = 8$ – кратність повітрообміну, година⁻¹;

V – об'єм робочого приміщення, м³.

$$V = a \cdot b \cdot c, \quad (36)$$

де $a = 54$ – довжина робочого приміщення, м;

$b = 37$ – ширина робочого приміщення, м;

$c = 12$ – висота робочого приміщення, м.

$$V = 54 \cdot 37 \cdot 12 \approx 23976 \text{ м}^3.$$

$$W = 8 \cdot 23976 = 191808 \text{ м}^3/\text{годину}$$

Вибирається вентилятор типа В-Ц4-70 звичайного виконання для приміщень неагресивних середовищ з температурою не вище 150°C.

Характеристики вентилятора:

Продуктивність 30000 м³/годину

Номер вентилятора 10

Натиск 150 мм. вод. ст.

Частота обертання 1000 об/хв.

Електродвигун

Тип 4A200 Мб

Потужність 22 кВт.

Кількість вентиляторів, що забезпечуватимуть необхідний повітрообмін у виробничому приміщенні, складає

$$\frac{191808}{30000} \approx 7 \text{ шт.}$$

9.3.2 Освітлення виробничих приміщень

Незадовільна освітленість не тільки втомлює зір, спричиняє розвиток короткозорості, але й викликає втому організму в цілому. Нераціональне освітлення різко знижує продуктивність праці та може стати причиною травматизму. З іншого боку, нормалізація освітлення робочих місць збільшує продуктивність праці на 6-13% та скорочує брак на 25%. Це пов'язане з тим, що зір людини в добре освітленому приміщенні адекватно сприймає розміри, колір, розташування предметів, відстані між ними. При цьому, раціональне освітлення чинить позитивний психо-фізіологічний вплив на працездатність людини. При визначенні вимог до виробничого освітлення виходять зі створення таких умов праці на робочому місці, які виключають стомлення зору, виникнення причин виробничого травматизму та підвищення продуктивності праці. Основна задача освітлення на виробництві – створення найсприятливіших умов праці щодо зору. Це завдання можна вирішити організаційними, організаційно-технічними та технічними заходами. В результаті, виробниче освітлення повинно бути раціональним, а ряді випадків (для ручних виробничих операцій високої точності) – оптимальним.

Раціональне освітлення повинно відповідати ряду умов, які сприяють підтримці високого рівня працездатності, зберігають здоров'я працівників та зменшують травматизм, а саме:

– відповідати нормам, які прийняті в Україні, та передусім Державним

будівельним нормам України “Природне і штучне освітлення”;

- освітленість на робочому місці має відповідати санітарно-гігієнічним нормам;
- освітленість на робочому місці має бути рівномірною по всій площі робочої поверхні;
- освітленість на робочому місці повинна мати розподіл яскравості, що не може відрізнятись більш ніж у 3-5 разів;
- напрямок світлового потоку повинен відповідати зручному виконанню роботи;
- світловий потік не повинен утворювати різких тіней на робочій поверхні (наявність тіней створює нерівномірний розподіл яскравості, змінює розміри та форму об'єктів розпізнавання, викликає втоми очей);
- світловий потік не повинен засліплювати працюючих;
- значення освітленості має бути постійним в часі (освітленість змінюється при коливанні напруги в мережі, пульсації світлового потоку, затемненні світлових отворів тощо);
- слід вибирати оптимальну спрямованість світлового потоку та необхідний спектральний склад світла;
- освітлювальна установка повинна бути правильно вибрана, а також бути довговічною, електро- і пожежобезпечною;
- освітлювальна установка має відповідати вимогам естетики, ергономіки, бути простою, зручною та надійною [14].

В якості джерел штучного світла найбільшого використання знаходять газорозрядні лампи високого та низького тиску. Основною перевагою газорозрядних ламп є їх економічність. Світлова віддача цих ламп коливається в межах 30-80лм/Вт, що в 3-4 рази перевищує світлову віддачу ламп нажарювання. Строк служби доходить до 10000 годин. Вони мають також багато гігієнічних переваг. З їхньою допомогою легше створювати рівномірне освітлення, спектр випромінювання деяких з них (ЛЕ, ЛДЦ) наближається до природного.

При проектуванні штучного освітлення необхідно з'ясувати наступне: обрати систему освітлення, тип джерела світла, тип світильників, визначити розташування світлових приладів, виконати розрахунки штучного освітлення та визначити потужності світильників та ламп.

– Для всіх виробничих приміщень проектується система загального чи комбінованого освітлення. Вибір типу світильників відбувається з урахуванням характеристики приміщення, для якого проектується освітлення [19].

Виконаємо розрахунок штучного освітлення робочого приміщення стадії сушіння барій карбонату.

Для освітлення приміщення вибирається світильник типу РСП 05 з лампою ДРЛ (дугові ртутні люмінесцентні).

Кількість світильників по довжині l_A та ширині l_B приміщення відповідно розраховується за формулами відповідно [20]:

$$n_A = \frac{A}{L}, \quad (37)$$

$$n_B = \frac{B}{L}, \quad (38)$$

де $A = 54$ – довжина приміщення, м;

$B = 37$ – ширина приміщення, м;

L – відстань між рядами світильників, м.

$$L = \lambda \cdot H_p, \quad (39)$$

де $\lambda = 1,5$ – коефіцієнт для визначення відстані між світильниками;

H_p – розрахункова висота підвісу світильника, м.

Розрахункова висота підвісу світильника визначається з виразу [20]:

$$H_p = H - h_c - h_p, \quad (40)$$

- де $H = 12$ – висота приміщення, м;
 $h_c = 0,5$ – звисання світильника, м;
 $h_p = 0,8$ – висота робочої поверхні, м;

$$H_p = 12 - 0,5 - 0,8 = 10,7 \text{ м.}$$

$$L = 1,5 \cdot 10,7 = 16,1 \text{ м.}$$

$$n_A = \frac{54}{16,1} \approx 4 \text{ \textcircled{0}}.$$

$$n_{\hat{A}} = \frac{37}{16,1} \approx 3 \text{ \textcircled{0}}.$$

Загальна кількість світильників складає:

$$4 \cdot 3 = 12 \text{ шт.}$$

Значення показника приміщення i визначається за формулою:

$$i = \frac{\hat{A} \cdot \hat{A}}{\hat{I}_{\delta} \cdot (\hat{A} + \hat{A})} \quad (41)$$

$$i = \frac{54 \cdot 37}{10,7 \cdot (54 + 37)} \approx 2.$$

Необхідний світловий потік одного ряду світильників визначається за формулою [20]:

$$F = \frac{E_n \cdot S \cdot K}{n \cdot U \cdot Z}, \quad (42)$$

- де $E_n = 75$ – мінімально допустима освітленість робочих поверхонь, лк;
 $S = 1998$ – освітлювана площа, м²;
 $K = 1,8$ – коефіцієнт запасу для люмінесцентних ламп у приміщеннях з середнім виділенням забруднень;
 $n = 3$ – кількість рядів світильників;

- $Z = 1,1$ поправочний коефіцієнт, що залежить від конструкції світильника, тип світильника люмінесцентний;
- $U = 0,55$ – коефіцієнт використання освітлювальної установки, який залежить від конструкції світильника, коефіцієнта відбиття стелі і стін, а також показника приміщення i .

$$F = \frac{75 \cdot 1998 \cdot 1,8}{3 \cdot 1 \cdot 0,55} \approx 163473 \text{ лк}.$$

Вибирається лампа ДРЛ-700-4 потужністю 700 Вт із світловим потоком 41000 лм.

Фактичне значення світлового потоку одного ряду світильників складає:

$$F_{\text{факт}} = 4 \cdot 41000 = 164000 \text{ лм}$$

Фактичне значення освітленості дорівнює:

$$E_{\text{факт}} = \frac{75 \cdot 164000}{163473} = 75,2 \text{ лк}.$$

У разі правильного вибору типу та кількості стандартних ламп повинна виконуватися умова:

$$-10\% \leq \left(\frac{\dot{A}_I - \dot{A}_{\text{дод}}}{\dot{A}_I} \right) \cdot 100\% \leq +20\% \quad (43)$$

Отримуємо

$$-10\% \leq \left(\frac{75 - 75,2}{75} \right) \cdot 100\% = -0,3\% \leq +20\% .$$

Умова виконується.

Загальна потужність електроосвітлювальної установки визнається за формулою [20]:

$$N = \frac{n \cdot W + (0,1 \div 0,2) \cdot n \cdot W}{1000}, \quad (44)$$

де $n = 12$ – розрахункова кількість ламп, шт;

$W = 700$ – потужність однієї лампи, Вт.

$$N = \frac{12 \cdot 700 + 0,1 \cdot 12 \cdot 700}{1000} = 548 \text{ \AA}.$$

Схема розташування світильників зображена на рис. 4.1.

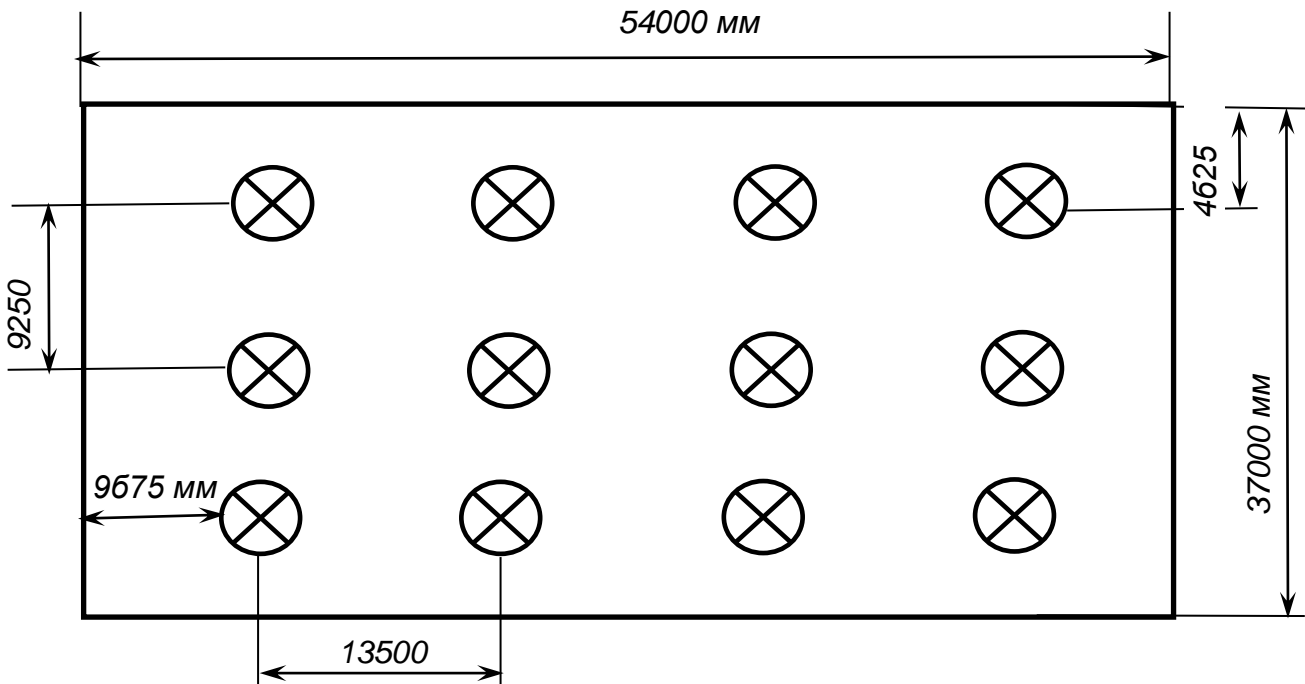


Рисунок 4.1 – Схема розміщення світильників

9.3.3 Заходи електробезпеки

Електробезпека – система організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливої та небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики. Іншими словами, електробезпека – відсутність загрози з боку електроустановок життю, здоров'ю та майну людей, тваринам, рослинам і навколишньому середовищу, що перевищує допустимий ризик. Теоретичною основою електробезпеки є Правила улаштування електроустановок (ПУЕ), Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕ), Правила технічної

експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕ) і теоретичні основи електротехніки (ТОЕ).

Тетоди (заходи), які забезпечують безпечну експлуатацію електроустановок при нормальному (неаварійному) режимі діючих електроустановок:

- ізоляція струмоведучих частин;
 - недоступність струмоведучих частин;
 - блокування безпеки;
 - орієнтація;
 - ізоляція мереж від землі;
 - компенсація ємнісної складової струму замикання на землю;
 - малі напруги;
 - захисне замикання;
 - вирівнювання потенціалів;
 - ізолюючі площадки;
 - обладнання класу II як захід захисту.
- Тетоди (заходи), які забезпечують безпечну експлуатацію електроустановок при аварійному режимі діючих електроустановок:
- система заземлення IT (стара нагва: “захисне заземлення”);
 - система заземлення TT (стара нагва: “занулення”);
 - захисне відключення;
 - подвійна ізоляція;
 - захисне ізолювання робочого місця;
 - ізоляція мереж від землі;
 - компенсація ємнісної складової струму замикання на землю;
 - малі напруги;
 - вирівнювання потенціалів;
 - ізолюючі площадки.

Електрозахисні засоби – це технічні вироби, що не є конструктивними елементами електроустановок і використовуються при виконанні робіт в

електроустановках з метою запобігання електротравм.

Електрозахисті засоби бувають:

- ізолюючі (діелектричні рукавиці, боти, калоші, килимки, ізольовані підставки, інструмент з ізолюючими ручками, ізолюючі штанги, кліщі);
- огорожувальні (переносні огороження, заземлення);
- запобіжні (пояси, захисні окуляри, каски).

До засобів індивідуального електрозахисту відноситься: захисні костюми, взуття [21].

9.3.4 Заходи та засоби захисту від шуму й вібрації

Питання боротьби із шумом потрібно починати вирішувати вже на етапі проектування підприємства, робочого місця, устаткування. Для цього, зазвичай, використовують організаційні, технічні та медично-профілактичні заходи.

До організаційних заходів належать раціональне розташування виробничих ділянок, устаткування робочих місць, постійний контроль режиму праці та відпочинку працівників, обмеження у використанні обладнання та робочих місць, що не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам.

Технічні заходи дають змогу зменшити вплив шуму на працівників і поділяються на заходи, що використовуються в джерелі виникнення (конструктивні та технологічні), на шляху розповсюдження (звукоізоляція, звукопоглинання, глушники шуму, звукоізоляційні укриття) та в у зоні сприйняття (засоби колективного та індивідуального захисту).

Захист від шуму необхідно забезпечувати, передусім, за рахунок використання шумобезпечної техніки, і тільки в разі неможливості вирішення цього питання, за рахунок використання заходів і засобів колективного та індивідуального захисту.

Використання засобів індивідуального захисту від шуму здійснюється у випадках, якщо інші (конструктивні та колективні) методи захисту не забезпечують допустимих рівнів звуку. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) дають змогу знизити рівні звукового тиску на 7-45 дБ. Найчастіше

використовують вкладишні ЗІЗ у вигляді тампонів, які встромляються у слуховий канал, та протишумові навушники, які закривають вушну раковину зовні, а також шоломи та каски. Наприклад, для зниження середніх і високочастотних шумів найдоцільніше використовувати навушники типу «Беруши» або типу «Грибок».

Основні заходи щодо захисту людини від шкідливої дії вібрації у виробничих умовах можна бути поділити на технічні, організаційні і лікувально-профілактичні, а також колективні та індивідуальні:

- технічні заходи: зниження вібрації в джерелі її виникнення (вибір на стадії проектування кінематичних і технологічних схем, які знижують динамічні навантаження в устаткуванні та ін.); зниження діючої вібрації на шляху розповсюдження від джерела виникнення (вібропоглинання, віброгасіння, віброізоляція);
- організаційні заходи: організаційно-технічні (своєчасний ремонт та обслуговування обладнання за технологічним регламентом, контроль допустимих рівнів вібрації, дистанційне керування вібронезбезпечним обладнанням); організаційно-режимні (забезпечення відповідного режиму праці та відпочинку, заборону залучення до вібраційних робіт осіб молодших 18 років, тощо);
- лікувально-профілактичні заходи: періодичні медичні огляди; лікувальні процедури (фізіологічні процедури, вітамінно- та фітотерапія) [17].

9.4 Заходи пожежної безпеки на виробництві

Система пожежної безпеки – це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі та збитків від неї.

Забезпечення пожежної безпеки – невід'ємна частина державної діяльності щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства і навколишнього природного середовища. Правовою основою діяльності в галузі пожежної безпеки є Конституція, Закон України «Про пожежну безпеку» та

інші закони України, постанови Верховної Ради України, укази і розпорядження Президента України, декрети, постанови та розпорядження Кабінету міністрів України, рішення органів державної виконавчої влади, місцевого та регіонального самоврядування, прийняті в межах їх компетенції.

Пожежна безпека на підприємстві забезпечується організаційними, технічними заходами і протипожежним захистом.

До організаційних заходів належать:

- розробка правил, інструкцій, інструктажів з протипожежної безпеки;
- організація інструктування і навчання робітників та службовців;
- здійснення контролю за дотриманням встановленого протипожежного режиму всіма працюючими;
- організація добровільних пожежних дружин та пожежотехнічних комісій;
- щоденна перевірка протипожежного стану приміщень після закінчення роботи;
- розробка і затвердження плану евакуації й порядку оповіщення персоналу на випадок виникнення пожежі;
- дотримання належного протипожежного нагляду за об'єктами;
- організація перевірки належного стану пожежної техніки та інвентарю.

До технічних заходів належать:

- дотримання пожежних норм, вимог та правил при влаштуванні будівель, споруд, складів;
- підтримання у справному стані систем опалення, вентиляції, обладнання;
- улаштування автоматичної пожежної сигналізації, систем автоматичного гасіння пожеж та пожежного водопостачання;
- заборона використання обладнання, пристроїв, приміщень та інструментів, що не відповідають вимогам протипожежної безпеки;
- правильна організація праці на робочих місцях з використанням пожежонебезпечних інструментів, приладів, технологічних установок

Протипожежний захист – комплекс інженерно-технічних заходів, спрямованих на створення пожежної безпеки об'єктів і споруд.

Відповідно до вимог і норм пожежної безпеки всі виробничі, адміністративні, складські та інші приміщення і споруди виробництва обладнуються засобами автоматичної системи пожежної сигналізації, первинними засобами пожежогасіння, вогнегасниками, ящиками з піском, установками пожежогасіння, автоматикою для виявлення і запобігання пожеж.

При виникненні пожежі або загоранні на будь-якій ділянці підприємства негайно оголошується пожежна тривога та сповіщається пожежна охорона. Найчастіше для цього використовується телефон. Про пожежу доповідають чітко, називаючи адресу підприємства та прізвище того, хто робить повідомлення.

Одночасно з повідомленням про пожежу працівники вживають заходів щодо її ліквідації та евакуації людей з приміщення, а також заходів щодо посилення охорони об'єкта. Для гасіння пожежі використовують первинні засоби пожежогасіння, що є на підприємстві [22].

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті розроблена стадія сушіння готового продукту виробництва барій карбонату потужністю 50 тис. т/рік.

На підставі огляду сучасних способів виробництва барій карбонату, зіставленні їх переваг і недоліків, було обрано – карбонізацію розчину хлориду барію.

В проекті подана повна характеристика вихідної сировини та готової продукції.

Згідно з завданням на дипломний проект було вивчено фізико-хімічні основи процесу виробництва барій карбонату, представлена технологічна схема виробництва, виконані розрахунки матеріального та теплового балансу стадії сушіння барій карбонату, конструктивний та механічний розрахунки барабанної сушарки, вибране допоміжне технологічне обладнання.

Система автоматизації барабанної сушарки дозволяє проводити технологічний процес відповідно до норм технологічного режиму та

отримувати готову продукцію високої якості, показники якої відповідають вимогам ГОСТ 2149-75 «Барий углекислый технический. Технические условия».

Велика увага в дипломному проекті приділена охороні праці в виробництві барій карбонату.