

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 очищеного натрій гідрогенкарбонату**
потужністю 65 тис. т/рік з розробкою стадії карбонізації содового
розчину

Виконав: здобувач вищої освіти групи

ХТ-17з

Дергачова В. М.

(прізвище, та ініціали)

(підпис)

Керівник **Золотарьова О. В.**

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Завідувач кафедру **Суворін О. В.**

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент **Кравченко І. В.**

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Севєродонецьк – 2021 р.

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

Дергачовій Вероніці Миколаївні

1. Тема проекту:

**Виробництво очищеного натрій гідрогенкарбонату потужністю
65 тис. т/рік з розробкою стадії карбонізації содового розчину**

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 карбонізаційної колони (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 карбонізаційної колони	29.05.2021	
14	Таблиця матеріального балансу	29.05.2021	

Здобувач вищої освіти _____

В. М. Дергачова

Керівник проекту _____

О. В. Золотарьова

ЗМІСТ

	<i>Вступ</i>	8
1	<i>Стислий аналітичний огляд з обґрунтуванням методу виробництва</i>	10
1.1	<i>Вибір та обґрунтування методу виробництва</i>	10
1.2	<i>Фізико-хімічні основи процесу одержання очищеного натрій гідрогенкарбонату</i>	11
2	<i>Характеристика сировини, напівфабрикатів, готової продукції</i>	17
3	<i>Опис технологічної схеми</i>	21
4	<i>Матеріальні і теплові баланси</i>	23
4.1	<i>Матеріальний баланс стадії карбонізації содового розчину</i>	23
4.2	<i>Тепловий баланс стадії карбонізації содового розчину</i>	30
5	<i>Вибір і розрахунок основного апарату</i>	34
5.1	<i>Конструктивний розрахунок карбонізаційної колони</i>	34
5.2	<i>Опис конструкції і принцип дії карбонізаційної колони, правила експлуатації</i>	35
5.3	<i>Механічний розрахунок карбонізаційної колони</i>	37
6	<i>Вибір допоміжного обладнання</i>	41

7	<i>Контроль роботи, норми і правила обслуговування основного апарату</i>	42
	7.1 <i>Норми і правила обслуговування стадії карбонізації содового розчину</i>	42
	7.2 <i>Автоматизація стадії карбонізації содового розчину</i>	45
8	<i>Ресурсозбереження і охорона навколишнього середовища</i>	49
9	<i>Охорона праці</i>	54
	9.1 <i>Небезпечні і шкідливі виробничі фактори на проєктованому виробництві</i>	57
	9.2 <i>Заходи запобігання шкідливих і небезпечних виробничих факторів</i>	59
	9.2.1 <i>Вентиляція виробничих приміщень</i>	59
	9.2.2 <i>Метеорологічні умови виробничих приміщень</i>	60
	9.2.3 <i>Освітлення виробничих приміщень</i>	63
	9.2.4 <i>Заходи електробезпеки</i>	67
	9.2.5 <i>Заходи боротьби з шумом і вібрацією</i>	67
	9.3 <i>Заходи пожежної безпеки</i>	68
	<i>Висновки</i>	72
	<i>Анотація</i>	73
	<i>Список використаної літератури</i>	74

ВСТУП

Очищений натрій гідрогенкарбонат (харчова сода, двовуглекислий натрій) знайшов широке застосування в багатьох галузях промисловості: харчовій, фармацевтичній, гумовій, шкіряній, для зарядки вогнегасників, а також для побутових потреб. Споживання очищеного натрій гідрогенкарбонату різними галузями промисловості та народним господарством (у відсотках) можна представити наступними чином: побутові потреби – 73,7%, харчова промисловість – 7,1%, легка промисловість – 6,5%, хімічна промисловість – 6%, медицина – 3,7%, зарядка вогнегасників – 3% [1].

Застосування очищеного натрій гідрогенкарбонату для різних цілей засновано на його здатності нейтралізувати кислоти, шкідливо не впливаючи на тваринні та рослинні тканини, а також на тому, що він розкладається, виділяючи карбон (IV) оксид CO_2 , який використовується в якості розпушувача, пороутворювача, консервувального засобу і т.д.

В хлібопеченні використовують здатність очищеного натрій гідрогенкарбонату легко розкладатися при нагріванні, виділяючи діоксид карбон (IV) оксид. Так, доданий до тіста очищений натрій гідрогенкарбонат сприяє його підняттю та розпушенню, збільшує пористість.

Очищений натрій гідрогенкарбонат також використовують у виробництві безалкогольних напоїв і штучної мінеральної води в якості продукту, що легко виділяє карбон (IV) оксид.

В медицині очищений натрій гідрогенкарбонат використовують для виготовлення різних фармацевтичних препаратів і ліків, що нейтралізують надлишкову кислотність в організмі.

Застосування очищеного натрій гідрогенкарбонату в виробництві мікропористих гумових виробів (амортизаторів, буферів, мікропористої підшви, каблуків) засновано на тому, що при термічній обробці гуми NaHCO_3 , що міститься в ньому, розкладається та виділений CO_2 надає гумі пористу структуру, збільшує її об'єм і знижує щільність.

В хімічній промисловості очищений натрій гідрогенкарбонат використовується для виробництва барвників, пінопластів і інших органічних продуктів, товарів побутової хімії.

Також очищений натрій гідрогенкарбонат застосовують для зарядки пінних і рідинних вогнегасників. В пінних вогнегасниках при їх включенні відбувається реакція взаємодії NaHCO_3 з сульфатною кислотою. Карбон (IV) оксид, що виділяється, змішується з піноутворювачем і у вигляді піни локалізує вогнище горіння. В рідких вогнегасниках розчин очищеного натрій гідрогенкарбонату, що викидається у вогнище горіння, утворює плівку солі, ізолюючу полум'я. Для розкладання солі витрачається тепло, що приводить до охолодження палаючої поверхні.

Очищений натрій гідрогенкарбонат застосовується в виробництві штучних шкір, шкіряному виробництві (дублення та нейтралізація шкір) [2].

Зростаюча потреба різних галузей промисловості в очищеному натрій гідрогенкарбонаті свідчить про необхідність проведення модернізації та технічного переоснащення існуючих виробництв, удосконалення технології виробництва, використання прогресивних форм виробництва, нарощування виробничих потужностей.

Метою дипломного проекту є проектування виробництва очищеного натрій гідрогенкарбонату потужністю 65 тис. т/рік з розробкою стадії карбонізації содового розчину.

1 СТИСЛИЙ АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД З ОБҐРУНТУВАННЯМ МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА

1.1 Вибір та обґрунтування методу виробництва

В промисловості очищений натрій гідрогенкарбонат одержують двома способами:

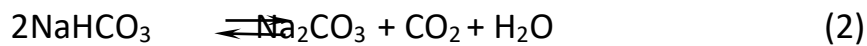
- 1) з готової кальцинованої соди („сухий” спосіб);
- 2) з сирого натрій гідрогенкарбонату, одержаного на фільтрах у якості проміжного продукту при виробництві кальцинованої соди („мокрий” спосіб).

При одержанні очищеного натрій гідрогенкарбонату за першим способом кальциновану соду розчиняють у воді або оборотному маточнику та в отриманий розчин вводять карбон (IV) оксид. Утворення очищеного натрій гідрогенкарбонату протікає за рівнянням



Утворений очищений натрій гідрогенкарбонат відфільтровують, промивають, сушать і упаковують.

При одержанні очищеного натрій гідрогенкарбонату за другим способом сирій натрій гідрогенкарбонат подають в декарбонізатор для розкладання. Під дією пари натрій гідрогенкарбонат розкладається на натрій карбонат та карбон (IV) оксид за реакцією



Отриманий таким шляхом розчин соди відфільтровують, а потім карбонізують (насичують CO_2). В результаті карбонізації утворюється очищений натрій гідрогенкарбонат, який відфільтровують, центрифугують,

сушать гарячим повітрям і упаковують. Фільтрат використовують для розчинення наступних порцій сирого натрій гідрогенкарбонату.

У кожного з вище перелічених способів є свої переваги та недоліки. «Мокрий» спосіб одержання очищеного натрій гідрогенкарбонату має істотні переваги в порівнянні з «сухим» способом:

- витрати тепла на розкладання NaHCO_3 зменшуються в 2,5 рази порівняно з розкладанням NaHCO_3 у содових печах;
- відпадає необхідність у повному розкладанні NaHCO_3 в содовому розчині. Це дозволяє додатково заощаджувати тепло, а також полегшує подальшу карбонізацію содового розчину, в якому частина соди вже знаходиться у вигляді NaHCO_3 .
- знижується навантаження основних содових печей, експлуатація яких обходиться дорожче, ніж апаратури для „морого” розкладання NaHCO_3 [3].

Враховуючи все вищевикладене, в дипломному проекті обирається „мокрий” спосіб виробництва очищеного натрій гідрогенкарбонату, як більш економічно вигідний.

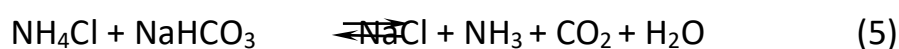
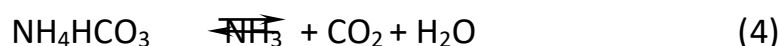
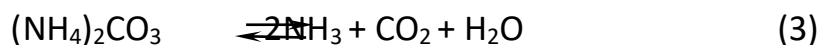
1.2 Фізико-хімічні основи процесу одержання очищеного натрій гідрогенкарбонату

Розкладання суспензії технічного натрій гідрогенкарбонату при нагріванні водяною парою називається декарбонізацією.

Одночасно з основною реакцією декарбонізації



при нагріванні суспензії натрій гідрогенкарбонату до 95-100°C протікають побічні реакції, пов'язані з наявністю в технічному гідрогенкарбонаті ряду домішок:



При декарбонізації в газову фазу виділяються CO_2 і NH_3 – компоненти, необхідні для одержання соди. Тому парогазова суміш, яка виходить із декарбонізатора, направляється в колектор газу содових печей виробництва кальцинованої соди.

Розкладання гідрогенкарбонату до кінця не протікає, оскільки реакція декарбонізації є оборотною. В умовах виробництва ступінь перетворення коливається зазвичай в межах 0,85-0,88; подальше його підвищення необов'язкове, оскільки пов'язано зі збільшенням тривалості процесу розкладання і енергетичних витрат.

Підвищення загальної лужності розчину за інших рівних умов приводить до зростання рівноважного ступеня перетворення натрій гідрогенкарбонату в карбонат.

В умовах виробництва треба мати високу швидкість розкладання натрій гідрогенкарбонату. Дослідження кінетики реакції декарбонізації показали, що швидкість розкладання натрій гідрогенкарбонату при даній загальній лужності розчину не залежить від швидкості дифузійних процесів, які протікають в рідкій фазі (наприклад, від інтенсивності перемішування системи), і визначається тільки температурою і вмістом у розчині NaHCO_3 .

У загальному вигляді, при даній загальній лужності розчину і температурі швидкість реакції розкладання натрій гідрогенкарбонату виражається рівнянням

$$u = k \cdot c^2, \quad (7)$$

де u - швидкість розкладання NaHCO_3 ;

k - коефіцієнт пропорційності;

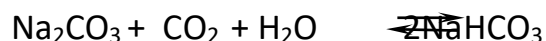
c - вміст NaHCO_3 в розчині у даний момент часу.

З рівняння видно, що реакція розкладання натрій гідрогенкарбонату є реакцією другого порядку.

Вплив температури на швидкість розкладання натрій гідрогенкарбонату і значення енергії активації, яке дорівнює 171,8 кДж/моль, говорять про визначальну роль в цьому процесі швидкості хімічної реакції. Тому при його апаратурному оформленні повинен бути забезпечений достатній час перебування розчину в декарбонізаторі. Із цього погляду найбільш придатним апаратом буде колона барботажного типу з ковпачковими тарілками або колона із затопленою насадкою. В якості теплоносія при декарбонізації застосовують насичену водяну пару, яка знижуючи парціальний тиск CO_2 в газовій фазі, сприяє десорбції CO_2 з рідини і розкладанню NaHCO_3 .

Витрата гріючої пари при даній температурі парогазової суміші на виході з декарбонізатора залежить від її тиску.

Система, яка виражається рівнянням реакції



чотирьохкомпонентна. При наявності NaHCO_3 в твердій фазі вона, відповідно до правила фаз, має два ступеня свободи. Отже, рівноважний склад даної системи буде залежати від змінних – температури і концентрації одного з компонентів. Склад рівноважного розчину виражається вмістом в ньому загальної лужності ($\text{Na}_{\text{зар.}}$), загальної вуглекислоти ($\text{CO}_{2\text{зар.}}$), NaHCO_3 і Na_2CO_3 .

Знаючи температуру і концентрацію одного з компонентів, для розрахунку концентрацій трьох інших компонентів необхідні три рівняння:

$$[\text{Na}_{\text{зар.}}] = [\text{Na}_2\text{CO}_3] + [\text{NaHCO}_3] \quad (8)$$

$$[\text{CO}_{2\text{зар.}}] = [\text{Na}_2\text{CO}_3] + 2[\text{NaHCO}_3] \quad (9)$$

$$[\text{NaHCO}_3] = -0,0642 [\text{Na}_2\text{CO}_3] + 0,0057t \quad (10)$$

Кількість натрій гідрогенкарбонату, що виділяється в тверду фазу при досягненні рівноваги, може бути підрахована (в г-екв/л) за рівнянням:

$$\text{NaHCO}_{3\text{осад}} = 0,0088 [\text{Na}_{\text{зар.}}] (R - 87) - 0,015t, \quad (11)$$

де R – ступінь карбонізації, обумовлений відношенням $[\text{CO}_{2\text{зар.}}]$ до $[\text{Na}_{\text{зар.}}]$:

$$R = \frac{[\text{CO}_{2\text{зар.}}]}{[\text{Na}_{\text{зар.}}]} \cdot 100\% \quad (12)$$

На рис. 1.1 приведена політерма розчинності в системі $\text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{NaHCO}_3 - \text{H}_2\text{O}$, що дозволяє визначити граничні концентрації натрій карбонату в розчині, при яких в твердій фазі буде знаходитися тільки натрій гідрогенкарбонат.

Як видно з рис. 1.1 ці концентрації лежать в межах 16-18%мас. (78-85 н.д.), але на практиці підтримується більш низька концентрація, щоб виключити можливість випадіння в осад $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

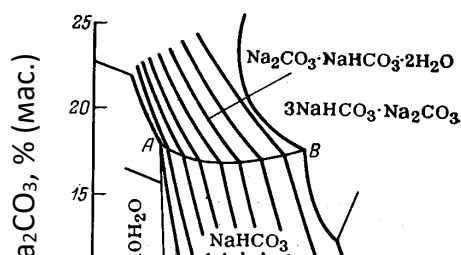


Рисунок 1.1 – Політерма розчинності в системі $\text{N}_2\text{CO}_3 - \text{NaHCO}_3 - \text{H}_2\text{O}$

Збільшення швидкості абсорбції CO_2 при зменшенні $[\text{Na}_{\text{заг.}}]$ спостерігається до досягнення концентрації Na_2CO_3 в розчині порядку 0,3 г-екв/л (6 н.д.). При подальшому розбавленні розчину швидкість абсорбції CO_2 починає знижуватися, наближаючись до її значення для води. Досліди вказують і на аналогічну зміну рН при зміні вмісту Na_2CO_3 в розчині. Зниження швидкості абсорбції CO_2 в міру збільшення ступеня перетворення карбонату в гідрогенкарбонат пояснюється накопиченням в розчині гідрогенкарбонат-іонів. Коефіцієнт швидкості абсорбції CO_2 залежить тільки від гідродинамічних умов протікання процесу.

Відповідальною операцією в процесі одержання очищеного натрій гідрогенкарбонату є кристалізація NaHCO_3 . При кристалізації NaHCO_3 в процесі карбонізації розчинів натрій карбонату встановлена безпосередня залежність між швидкостями кристалізації $W_{\text{кр}}$ і абсорбції CO_2 (остання визначає пересичення розчину за NaHCO_3).

З іншого боку, швидкість кристалізації NaHCO_3 впливає на швидкість абсорбції CO_2 , оскільки в процесі кристалізації NaHCO_3 зменшується концентрація іонів HCO_3^- , що негативно впливає на поглинання CO_2 розчином.

Кристалізація NaHCO_3 може протікати в дифузійній і кінетичній областях, що визначається гідродинамічними умовами – інтенсивністю перемішування системи.

Вплив температури на швидкість кристалізації NaHCO_3 залежить від інтенсивності перемішування розчину. При підвищенні температури, з одного боку, зменшується ступінь пересичення розчину, що пояснюється збільшенням розчинності NaHCO_3 , і приводить до зниження швидкості кристалізації. З іншого боку підвищення температури полегшує дифузійні процеси, тобто веде до збільшення швидкості кристалізації.

При малій турбулентності системи, коли кристалізація NaHCO_3 протікає в дифузійній області, при підвищенні температури швидкість кристалізації знижується. Отже, в цій області переважаюче значення має зміна ступеня пересичення.

При високій інтенсивності перемішування, коли кристалізація NaHCO_3 протікає в кінетичній області, підвищення температури сприяє збільшенню швидкості кристалізації, тому що температурний коефіцієнт кінетичних процесів значно вищий дифузійних.

Для одержання великих кристалів натрій гідрогенкарбонату необхідно, щоб швидкість кристалізації була порівняно невисокою. Для цього знижують пересичення шляхом підвищення температури карбонізації ($82-86^\circ\text{C}$) і збільшення вмісту NaHCO_3 в рідині, що подається на карбонізацію. В умовах

виробництва загальна лужність такої рідини підтримується в межах (80-88 н.д.) при вмісті в ній NaHCO_3 (30-34 н.д.).

Великі кристали отримують при підтримуванні досить високої температури суспензії аж до її виходу з карбонізаційної колони (60-70°C) [3].

2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, НАПІВФАБРИКАТІВ, ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Вихідною сировиною для одержання очищеного натрій гідрогенкарбонату за «мокрим» способом є технічний натрій гідрогенкарбонат, що поступає зі стадії фільтрації виробництва кальцинованої соди. Технічний (сирий) натрій гідрогенкарбонат повинен мати наступний склад (%мас.): NaHCO_3 – 76; Na_2CO_3 – 2,0; NaCl – 0,4; NaCO_2NH_2 – 4,6; H_2O – 17. Технічний натрій гідрогенкарбонат повинен мати білий колір (допускається зеленуватий відтінок).

Содовий розчин, що застосовується для виробництва очищеного натрій гідрогенкарбонату, представляє собою гарячий водний розчин натрій карбонату наступного складу (в н.д.): Na_2CO_3 – 71; NaHCO_3 – 25; NaCl – 0,5; загальна лужність – 96.

Для карбонізації содового розчину використовується карбон (IV) оксид, що одержують у вапняно-випалювальних печах при випалі карбонатної сировини. Склад пічного газу наступний, %(об.): CO_2 – 38-40 (при випалі вапняку) або 33-35 (при випалі крейди); O_2 – не більше 1,2; CO – 0,5; вміст пилу – не більше 2,5 г/м³.

Карбон (IV) оксид CO_2 – газ без кольору і запаху. Молекулярна маса – 44 г/моль. Густина при 0°C і 760 мм. рт. ст. складає 1,977 г/л.

Очищений натрій гідрогенкарбонат представляє собою кристалічний порошок білого кольору з середнім розміром кристалів 0,05-0,20 мм. Молекулярна маса NaHCO_3 дорівнює 84,01 г/моль, насипна щільність 900 $\text{кг}/\text{м}^3$, щільність чистого продукту 2200 $\text{кг}/\text{м}^3$, теплоємність 1,043 $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$.

Водний розчин натрій гідрогенкарбонату має слабо виражений лужний характер. Розчинність натрій гідрогенкарбонату в воді невелика і порівняно мало змінюється при підвищенні температури [1].

Відповідно до ГОСТ 2156-76 «Натрий двууглекислый. Технические условия» за фізико-хімічними показниками очищений натрій гідрогенкарбонат повинен відповідати нормам, зазначеним в табл. 2.1 [4].

Таблиця 2.1 – ГОСТ 2156-76. Натрий двууглекислый. Технические условия

Найменування показника	Норма	
	I сорт	II сорт
Зовнішній вигляд	Кристалічний порошок білого кольору, без запаху	
Масова частка NaHCO_3 , %, не менше	99,5	99,0
Масова частка Na_2CO_3 , %, не більше	0,4	0,7
Масова частка хлоридів в перерахуванні на NaCl , %, не більше	0,02	0,04
Масова частка As	Витримує випробування у відповідності з ГОСТ 2156-76	
Масова частка нерозчинних у воді речовин, %	Витримує випробування у відповідності з	

не більше	ГОСТ 2156-76	
Масова частка Fe, %, не більше	0,001	0,005
Масова частка Ca, %, не більше	0,04	0,05
Масова частка сульфатів, %, не більше	0,02	0,02
Масова частка вологи, %, не більше	0,1	0,2

Очищений натрій гідрогенкарбонат упаковують у чотиришарові паперові мішки марок НМ і ПМ або в п'ятишарові паперові мішки марки НМ за ГОСТ 2226, або в спеціалізовані контейнери разового використання типів МКР-1,0М, МКР-1,0С з поліетиленовим вкладишем або МКО-1,0С. Маса нетто однієї пакувальної одиниці повинна відповідати НТД на вигляд упаковки.

Очищений натрій гідрогенкарбонат, призначений для роздрібної торгівлі та інших цілей, упаковують у споживчу тару – пачки по НТД або пакети по ГОСТ 13502 або іншої НТД, інших форм і розмірів за погодженням із споживачем масою від 100 до 500 г. Допустимі відхилення від маси $\pm 4,0\%$.

Допускається упаковувати очищений натрій гідрогенкарбонат в дрібну споживчу тару – пакети масою від 5 до 100 г, виготовлені з ламінованого паперу, фольги за ГОСТ 745, поліетиленової плівки за ГОСТ 10354 або інших термозварювальних матеріалів, дозволених до застосування державними санітарними органами. Пачки або пакети з продуктом щільно укладають в ящики з гофрованого картону для хімічної продукції за ГОСТ 13841. Пачки упаковують блоками в термоусадочну плівку за ГОСТ 25951 та відповідно до ГОСТ 25776. Маса нетто ящика або блоку – 15-20 кг. Допускається пакування пачок і пакетів в чотиришарові паперові мішки (ГОСТ 2226), при цьому пачки і пакети попередньо покривають одним шаром обгорткового паперу щільністю 120 г/см^3 за ГОСТ 8273 чи термоусадочною плівкою згідно з ГОСТ 25951. Маса нетто – не більше 40 кг.

Очищений натрій гідрогенкарбонат транспортують усіма видами транспорту (крім авіації) у критих транспортних засобах відповідно до правил перевезення вантажів, що діють на транспорті даного виду. Допускається транспортування автомобільним транспортом навалом з використанням спеціалізованого транспорту або в спеціально виготовлених ємностях з нержавіючої сталі. По залізниці транспортують вагонними відправками. Допускається транспортувати очищений натрій гідрогенкарбонат в універсальних спеціалізованих великотоннажних контейнерах, а також насипом у спеціалізованих контейнерах різних типів (СК-1-5 по ГОСТ 19668 або подібного типу контейнерах по іншій НТД). Спеціалізовані м'які контейнери транспортують по залізниці відкритим рухомим складом вагонними відправками без перевалок, з навантаженням і вивантаженням на під'їзних шляхах відправника (одержувача) у відповідності з технічними умовами навантаження і кріплення вантажів.

Очищений натрій гідрогенкарбонат зберігають у закритих складських приміщеннях. Заповнені спеціалізовані контейнери зберігають як у критих складських приміщеннях, так і на відкритих майданчиках у 2-3 яруси по висоті. Транспортні пакети зберігають в критих складських приміщеннях в 2-3 яруси по висоті.

Виробник гарантує відповідність очищеного натрій гідрогенкарбонату вимогам стандарту при дотриманні умов транспортування та зберігання. Гарантійний термін зберігання готового продукту – 12 місяців з дня виготовлення [4].

3 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Опис технологічної схеми виробництва очищеного натрій гідрогенкарбонату «мокрим» способом представлений нижче.

Технічний натрій гідрогенкарбонат з вакуум-фільтрів виробництва кальцинованої соди надходить у мішалку приготування суспензії натрій гідрогенкарбонату (поз. 1), де розбавляється маточним розчином і насосом подається в декарбонатор (поз. 2), в якому під дією пари утворюється содовий розчин. З декарбонатора содовий розчин з концентрацією 105-110 н. д. перекачується до збірника вихідного содового розчину (поз. 3), в якому готується нормальний содовий розчин з концентрацією 89 н. д. Для розбавлення вихідного содового розчину в збірник подається маточний розчин.

Нормальний содовий розчин проходить фільтр (поз. 4), в якому очищується від механічних домішок і нерозчинних речовин. Шлам після фільтру направляється в мішалку шламу (поз. 5), з якої відцентровим насосом перекачується у виробництво натрій гідроксиду на стадію каустифікації. Освітлений содовий розчин подається в карбонізаційну колону (поз. 8).

У нижню бочку карбонізаційної колони подається газ вапняно-випалювальних печей, що містить 37%об. CO₂. Газ перед подачею в карбонізаційну колону промивають содовим розчином з концентрацією 40 г/л для поглинання нерозчинних у воді домішок та охолоджують до температури 15°C в промивачі газу (поз. 9). Ступінь використання карбон (IV) оксиду в карбонізаційній колоні дорівнює 60%. Невикористаний газ з вмістом CO₂ 19%об. видаляється в атмосферу.

Гідрогенкарбонатна суспензія з карбонізаційної колони надходить у декантер (поз.11). Осідаючі кристали натрій гідрогенкарбонату згущуються в конусній частині і у вигляді пульпи виводяться на центрифугу (поз. 13).

Вологий натрій гідрогенкарбонат за допомогою системи транспорту (поз. 15) подається в барабанну сушарку (поз. 17). Маточний розчин та промивна вода з центрифуги та освітлений розчин з декантера (поз. 11) поступають в збірники (поз. 12, 14), а потім направляються для приготування нормального содового розчину (поз.3) і суспензії натрій гідрогенкарбонату (поз. 1).

Барабанна сушарка працює за принципом протитечії, що трохи зменшує віднесення пилу з сушарки. Сушка здійснюється гарячим повітрям з температурою 105-110°C, що підігрівається паром в калориферах (поз. 16). Сухий очищений натрій гідрогенкарбонат, що виходить із сушарки, подається системою транспорту (поз. 23) на сито-бурат (поз. 24), де розділяється за крупністю на декілька фракцій. Розділений на фракції очищений натрій гідрогенкарбонат направляється на фасування.

Повітря після сушарки проходить сухе очищення в циклонах (поз. 18), рукавних фільтрах (поз.19) і вентилятором (поз. 20) подається на мокре очищення в скруббер (поз. 21). Пил очищеного натрій гідрогенкарбонату після сухого очищення повітря змішується з основним потоком готового продукту та системою транспорту (поз. 23) подається на сито-бурат (поз. 24). Перед фасуванням очищений натрій гідрогенкарбонат проходить магнітний сепаратор для виділення випадкових металевих часток [3].

4 МАТЕРІАЛЬНІ І ТЕПЛОВІ БАЛАНСИ

4.1 Матеріальний баланс стадії карбонізації содового розчину

Матеріальний баланс складається на 1 т сухого очищеного натрій гідрогенкарбонату [1].

Содовий розчин, що поступає до карбонізаційної колони, та рідина, яка виходить із колони, мають наступні показники:

	Склад рідини, що входить в колону	Склад рідини, що виходить із колони
Густина при $t = 15^{\circ}\text{C}$	1262 кг/м ³	1205 кг/м ³
Вміст солей		
Na_2CO_3	55,8 н.д.	34,5 н.д.
NaHCO_3	32,2 н.д.	33,9 н.д.
NaCl	0,99 н.д.	1,05 н.д.
Температура	81 $^{\circ}\text{C}$	75 $^{\circ}\text{C}$
Густина	1145 кг/м ³	1125 кг/м ³

Для розрахунку прийняті наступні дані:

- абсолютний тиск газу на вході – $p = 1910$ мм рт. ст.;
- тиск водяних парів, насичуючих газ при вході в колону – $p = 13$ мм рт. ст.;
- тиск водяних парів, насичуючих газ при виході в колону – $p = 255$ мм рт. ст.;
- абсолютний тиск газу на виході із колони – $p = 910$ мм рт. ст.;
- вміст CO_2 в газі: на виході – 37%(об.), на вході – 19%(об.).

До карбонізаційної колони для одержання 1000 кг натрій гідрогенкарбонату поступає содового розчину:

$$11,45 \cdot 1,262 \cdot 1000 = 14449,9 \text{ кг.}$$

В розчині міститься солей:

Na_2CO_3	$55,8 \cdot 2,65 \cdot 11,45 = 1693 \text{ кг}$
NaHCO_3	$32,2 \cdot 4,2 \cdot 11,45 = 1548,5 \text{ кг}$
NaCl	$0,99 \cdot 2,923 \cdot 11,45 = 33,2 \text{ кг}$
<hr/>	
Разом	3274,7 кг

Вміст води в розчині:

$$14449,9 - 3274,7 = 11175,2 \text{ кг.}$$

З солями содового розчину в колону вноситься CO_2

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 \quad \frac{1693 \cdot 44}{106} = 702,8 \text{ кг;}$$

$$\text{NaHCO}_3 \quad \frac{1548,5 \cdot 44}{84} = 811,1 \text{ кг.}$$

Додаткова кількість CO_2 , що необхідна для проведення процесу карбонізації, подається в колону компресором. Позначивши цю кількість через x , в колону поступає CO_2 :

$$702,8 + 811,1 + x = 1513,9 + x.$$

В результаті карбонізації кількість та склад рідини змінюється. При цьому загальна кількість рідини, що виходить із колони, складає:

$$11,25 \cdot 1,205 \cdot 1000 = 13556,2 \text{ кг.}$$

В цій рідині міститься солі:

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 \quad 34,5 \cdot 2,65 \cdot 11,25 = 1028,5 \text{ кг}$$

$$\text{NaHCO}_3 \quad 33,9 \cdot 4,2 \cdot 11,25 = 1601,8 \text{ кг}$$

$$\text{NaCl} \quad 1,02 \cdot 2,923 \cdot 11,25 = 33,5 \text{ кг}$$

$$\text{Всього} \quad 2663,8 \text{ кг}$$

Кількість води в рідині дорівнює:

$$13556,2 - 2663,8 = 10892,4 \text{ кг.}$$

Визначаємо кількість натрій гідрогенкарбонату, що випадає в осад.

У натрій гідрогенкарбонат перетворюється натрій карбонату:

$$1693 - 1028,5 = 664,5 \text{ кг.}$$

Утворюється при цьому натрій гідрогенкарбонату:

$$\frac{664,5}{0,631} = 1053,2 \text{ кг,}$$

де 0,631 – витрата соди на одержання 1 кг натрій гідрогенкарбонату.

Із цієї кількості частина натрій карбонату, що перейшла до натрій гідрогенкарбонату, видаляється разом з рідиною, яка виходить із колони:

$$1601,8 - 1548,5 = 53,3 \text{ кг.}$$

Основна частина натрій гідрогенкарбонату випадає в осад, утворивши з рідиною суспензію:

$$1053,2 - 53,3 = 999,9 \text{ кг.}$$

З солями рідини, що виходить з колони, виводиться карбон (IV) оксид в кількості:

– з натрій карбонатом

$$\frac{1028,5 \cdot 44}{106} = 426,9 \text{ кг;}$$

– з натрій гідрогенкарбонатом

$$\frac{1601,8 \cdot 44}{84} = 839 \text{ кг;}$$

– з охолодженим натрій гідрогенкарбонатом

$$\frac{1053,2 \cdot 44}{84} = 551,6 \text{ кг.}$$

Степінь використання карбон (IV) оксиду в колоні:

$$K = \frac{(\varphi' - \varphi'') \cdot 100}{\varphi' \cdot (100 - \varphi'')} \quad (13)$$

де $\varphi' = 37$ – вміст CO_2 в газі, що входить до колони, %(об.);

$\varphi'' = 19$ – кількість CO_2 в газі, що виходить із колони, %(об.).

$$K = \frac{(37 - 19) \cdot 100}{37 \cdot (100 - 19)} = 60\%.$$

Витрата карбон (IV) оксиду з газом, що виходить із колони:

$$\frac{(10 - 60) \cdot x}{100} = 0,4x,$$

де x – кількість карбон (IV) оксиду, що входить до карбонізаційної колони.

Загальна витрата карбон (IV) оксиду складає:

$$426,9 + 839 + 551,6 + 0,4x = 1817,5 + 0,4x.$$

Із рівняння приходу та витрати карбон (IV) оксиду визначаємо кількість CO₂, що подається до карбонізаційної колони:

$$1513,9 + x = 1817,5 + 0,4x, \quad \text{звідки } x = 506 \text{ кг.}$$

Кількість карбон (IV) оксиду в газі, що виходить із колони, складатиме

$$506 - 303,6 = 202,4 \text{ кг.}$$

На перетворення натрій карбонату в натрій гідрогенкарбонат всього знадобиться карбон (IV) оксиду:

$$\frac{664,5 \cdot 44}{106} = 275,8 \text{ кг.}$$

Невраховані витрати карбон (IV) оксиду складають:

$$506 - (275,8 + 202,4) = 27,8 \text{ кг.}$$

Разом з карбон (IV) оксидом до колони поступає повітря, кількість якого визначається за наступною емпіричною формулою:

$$G_{\text{пов.}} = 0,655 \cdot G \frac{(100 - \varphi') \cdot (100 - \varphi'')}{(\varphi' - \varphi'')}, \quad (14)$$

де 0,655 – співвідношення густини повітря до густини карбон (IV) оксиду;

G – кількість карбон (IV) оксиду, що використовується в колоні.

$$G_{нов.} = 0,655 \cdot 303,6 \cdot \frac{(100 - 37) \cdot (100 - 19)}{(37 - 19)} = 563,3 \text{ кг.}$$

Разом з карбон (IV) оксидом в колону вносяться водяні пари, кількість яких розраховується за формулою:

$$B' = 0,41G \cdot \frac{100 - \varphi''}{\varphi' - \varphi''} \cdot \frac{\eta'}{p' - \eta'} \quad (15)$$

де 0,41 – співвідношення молекулярних мас H₂O та CO₂;

η' = 13 – тиск парів води, насичуючих газ, мм.рт.ст.;

p' = 1910 – абсолютний тиск газу, мм.рт.ст.

$$B' = 0,41 \cdot 303,6 \cdot \frac{100 - 19}{37 - 19} \cdot \frac{13}{1910 - 13} = 3,8 \text{ кг.}$$

Разом з газом, який виходить із колони, видаляється волога, кількість якої визначається за формулою:

$$B'' = 0,41G \cdot \frac{100 - \varphi'}{\varphi' - \varphi''} \cdot \frac{\eta''}{p'' - \eta''} \quad (16)$$

де η'' = 255 – тиск парів води, насичуючих газ на виході із колони, мм.рт.ст.;

p'' = 910 – тиск газів, які виходять з колони, мм.рт.ст.

$$B'' = 0,41 \cdot 303,6 \cdot \frac{100 - 37}{37 - 19} \cdot \frac{255}{910 - 255} = 170 \text{ кг.}$$

Всього із карбонізаційної колони разом з газом, водяними парами та повітрям видалається:

$$563,3 + 202,4 + 27,8 + 170 = 963,5 \text{ кг.}$$

Витрата води на перетворення натрій карбонату в натрій гідрокарбонат складає:

$$\frac{664,5 \cdot 18}{106} = 112,9 \text{ кг.}$$

Матеріальний баланс стадії карбонізації содового розчину наведений в табл. 4.1

Таблиця 4.1 – Матеріальний баланс стадії карбонізації содового розчину на 1 т сухого очищеного натрій гідрокарбонату

Речовина	Прихід, кг		Результат реакції, кг			Витрата, кг			
	з рідиною	з газом	витрачен	одержано	всього	з рідиною	з газом	з осадом	всього
Na ₂ CO ₃	1693,0	–	664,5	–	1028,5	1028,5	–	–	1028,5
NaHCO ₃	1548,0	–	–	1053,2	2601,7	1601,8	–	999,9	2601,7
NaCl	33,2	–	–	–	33,2	33,5	–	–	33,5

H ₂ O	11175,2	3,8	112,9	–	11066,1	10892,4	170,0	–	11062,4
CO ₂	–	506	275,8	–	230,2	–	202,4	–	202,4
Невраховані витрати CO ₂	–	–	–	–	–	–	27,8	–	27,8
Повітря	–	563,3	–	–	563,3	–	563,3	–	563,3
Всього:	14449,9	1073,1	1053,2	1053,2	15523,0	13556,2	963,5	999,9	15519,6

Годинна потужність виробництва очищеного натрій гідрокарбонату складає

$$\frac{65000}{360 \cdot 24} = 7,5 \text{ т/год} ,$$

де 65000 – задана потужність виробництва, т/рік;

360 – ефективний фонд роботи виробництва, доба.

Кількісні величини матеріального балансу стадії карбонізації содового розчину на годинну потужність заносимо до табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Матеріальний баланс стадії карбонізації содового розчину на годинну потужність виробництва

Прихід			Витрата		
Статті	кг/годину	% мас.	Статті	кг/годину	% мас.
1. З рідиною:			1. З рідиною:		
Na ₂ CO ₃	12736,7	11,7	Na ₂ CO ₃	7737,6	7,6
NaHCO ₃	11645,8	10,7	NaHCO ₃	12078,4	11,8
NaCl	249,8	0,2	NaCl	252,0	0,2
H ₂ O	84072,7	77,3	H ₂ O	81945,1	80,3
Разом:	108705,0	100,0	Разом:	102013,1	100,0
2. З газом:			2. З осадом:		
H ₂ O	28,6	0,4	NaHCO ₃	7522,4	100,0
CO ₂	3806,7	47,2	Разом:	7522,4	100,0
повітря	4237,8	52,5	3. З газом:		
Разом:	8073,1	100,0	H ₂ O	1278,9	17,6
3. Отримано за реакцією			CO ₂	1522,7	21,0
NaHCO ₃	7929,4	100,0	невраховані витрати CO ₂	209,1	2,9
Разом:	7929,4	100,0	повітря	4237,8	58,5

			Разом:	7248,6	100,0
			4. Витрачено на реакцію		
			Na ₂ CO ₃	4999,1	63,1
			H ₂ O	849,4	10,7
			CO ₂	2074,9	26,2
			Разом:	7923,4	100,0
РАЗОМ:	124707,5	100,0	РАЗОМ:	124707,5	100,0

4.2 Тепловий баланс стадії карбонізації содового розчину

Тепловий баланс стадії карбонізації содового розчину складається на підставі матеріального балансу стадії карбонізації содового розчину на годинну потужність виробництва [1].

Прихід тепла

1. Тепло, що поступає з рідиною до колони:

$$108705 \cdot 3,52 \cdot 81 = 30993970 \text{ кДж/годину,}$$

де 3,52– теплоємність рідини, кДж/(кг · °С);

81 – температура рідини, °С.

2. З солями, які містяться в рідині, вноситься тепло:

$$\text{H}_2\text{O} \quad 974,4 \cdot 4,19 = 4083 \text{ кДж/годину;}$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 \quad 149,5 \cdot 1,13 = 169 \text{ кДж/годину;}$$

$$\text{NaHCO}_3 \quad 135,2 \cdot 1,34 = 181 \text{ кДж/годину;}$$

$$\text{NaCl} \quad 2,9 \cdot 0,83 = 2,4 \text{ кДж/годину}$$

$$\text{Разом} \quad 1262 \text{ кг} \quad 4435,5 \text{ кДж/годину.}$$

де 974,4; 149,5; 135,2; 2,9 – вміст H_2O , Na_2CO_3 , NaHCO_3 , NaCl відповідно, кг/м^3 ;

4,19; 1,13; 1,34; 0,86 – теплоємність H_2O , Na_2CO_3 , NaHCO_3 , NaCl відповідно,

$\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$.

$$169 + 181 + 2,4 = 352,4 \text{ кДж/годину.}$$

Всього з рідиною поступає тепла:

$$30993970 + 352,5 = 30994322 \text{ кДж/годину.}$$

3. Кількість тепла, що вноситься до колони з карбон (IV) оксидом:

$$3806,7 \cdot 0,846 \cdot 15 = 48307 \text{ кДж/годину,}$$

де 0,846 – теплоємність CO_2 , $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

15 – температура CO_2 , $^\circ\text{C}$.

4. Кількість тепла, що вноситься повітрям:

$$4237,8 \cdot 1,01 \cdot 15 = 64203 \text{ кДж/годину,}$$

де 1,01 – теплоємність повітря, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

15 – температура повітря, °C.

5. Кількість тепла, що вноситься водяними парами:

$$28,6 \cdot 2522 = 72129 \text{ кДж/годину,}$$

де 28,6 – кількість води, що поступає в колону, кг/годину;

2522 – тепломісткість водяних парів при 15°C, кДж/кг.

6. Кількість тепла, що виділяється при поглинанні карбон (IV) оксиду:

$$2074,9 \cdot 629 = 1305112 \text{ кДж/годину,}$$

де 2074,9 – кількість CO₂, поглиненого рідиною в колоні, кг/годину;

629 – теплота реакції на 1 кг поглиненого CO₂, кДж/кг.

7. Теплота кристалізації натрій гідрогенкарбонату:

$$7929,4 \cdot 206 = 1633456 \text{ кДж/годину,}$$

де 7929,4 – кількість утвореного натрій гідрогенкарбонату, кг/годину;

206 – кількість тепла, що виділяється при кристалізації NaHCO₃, кДж/кг.

Загальний прихід тепла в колону:

$$30994322 + 48307 + 64203 + 72129 + 1305112 + 1633456 =$$
$$= 34117529 \text{ кДж/годину}$$

Витрата тепла

1. З рідиною, яка виходить із колони:

$$102013,1 \cdot 3,61 \cdot 75 = 27620047 \text{ кДж/годину,}$$

де 3,61 – теплоємність відхідної рідини, кДж/(кг · °С);

75 – температура рідини, °С.

2. Кількість тепла, що витрачається з відхідними газами:

$$1731,8 \cdot 0,9 \cdot 75 = 116897 \text{ кДж/годину,}$$

де 1731,8 – вага CO₂, кг/годину;

0,9 – теплоємність CO₂ на виході із колони, кДж/(кг · °С).

3. Тепло, що витрачається повітрям:

$$4237,8 \cdot 1,01 \cdot 75 = 321013 \text{ кДж/годину,}$$

де 4237,8 – вага повітря, кг/годину;

1,01 – теплоємність повітря, кДж/(кг · °С).

4. Тепло, що витрачається водяними парами:

$$1278,9 \cdot 2635 = 3369902 \text{ кДж/годину,}$$

де 1278,9 – кількість водяних парів, кг/годину;

2635 – тепломісткість водяних парів, кДж/кг.

5. Тепло, що уноситься осадженим очищеним натрій гідрогенкарбонатом:

$$7522,4 \cdot 1,34 \cdot 70 = 705601 \text{ кДж/годину,}$$

де 7522,4 – кількість осадженого натрій гідрогенкарбонату, кг/годину;

1,34 – теплоємність натрій гідрогенкарбонату, кДж/(кг · °С).

Загальна витрата тепла:

$$Q_{\text{вит.}} = 27620047 + 116897 + 321013 + 3369902 + 70560 = 31498418 \text{ кДж/годину.}$$

Втрати тепла

$$Q_{\text{втр.}} = 34117529,4 - 31498418 = 2619111,4 \text{ кДж/годину.}$$

Тепловий баланс стадії карбонізації содового розчину представлений в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Тепловий баланс стадії карбонізації содового розчину на годинну потужність виробництва

Прихід		Витрата	
Статті	кДж/годину	Статті	кДж/годину
З рідиною, що входить до колони	30993970	З рідиною, яка виходить із колони	27620047
З солями, які містяться в рідині	352,4	З відхідними газами CO ₂	116897
З CO ₂	48307	З повітрям	321013
З повітрям	64203	З водяною парою	3369902
З водяною парою	72129	З осадженим очищеним NaHCO ₃	70560
Тепло, що виділяється при поглинанні CO ₂	1305112	Втрати тепла	2619111,4
Теплота кристалізації NaHCO ₃	1633456		
РАЗОМ:	34117529,4	РАЗОМ:	34117529,4

5 ВИБІР І РОЗРАХУНОК ОСНОВНОГО АПАРАТУ

5.1 Конструктивний розрахунок карбонізаційної колони

Діаметр карбонізаційної колони визначаємо з рівняння [5]

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}}, \quad (17)$$

де S – площа поперечного перетину колони, м^2 .

Площа поперечного перетину карбонізаційної колони розраховується за формулою [5]

$$S = \frac{G}{\omega_0 \cdot \rho_c}, \quad (18)$$

де G – об'ємна витрата газової суміші, що проходить через колону, кг/с ;

$\omega_0 = 0,2 \div 0,3$ – швидкість газу в колоні, м/с ;

ρ_c – густина газової суміші, що проходить через колону, кг/м^3 .

З матеріального балансу стадії карбонізації содового розчину (табл. 4.2) витрата газової суміші складає $8073,1$ кг/годину . Отже, секундна витрата газової суміші буде складати

$$\frac{8073,1}{3600} \approx 2,24 \text{ т/с.}$$

Густина газової суміші, що проходить через колону, визначається за формулою [5]

$$\rho_c = y_1 \cdot \rho_1 + (1 - y_1) \rho_2, \quad (19)$$

де $y_1 = 0,26$ – середній об'ємний вміст CO_2 у колоні;

$\rho_2 = 1,293$ – густина повітря, кг/м^3 ;

$\rho_1 = 1,98$ – густина карбон (IV) оксиду за нормальних умов, кг/м^3 .

$$\rho_c = 0,26 \cdot 1,98 + (1 - 0,26) \cdot 1,293 = 1,5 \text{ кг/м}^3.$$

Отже, площа поперечного перетину карбонізаційної колони буде дорівнювати

$$S = \frac{2}{0,3 \cdot 1,5} = 4,4 \text{ м}^2.$$

Діаметр карбонізаційної колони складатиме

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,4}{3,14}} = 2,3 \text{ м}.$$

До установки в проектованому виробництві приймається стандартна карбонізаційна колонна діаметром 2,3 м і висотою 25,575 м продуктивністю 115 т/добу.

5.2 Опис конструкції і принцип дії карбонізаційної колони, правила експлуатації

Основним апаратом стадії карбонізації содового розчину є карбонізаційна колона. У виробництві очищеного натрій гідрогенкарбонату застосовуються карбонізаційні колони барботажного типу. Карбонізаційна колона представляє собою вертикальний циліндричний чавунний апарат, зібраний з 45 окремих бочок. Колона має загальна висоту 25,575 м і діаметр – 2,3 м. Колона має бочку-базу (поз. 1) з розподільчою тарілкою (поз.2), яка служить для розподілення карбон (IV) оксиду по всьому перетину апарату. По висоті колони є 12 барботажних тарілок (поз. 6), що знаходяться на відстані 1,57 м одна від другої. Тарілки не мають переливів, тому колона повністю заповнена рідиною. Велика відстань між тарілками сприяє вертикальному перемішуванню рідини всередині колони, що позитивно впливає на якість одержуваних кристалів очищеного натрій гідрогенкарбонату. В днищі тарілки є центральний отвір діаметром 410 мм і вісім периферійних отворів діаметром кожний 280 мм. Площа перетину отвору складає $0,45 \text{ м}^2$; відстань між днищем і ковпаком тарілки дорівнює 220 мм, діаметр ковпака складає 1900 мм. Чотири верхні бочки (поз. 5) не мають тарілок і служать уловлювачами для бризок рідини, що захоплюються відхідними газами. Для ревізії апарату служать люки, які є майже в усіх бочках (штуцер Л).

Для вводу содового розчину в колону в її верхній частині є штуцер (штуцер А). Кришка колони (поз. 6) постачається штуцерами для виходу газу (штуцер Д), вводу пари (штуцер К) для пропарювання верхньої частини колони та для установлення запобіжного клапану (штуцер Ж). В бочці бази є штуцери для вводу карбон (IV) оксиду (штуцер Б) і виведення гідрогенкарбонатної суспензії (штуцер Г) [2].

Включення в роботу карбонізаційної колони здійснюється після перевірки готовності до пуску інших стадій виробництва та допоміжних служб цеху. На стадії приготування содового розчину повинен бути забезпечений запас содового розчину. Стадія центрифуг повинна бути готовою до прийому

гідрогенкарбонатної пульпи і видачі очищеного натрій гідрогенкарбонату; стадія сушки – до прийому очищеного натрій гідрогенкарбонату.

Перед пуском колони необхідно перевірити наявність і справність контрольно-вимірювальних приладів і арматури, справність і дію запобіжного клапану, стан комунікацій і запірних пристосувань. При справному стані приладів і всіх пристроїв приступають до промивання колони чистою водою. Безпосередньо перед цим закривають кран на лінії, що веде в декантер, і вентиль на вході газу в колону.

Вода при температурі 75-80°C подається насосом в верхню частину колони та виводиться з нижньої її частини в каналізацію. Промивання колони вважається закінченим, коли з неї починає виходити чиста вода.

Пуск карбонізаційної колони здійснюється в наступній послідовності:

1. закривають кран на лінії виходу рідини з колони в каналізацію;
2. відкривають кран на лінії подачі содового розчину в колону;
3. включають насос, що подає содовий розчин в колону;
4. наповнюють колону содовим розчином на 2/3 її висоти;
5. включають подачу карбон (IV) оксиду в колону;
6. при появі осаду очищеного натрій гідрогенкарбонату (приблизно через 30-35 хв. після подачі газу в колону) відкривають кран на лінії, що веде в декантер, і починають відбір рідини;
7. спостерігають за тиском газу, що поступає в колону, і переливом рідини з колони.

Зупинка карбонізаційної колони здійснюється в наступній послідовності:

1. припиняють подачу содового розчину в колону (зупиняють насос);
2. відкривають кран на лінії промивної рідини та починають вводити її в колону;

- здійснюють відбір рідини з колони в декантер до незначного вмісту в рідині осаду очищеного натрій гідрогенкарбонату;
- після припинення відбору рідини з колони припиняють подачу в неї карбон (IV) оксиду;
- заповнюють колону промивною рідиною, що має температуру 85-90°C, і починають промивання колони [1].

5.3 Механічний розрахунок карбонізаційної колони

Виконаємо розрахунок товщини циліндричної обичайки барботажної частини карбонізаційної колони.

Апарат працює під внутрішнім надлишковим тиском 0,3 МПа. Матеріал обичайки – чавун марки СЧ15.

Внутрішній діаметр обичайки карбонізаційної колони – 2,3 м, висота барботажної частини карбонізаційної колони – 17,3 м.

Густина содового розчину, що надходить в карбонізаційну колон, – 1262кг/ м³.

Оскільки робочий тиск в апараті відповідає умові $P_{\text{раб}} \leq 0,3$ МПа, то тиск в апараті під час дії запобіжного клапану розраховується за формулою [6]:

$$P_k = P_{\text{раб}} + 0,05, \quad (20)$$

$$P_k = 0,3 + 0,05 = 0,35 \text{ МПа.}$$

Оскільки $P_{\text{раб}} \leq 6,0$ МПа, то розрахунковий тиск без урахування гідростатичного тиску визначається за рівнянням [6]:

$$P_p = 0,9 \cdot P_k, \quad (21)$$

$$P_p = 0,9 \cdot 0,35 = 0,315 \text{ МПа.}$$

Гідростатичний тиск, що діє у обичайці барботажної частини колони розраховується за формулою [6]:

$$P_r = \rho \cdot g \cdot H \cdot 10^{-6}, \quad (22)$$

$$P_r = 1262 \cdot 9,81 \cdot 17,3 \cdot 10^{-6} = 0,214 \text{ МПа.}$$

Т. к. $P_r = 0,214 \text{ МПа} \geq 0,05P_{\text{раб}} = 0,05 \cdot 0,3 = 0,015 \text{ МПа}$, то розрахунковий тиск з урахуванням гідростатичного тиску визначається з виразу [6]:

$$P = P_p + P_r, \quad (23)$$

$$P = 0,315 + 0,214 = 0,529 \text{ МПа} \approx 0,53 \text{ МПа.}$$

Розрахункова товщина обичайки барботажної частини карбонізаційної частини колони визначається за формулою [6]:

$$S_p = \frac{D \cdot P}{2[\sigma] \cdot \varphi_p - P}, \quad (24)$$

де $[\sigma]$ – допустиме напруження для чавуна СЧ15, МПа;

$\phi_p = 0,9$ – коефіцієнт міцності повздовжніх зварних швів.

Допустиме напруження розраховується за формулою [6]:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_B}{n_B}, \quad (25)$$

де $\sigma_B = 150$ – тимчасовий опір (межа міцності), МПа;

$n_B = 2,4$ – коефіцієнт запасу міцності за тимчасовим опором (межею міцності).

$$[\sigma] = \frac{150}{2,4} = 62,5 \text{ МПа.}$$

$$S_\delta = \frac{2300 \cdot 0,53}{2 \cdot 62,5 \cdot 0,9 - 0,53} = 10,9 \text{ мм.}$$

Виконавча товщина стінки обичайки визначається за виразом [6]:

$$S \geq S_p + C, \quad (26)$$

де C – прибавка до розрахункової товщини обичайки, мм.

Прибавка до розрахункової товщини обичайки визначається за формулою [6]:

$$C = C_1 + C_2 + C_3, \quad (27)$$

де $C_1 = 1$ – прибавка для компенсації корозії і ерозії, мм;

$C_2 = 1$ – прибавка для компенсації мінусового допуску, мм;

$C_3 = 0$ – прибавка технологічна, мм.

$$C = 1 + 1 = 2 \text{ мм.}$$

$$S \geq 10,9 + 2 = 12,9 \text{ мм.}$$

Приймаємо значення стандартної товщини листового прокату 14 мм.

Допустимий тиск в обичайці барботажної частини карбонізаційної частини визначаємо за формулою [6]:

$$[P] = \frac{2[\sigma] \cdot \varphi_p \cdot (S - C)}{D + (S - C)}, \quad (28)$$

$$[P] = \frac{2 \cdot 62,5 \cdot 0,9 \cdot (14 - 2)}{2300 + (14 - 2)} = 0,58 \text{ МПа.}$$

Умова міцності

$$P = 0,53 \text{ МПа} < [P] = 0,58 \text{ МПа}$$

виконується.

Перевіряємо умову застосування розрахункових формул [6]:

$$\frac{S-C}{D} < 0,1 \quad (29)$$

$$\frac{S-C}{D} = \frac{14-2}{2300} = 0,005 < 0,1.$$

Умова виконується.

6 ВИБІР ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ

Стисла характеристика технологічного обладнання стадії карбонізації содового розчину виробництва очищеного натрій гідрогенкарбонату наведена в табл. 6.1 [1, 3].

Таблиця 6.1 – Перелік технологічного обладнання стадії карбонізації содового розчину

Позначення апарата	Найменування обладнання	Призначення і коротка характеристика	Матеріал
На схемі не показаний	Компресор	Одноступінчастий поршневий компресор 2В-55 призначений для подачі карбон (IV) оксиду в карбонізаційні колони. Основні технічні характеристики компресора: продуктивність – 120000 м ³ /годину; тиск нагнітання – 343 кПа; число обертів мотора і компресору – 167 об/хв.; потужність електродвигуна – 625 кВт	Сталь
поз. 6	Збірник очищеного содового	Призначений для зберігання содового розчину, необхідного для забезпечення нормальної роботи стадії карбонізації. Представляє собою	Сталь

	розчину	циліндричний апарат висотою 9 м	
--	---------	---------------------------------	--

7 КОНТРОЛЬ РОБОТИ, НОРМИ І ПРАВИЛА ОБСЛУГОВУВАННЯ ОСНОВНОГО АПАРАТУ

7.1 Норми та правила обслуговування стадії карбонізації

содового розчину

Технологічний режим процесу карбонізації содового розчину характеризується основними показниками:

Загальна лужність рідини, що надходить в колону, н.д.	105-110
Вміст солей, н.д.	89
Na_2CO_3	55,8
NaHCO_3	32,2
NaCl	0,99
Температура рідини, що карбонізується, °С	81
Загальна лужність рідини, що виходить з колони, н.д.	69,5
Na_2CO_3	34,5
NaHCO_3	33,9
NaCl	1,05
Концентрація CO_2 в газі вапняних печей, %(об.)	37
Абсолютний тиск газу на вході, МПа	0,3

При дотриманні вказаних норм забезпечується найбільша продуктивність карбонізаційних колони, мінімальна витрата сировини і висока якість продукції.

Основними працівниками стадії карбонізації виробництва очищеного натрій гідрогенкарбонату є апаратник та його помічники.

Апаратник є старшим зміни та відповідає за безперебійну роботу апаратів і технологічний процес на стадії карбонізації та розчинення соду. Він зобов'язаний:

- регулювати живлення колон та відбір з них рідини;
- регулювати подачу карбон (IV) оксиду на колони;
- слідкувати за концентрацією і тиском газу, що входить у колони та виходить з них;
- забезпечувати згідно графіка циркуляцію рідини в колонах;
- здійснювати пуск і зупинку колон;
- вимірювати два рази на годину температуру рідини на вході та виході з колон;
- аналізувати рідину, що входить в колони та виходить з них, на вміст натрій карбонату;
- здійснювати відкачування рідини з відстійників;
- керувати роботою всіх помічників і слідкувати за приготуванням ними концентрованої рідини;
- підтримувати зв'язок з апаратниками суміжних стадії (апаратником стадії центрифугування та машиністом компресорів) та регулювати роботу стадії карбонізації відповідно до режиму роботи суміжних стадій.

Під час роботи стадії карбонізації содового розчину можуть виникати характерні порушення технологічного режиму. Нижче наведені заходи з їх усунення:

- збільшення загальної лужності гідрогенкарбонатної суспензії, що виходить із колони, може бути наслідком недостатньої подачі карбон (IV) оксиду компресором або низької концентрації CO_2 в газі. В цьому випадку необхідно відрегулювати роботу компресора та при необхідності вжити заходів з підвищення концентрації CO_2 в газі до норми;
- збільшення вмісту CO_2 в газі на виході з карбонізаційної колони можливе при пониженні рівня рідини в колоні або її недостатньому відборі. В першому випадку необхідно відновити нормальний рівень рідини. В другому випадку

- відбір рідини з колони необхідно відрегулювати в відповідності до її навантаження по газу;
- «підвисання» рідини в колоні – при нормальному її рівні або недостатньому надходженні рідини в декантер. Причина цього полягає в забрудненні барботажних тарілок колони кристалами очищеного натрій гідрогенкарбонату. Для усунення «підвисання» рідини в колоні необхідно зменшити подачу в неї газу, частково відводячи його в атмосферу. Якщо такий захід не допомагає, колону переводять на режим промивання;
 - припинення виходу гідрогенкарбонатної суспензії з колони в декантер є наслідком кристалізації розчину в трубопроводі, що веде до декантеру. В цьому випадку необхідно пропарити даний трубопровід і нижню частину колони;
 - підвищений тиск в колоні та компресорі може бути викликаний переповненням колони рідиною або кристалізацією рідини в отворах штуцера, через який в колону поступає газ. В першому випадку потрібно знизити рівень рідини в колоні, в другому випадку – пропарити штуцер і забезпечити вільний вхід газу в колону;
 - підвищений тиск газу на виході з колони є причиною недостатньої швидкості відбору рідини з колони чи низької концентрації CO_2 в газі. Для усунення першої причини неполадки необхідно збільшити відбір рідини з колони; для вирішення другої проблеми – відрегулювати подачу газу в колону;
 - припинення подачі газу, внаслідок чого зупинений компресор. Причина – ремонт компресора. Необхідно включити резервний компресор, а в випадку його відсутності переключити газ на подачу його з компресора в атмосферу та закрити засувки та крани на трубопроводах, що підводять газ в колону. Зупинити живлення колон рідиною та її відбір з колони. В разі необхідності зупинити колону;

- збільшена подача рідини в колону та підвищення її рівня або зменшення відбору рідини з колони та підвищення тиску газу в колоні та компресорі. Причина – подача рідини в колону та її відбір з колони погано відрегульовані. Спосіб усунення – відрегулювати подачу і відбір рідини»
- зупинка насосів внаслідок раптового виключення електроенергії. Причина – перебої в подачі електроенергії, несправність електрообладнання. Спосіб усунення – припинити живлення колони рідиною і відбір рідини з колони; випустити газ в атмосферу та закрити засувки на трубопроводах, що підводять газ в колону [1].

7.2 Автоматизація стадії карбонізації содового розчину

Схемою автоматизації стадії карбонізації содового (рис. 7.1) розчину передбачається підтримування певного виходу суспензії очищеного натрій гідрогенкарбонату з карбонізаційної колони. За витратою суспензії регулятор рівня рідини в карбонізаційній колоні забезпечує відповідну продуктивність насосу, що живить колону содовим розчином із прийомного збірника. При цьому регулятор співвідношення регулює подачу в колону необхідної кількості карбон (IV) оксиду. Постійний тиск карбон (IV) оксиду підтримується регулятором тиску подачі газу в всмоктувальну лінію компресора [1].

В табл. 7.1 представлена специфікація приладів і засобів автоматизації стадії карбонізації содового розчину

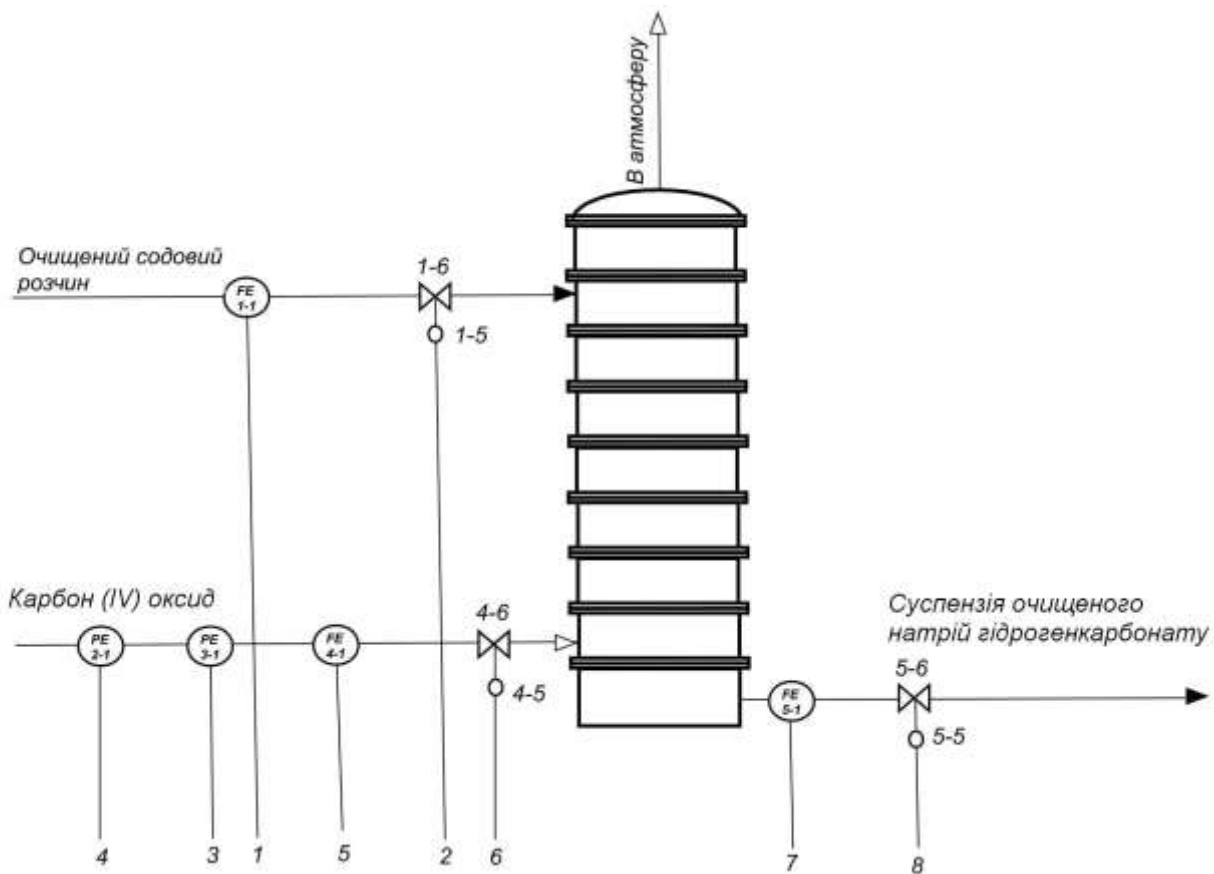


Рисунок 7.1 – Схема КВПта А стадії карбонізації содового розчину

Таблиця 7.1 – Специфікація приладів і засобів автоматизації стадії карбонізації содового розчину

Номер позиції	Найменування параметра	Граничне значення параметра	Місце установки	Найменування і характеристика	Тип, модель
1	2	3	4	5	6
1-1	Витрата содового розчину	95 м ³ /годину	Трубопровід	Діафрагма камерна	ДК0,6-250

1-2			За місцем	Діафрагма мембранна, $\Delta P = 25$ кПа	ДМ-3583М
1-3			На щиті	Вторинний показувальний і самописний прилад Кл.1 0-400 м ³ /годину	КСД-2
1-4			На щиті	Електронний регулюючий прилад	Р.25.1.2

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4	5	6
1-5			На щиті	Контактор електромагнітний	ПМЕ-083
1-6			По місцю	Електронний виконавчий механізм	МЕОК 63/100
2-1	Тиск CO ₂	304 Па	За місцем	Дифманометр мембранний, $\Delta P = 100$ кПа	ДМ-3583М
2-2			На щиті	Вторинний показувальний і самописний прилад Кл.1. 0-1 кгс/см ²	КСД-2
3-1	Температура CO ₂	15°C	Трубопровід	Термоперетворювач опору, мірний гр. 50 м, L = 400 мм	ТСМ-0879
3-2			На щиті	Реєстратор електронний Шкала 0-100 °C Кл. точн. 0,5	РП-160-12
4-1	Витрата CO ₂	90 м ³ /годину	Трубопровід	Діафрагма камерна	ДКС0,6-600
4-2			За місцем	Діафрагма мембранна, $\Delta P = 100$ кПа	ДМ-3583М
			На щиті	Вторинний показувальний і самописний прилад Кл.1 0-20000 м ³ /годину	КСД-2
			На щиті	Електронний регулюючий прилад	Р.25.1.2
			На щиті	Контактор електромагнітний	ПМЕ-083
			По місцю	Електронний виконавчий механізм	МЕОК 63/100
5-1	Витрата гідроген- карбонатної суспензії	97 м ³ /годину	Трубопровід	Діафрагма камерна	ДК0,6-250
5-2			За місцем	Діафрагма мембранна, $\Delta P = 25$ кПа	ДМ-3583М

5-3			На щиті	Вторинний показувальний і самописний прилад Кл.1 0-400 м ³ /годину	КСД-2
5-4			На щиті	Електронний регулюючий прилад	Р.25.1.2

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4	5	6
5-5			На щиті	Контактор електромагнітний	ПМЕ-083
5-6			По місцю	Електронний виконавчий механізм	МЕОК 63/100

8 РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона навколишнього середовища на підприємстві характеризується комплексом вжитих заходів, які спрямовані на попередження негативного впливу людської діяльності підприємства на навколишню природу, що забезпечує сприятливі та безпечні умови людської життєдіяльності. З огляду на стрімкий розвиток науково-технічного прогресу, перед людством постало складне завдання – охорона найважливіших складових навколишнього середовища (земля, вода, повітря), схильних до сильнішого забруднення техногенними відходами і викидами, що призводить до окислення ґрунту та води, руйнування озонового шару землі та кліматичних змін. Промислова політика усього світу призвела до таких незворотних і суттєвих змін у навколишньому середовищі, що це питання (охорона навколишнього середовища на підприємстві) стало загальносвітовою проблемою і примусило державні апарати розробити довгострокову екологічну політику зі створення внутрішньодержавного контролю за ГДВ.

Основними умовами для поліпшення екології в Україні є: раціональне використання, охорона і трата запасів природного резерву, забезпечення екологічної безпеки та протирадіаційні заходи, підвищення і формування екологічного мислення у населення, а також контроль над екологією в промисловості. Охорона навколишнього середовища на підприємстві визначила ряд заходів для зниження рівня забруднень, що здійснюється підприємствами:

- виявлення, оцінка, постійний контроль і обмеження викиду шкідливих елементів в атмосферу, а також створення технологій і техніки, які охороняють і зберігають природні ресурси;
- розробка правових законів, спрямованих на охоронні заходи навколишнього середовища, матеріальне стимулювання виконаних вимог, профілактики комплексу природоохоронних заходів [7].

Відносини в галузі охорони навколишнього природного середовища в Україні регулюються Законом України 1264-ХІІ «Про охорону навколишнього природного середовища» (остання редакція від 14.07.2011 р.), а також розроблюваними відповідно до нього земельним, водним, лісовим законодавством, законодавством про надра, про охорону атмосферного повітря, про охорону і використання рослинного і тваринного світу та іншим спеціальним законодавством.

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 обґрунтоване 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 обґрунтоване 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 змінності 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 [8].

У виробництві очищеного натрій гідрогенкарбонату стічні води відсутні, оскільки всі рідкі відходи використовуються для власних технологічних потреб і потреб суміжних виробництв (кальцинованої соди, кальцій хлориду, каустичної соди). Рідкими відходами виробництва є маточний розчин після центрифуг і декантерів та шлам після фільтрації содового розчину. Маточний розчин використовується в виробництві для приготування гідрогенкарбонатної суспензії та нормального содового розчину. Шлам після фільтрації содового розчину змивається промивними водами або надлишковим маточним розчином і відкачується на виробництво кальцій хлориду для розчинення технічної солі або на стадію декарбонізації для приготування содового розчину для виробництва каустичної соди (за вапняним способом виробництва).

В якості вторинних енергоресурсів у виробництві використовується конденсат, який утворюється при підігріванні повітря, що направляється на сушку очищеного натрій гідрогенкарбонату, у кількості 2,6 т на 1 т готового продукту. Конденсат використовується для промивання осаду в центрифугах, промивання карбонізаційних колон і іншого технологічного обладнання.

Газові викиди в атмосферу – повітря після барабанних сушарок та відпрацьовані гази після карбонізаційної колони – не перевищують санітарних норм.

Повітря після барабанних сушарок проходить сухе очищення в групі циклонів і рукавних фільтрах та мокре очищення в скрубєрі. З метою підвищення ефективності очищення застосовуються рукавні фільтри з пневматичною системою регенерації тканини рукавів.

Гази карбонізаційних колон очищаються від крапель рідини в сепараторі та викидаються в атмосферу [1].

9 ОХОРОНА ПРАЦІ

Державна політика України в галузі охорони праці спрямована на створення безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням. Вона базується на ряді принципів, основними з яких є пріоритет життя і здоров'я працівників, повна відповідальність роботодавця за створення безпечних та належних умов праці, підвищення рівня промислової безпеки, комплексне розв'язання завдань з охорони праці, соціальних захист працівників, повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.

Законодавство України про охорону праці – це система взаємопов'язаних нормативно-правових актів, що регулюють відносини в галузі охорони праці. Воно складається з Кодексу законів про працю України, Законів України «Про охорону праці», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про охорону здоров'я», «Про використання ядерної енергії та радіаційний захист», «Про пожежну безпеку», «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» та інших.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Основоположним документом у галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці», який визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних державних органів відносини між роботодавцем і

працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Кодекс законів про працю (КЗпП) України затверджено Законом Української РСР від 10 грудня 1971 р. і введено в дію з 1 червня 1972 р. До нього неодноразово вносилися зміни і доповнення. Правове регулювання охорони праці в ньому не обмежується главою XI «Охорона праці». Норми щодо охорони праці містяться в багатьох статтях інших глав КЗпП України: «Трудовий договір», «Робочий час», «Час відпочинку», «Праця жінок», «Праця молоді», «Професійні спілки», «Нагляд і контроль за дотриманням законодавства про працю».

Відповідно до Конституції України, Закону України «Про охорону праці» та Основ законодавства України про загальнообов'язкове державне соціальне страхування у 1999 р. було прийнято Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності». Цей закон визначає правову основу, економічний механізм та організаційну структуру

загальнообо-в'язкового державного соціального страхування громадян від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які призвели до втрати працездатності або загибелі застрахованих на виробництві.

До основних законодавчих актів, які мають спільне правове поле з законодавством про охорону праці, слід віднести також «Основи законодавства України про охорону здоров'я», що регулюють суспільні відносини в цій галузі з метою забезпечення гармонічного розвитку фізичних і духовних сил, високої працездатності і довголітнього активного життя громадян, усунення чинників, які шкідливо впливають на їхнє здоров'я, попередження і зниження захворюваності, інвалідності та смертності, поліпшення спадкоємності. «Основи законодавства України про охорону здоров'я» передбачають встановлення єдиних санітарно-гігієнічних вимог до організації виробничих та інших процесів, пов'язаних з діяльністю людей, а також до якості машин, устаткування, будинків та таких об'єктів, що можуть шкідливо впливати на здоров'я людей; вимагають проведення обов'язкових медичних оглядів осіб певних категорій, в тому числі працівників, зайнятих на роботах із шкідливими та небезпечними умовами праці; закладають правові основи медико-соціальної експертизи втрати працездатності.

Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» встановлює необхідність гігієнічної регламентації небезпечних і шкідливих факторів фізичної, хімічної та біологічної природи, присутніх в середовищі життєдіяльності людини, та їхньої державної реєстрації, вимоги до проектування, будівництва, розробки, виготовлення і використання нових засобів виробництва та технологій, гігієнічні вимоги до атмосферного повітря в населених пунктах, повітря у виробничих та інших приміщеннях, вимоги щодо забезпечення радіаційної безпеки тощо.

Закон України «Про пожежну безпеку» визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України, регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності. Забезпечення пожежної безпеки є складовою частиною виробничої та іншої діяльності посадових осіб, працівників підприємств, установ, організацій та підприємців, що повинно бути відображено у трудових договорах (контрактах) та статутах підприємств, установ та організацій. Забезпечення пожежної безпеки підприємств, установ та організацій покладається на їх керівників і уповноважених ними осіб, якщо інше не передбачено відповідним договором (ст. 2) [9].

9.1 Небезпечні і шкідливі виробничі фактори на проектованому виробництві

У виробництві очищеного натрій гідрогенкарбонату циркулюють гарячі лужні розчини, транспортується карбон (IV) оксид. Проникнення газу в робоче приміщення (внаслідок недостатнього ущільнення в з'єднаннях комунікацій та апаратури) у кількостях, що перевищують допустимі норми, може призвести до отруень.

Фізико-хімічні та токсичні властивості речовин, що використовують і одержують у виробництві очищеного натрій гідрогенкарбонату, наведені в табл. 9.1

До числа небезпечних ділянок виробництва відносяться апарати, що працюють під тиском (карбонізаційні колони) та мають обертові частини (центрифуги).

На окремих виробничих ділянках виділяється тепло (процес карбонізації, підігрів повітря в калориферах), що викликає підвищення температури навколишнього повітря, та, як наслідок, погіршення умов праці.

Несприятливі умови праці можуть створитися на стадії карбонізації при перемиканні колон, коли на газовій комунікації потрібна перестановка заглушок. Щоб уникнути підвищення тиску в карбонізаційній колоні необхідно суворо дотримуватися режиму їх роботи, не допускаючи подачі в них газу при підвищеному тиску [1].

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					
1	2	3	4	5	6	7
Гідрогенкарбонат натрію	Гідрокарбонат натрію	NaHCO ₃	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{Na-O-C-O-H} \end{array}$	Тверда речовина	–	–

Продовження табл. 9.1

1	2	3	4	5	6	7
Динатрій карбонат	Карбонат натрію	Na ₂ CO ₃	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \end{array}$	Тверда речовина	854	1600

			Na-O-C-O-Na			
Карбон (IV) оксид	Оксид вуглецю (IV) (вуглекислий газ)	CO ₂	O=C=O	Газ	-	-

Таблиця 9.2 – Характеристики застосовуваних і одержаних речовин

Речовина	Клас шкід- ливості	Характер дії на організм людини	Граничнодопустима концентрація				Засоби індиві- дуального захисту
			у повітрі, мг/м ³			у воді, мг/л	
			робочої зони	населеного пункту			
				C _{мр} [*]	C _{сд} ^{**}		
1	2	3	4	5	6	7	8

Натрій гідроген-карбонат	3	<p>При ковтанні: нудота.</p> <p>При потраплянні в очі: викликає подразнення.</p> <p>При вдиханні: кашель</p>	5	–	–	–	<p>Респіратор «Пелюстка-200», «Кама», У-2К.</p> <p>Бавовняний костюм або комбінезон, берет, захисні окуляри, гумові рукавички, шкіряні чоботи</p>
Карбон (IV) оксид	4	<p>Не токсичний.</p> <p>Небезпечний лише в дуже великих кількостях (чинить задушливу дію)</p>	9000	–	–	–	<p>Бавовняний костюм або комбінезон, берет, шкіряні чоботи</p>

Продовження табл. 9.2

--	--	--	--	--	--	--	--

Динатрій карбонат	3	При ковтанні: нудота. При потраплянні в очі: викликає подразнення. При вдиханні: кашель	2			Респіратор «Пелюстка-200», «Кама», У-2К. Бавовняний костюм або комбінезон, берет, захисні окуляри, гумові рукавички, шкіряні чоботи
-------------------	---	---	---	--	--	--

9.2 Заходи запобігання шкідливих і небезпечних виробничих факторів

9.2.1 Вентиляція виробничих приміщень

Оскільки основну шкідливість у виробничих приміщеннях проектного виробництва представляють виділення пилу та газів, надлишкове тепловиділення, то передбачається загальнообмінна природна вентиляція та штучна – припливно-витяжна вентиляція.

Загальнообмінна природна вентиляція передбачається у вигляді аерації. Подача повітря передбачається через фрамуги, видалення повітря – через світлоаераційні ліхтарі.

У приміщеннях, де можливе раптове непередбачуване надходження в повітря робочої зони шкідливих речовин, передбачена аварійна витяжна вентиляція. Для систем аварійної вентиляції влаштовані витяжні осьові вентилятори зовні приміщень в огорожувальних конструкціях. Необхідний

повітрообмін під час аварій забезпечується спільною роботою основної (загальнообмінної та місцевої) та аварійної систем.

Системи аварійної вентиляції заблоковані з газоаналізаторами, що налаштовані на ГДК. У разі досягнення ГДК автоматично включається аварійна вентиляція, світлова та звукова сигналізація. У доповнення до автоматичного вмикання аварійної вентиляції передбачений пристрій для включення аварійної вентиляції вручну зовні приміщення [10].

9.2.2 Метеорологічні умови виробничих приміщень

Метеорологічні умови – це оптимальні та допустимі температура, відносна вологість і швидкість руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень, які встановлюються для робочої зони виробничих приміщень в залежності від категорії роботи за важкістю. Згідно СН 245-71 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий» роботи, що виконуються на проектованому виробництві, відносяться до легких робіт (категорія Іб – роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходьбою, і супроводжуються деяким фізичним напруженням). Оптимальні та допустимі норми мікроклімату виробничих приміщень при виконанні робіт категорії Іб наведені в табл. 9.3.

Таблиця 9.3 – Оптимальні і допустимі норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень при виконанні робіт категорії Іб

Період року	Температура, °С	Відносна вологість, %	р ру ху по
-------------	-----------------	-----------------------	------------

	опти- мальна	допустима				оптимальна	допустима на робочих місцях	
		верхня межа		нижня межа				
		на робочих місцях						
		постійних	непос- тійних	постійних	непос- тійних			
Холодний і перехідний	21-23	24	25	20	17	40-60	75	Не більше 0,3
Теплий	22-24	28	30	21	19	40-60	60 (при 27 °С)	0,3-0,5

Зазначені параметри передбачається забезпечувати за рахунок вентиляції, опалення, теплоізоляції обладнання. В центральному пульті керування передбачається установка кондиціонерів.

Контроль показників мікроклімату проводитиметься на початку, всередині і наприкінці холодного та теплого періоду року не менше 3 разів у зміну [9].

Виконаємо розрахунок вентиляції хімічної лабораторії.

Вихідні данні:

Розміри приміщення:

довжина, м 4,5

ширина, м 3

висота, м 3,5

Кількість працівників 2

Кратність повітрообміну 8

В лабораторії передбачається припливно-витяжна вентиляція з механічним спонуканням.

Кількість повітря, що подається в приміщення лабораторії, визначається за формулою [11]:

$$W = K \cdot V, \quad (30)$$

де K – кратність повітрообміну, година⁻¹;

V – об'єм робочого приміщення, м³.

$$W = 8 \cdot 47,25 = 378 \text{ м}^3/\text{годину}.$$

Для видалення шкідливих виділень хімічні лабораторії обладнуються витяжними шафами. Кількість витяжних шаф (робочих місць) встановлюється залежно від штатного розкладу робітників лабораторії (з розрахунку на одного працівника одна шафа).

Кількість повітря, що видаляється від кожної витяжної шафи визначається за формулою [11]:

$$W_{\text{ш}} = F_{\text{ш}} \cdot v_{\text{ш}} \cdot 3600, \quad (31)$$

де $F_{\text{ш}} = 0,6$ – площа робочого отвору витяжної шафи, м²;

$v_{\text{ш}} = 0,5$ – швидкість руху повітря, що видаляється через отвір витяжної шафи, м/с.

$$W_{\text{ш}} = 0,6 \cdot 0,5 \cdot 3600 = 1080 \text{ м}^3/\text{годину}.$$

Продуктивність вентилятора для витяжної шафи визначається за формулою [11]:

$$L = W_{\text{ш}} \cdot k, \quad (32)$$

де $k = 1,15$ – коефіцієнт підсмоктування повітря через нещільності витяжної шафи.

$$L = 1080 \cdot 1,15 = 1242 \text{ м}^3/\text{годину}.$$

За розрахованими об'ємами повітря вибирається тип стандартного промислового вентилятору.

Вибирається вентилятор типа В-Ц4-70, що має наступні технічні характеристики:

Продуктивність	1300 м ³ /годину
Номер вентилятора	3,15
Напір	25 мм. вод. ст.
Частота обертання	1400 об/хв.
Тип електродвигуна	В63А4
Потужність	0,25 кВт

Кількість необхідних вентиляторів: 1 шт.

9.2.3 Освітлення виробничих приміщень

Відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» робота персоналу відноситься до розряду VIII підрозряду „б”, оскільки пов'язана з загальним періодичним спостереженням за ходом виробничого процесу при постійному перебуванні людей у виробничому приміщенні.

В усіх виробничих приміщеннях передбачається суміщене освітлення: природне та штучне освітлення.

Природне освітлення – комбіноване: двобічне освітлення через світлові прорізи в зовнішніх стінах і верхнє через світлоаераційні ліхтарі.

Виробничі приміщення обладнані системою загального штучного освітлення, яка передбачає розміщення світильників під стелею, таким чином, щоб забезпечити рівномірний світловий потік.

Для продовження роботи у випадках, коли за будь-яких причин перестає функціонувати робоче освітлення, а небезпечність технологічних процесів вимагає нормального обслуговування їх (небезпека пожежі, вибуху та ін.) передбачається аварійне освітлення. Потужність аварійного освітлення складає 5% нормативної робочої освітленості. Аварійні світильники фарбуються наполовину червоним кольором.

Проектом передбачене евакуаційне та охоронне освітлення. Евакуаційне освітлене призначене для безпечної евакуації людей із приміщень у місцях, небезпечних для проходу, сходових клітках, а також на шляху евакуації людей із приміщення або території. Це освітлення буде забезпечувати освітленість 0,5 лк на підлозі або сідцях і 0,2 лк на землі. Для цього застосовуються світильники аварійного освітлення. Охоронне освітлення влаштовується вздовж границь території, що охороняється спеціальним персоналом. Найменша освітленість у нічний час – 0,5 лк [12].

Виконаємо розрахунок природного та штучного освітлення хімічної лабораторії. Приміщення лабораторії за зоровими умовами робіт відноситься до III (точні роботи) розряду в підрозряді.

Розрахунок природного освітлення зводиться до визначення кількості віконних отворів.

Сумарна площа віконних отворів приблизно розраховується, як добуток площі приміщення на світловий коефіцієнт приміщення та визначається за формулою [11]:

$$S_{\hat{a}3\hat{e}} = \left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{6}\right) \cdot S_i, \quad (33)$$

де $S_{\text{вік}}$ – загальна площа віконних отворів, м²;

$S_{\text{п}}$ – площа виробничого приміщення, м²;

$1/6 \div 1/5$ – світловий коефіцієнт для приміщень хімічних виробництв.

$$S_{\hat{a}3\hat{e}} = \frac{13,5}{6} = 2,25 \text{ м}^2.$$

Приймається однобічне освітлення через один віконний отвір розміром $1,35 \times 1,5$ м.

Для освітлення приміщення лабораторії вибирається світильник типу Лц_о «Люцеттар» – світильник розсіяного світла.

Кількість рядів світильників у приміщенні лабораторії визначається за формулою [11]:

$$N_{\delta} = \frac{\hat{A}}{(\hat{l} - h_{\delta}) \cdot [L/h]}, \quad (34)$$

де $B = 3$ – ширина приміщення, м;

$H = 3,5$ – висота приміщення, м;

$h_p = 0,8$ – висота робочої поверхні, м;

$[L/h] = 1,5$ – числове значення коефіцієнта світильника.

$$N_{\delta} = \frac{3}{(3,5 - 0,8) \cdot 1,5} \approx 1 \text{ ряд}.$$

Висота підвісу світильника над робочою поверхнею визначається за формулою [11]:

$$h = \frac{\hat{A}}{[L/h]}, \quad (35)$$

$$h = \frac{3}{1,5} = 2 \text{ м.}$$

Висота звисання світильників від стелі визначається за формулою [11]:

$$h_3 = H - h_p - h \quad (36)$$

$$h_3 = 3,5 - 0,8 - 2 = 0,7 \text{ м.}$$

Для розрахунку штучного освітлення використовується метод світлового потоку, при цьому кількість світильників, необхідна для освітлення приміщення, розраховується за формулою [11]:

$$n = \frac{E \cdot S \cdot K}{F \cdot U \cdot Z}, \quad (37)$$

де $E = 100$ – мінімально допустима освітленість робочих поверхонь, лк;

$S = 13,5$ – освітлювана площа, м²;

$F = 1710$ – світловий потік однієї лампи накаливання потужністю 150 Вт, лм;

- $K = 1,3$ – коефіцієнт запасу для лампи накаливання в приміщеннях з малим виділенням забруднень;
- $Z = 1,03$ поправочний коефіцієнт, що залежить від конструкції світильника, тип світильника – Лц;
- $U = 0,25$ – коефіцієнт використання освітлювальної установки, який залежить від конструкції світильника, коефіцієнта відбиття стелі і стін, а також показника приміщення $i = 4$.

Кількість світильників складає:

$$n = \frac{100 \cdot 13,5 \cdot 1,3}{1710 \cdot 0,25 \cdot 1,03} \approx 4 \text{ шт.}$$

Схема розташування світильників зображена на рис. 9.1.

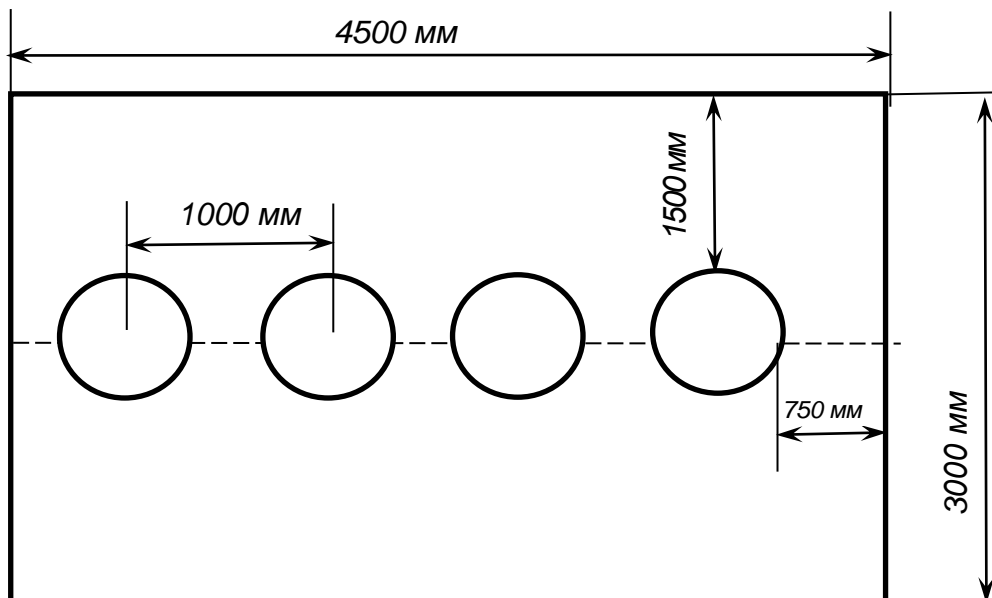


Рисунок 9.1 – Схема розміщення світильників

Загальна потужність електроосвітлювальної установки визнається за формулою [11]:

$$N = \frac{n \cdot W + (0,1 \div 0,2) \cdot n \cdot W}{1000}, \quad (38)$$

де $n = 4$ – розрахункова кількість ламп, шт;

$W = 150$ – потужність однієї лампи, Вт.

$$N = \frac{4 \cdot 150 + 0,2 \cdot 4 \cdot 150}{1000} = 0,72 \text{ кВт}.$$

9.2.4 Заходи електробезпеки

Для живлення електрообладнання проектованого цеху передбачається застосування електричної мережі трифазного змінного струму з ізольованою нейтраллю, робоча напруга 380/220 В.

Згідно ПУЕ виробничі приміщення проектованого цеху відносяться до категорії особливо небезпечних, оскільки має місце наявність хімічно активного середовища, металевих конструкцій і струмопровідних підлог.

Вся електропроводка в приміщеннях передбачається закритого типу, в металевих трубах.

Для захисту обслуговуючого персоналу від поразки електричним струмом в умовах проектного цеху передбачаються наступні заходи:

- механічні огороження і захисні блокувальні пристрої;
- захисне заземлення електроустановок і електрообладнання;
- забезпечення неприступності струмопровідних частин обладнання і мережі.

Для захисту від поразки електричним струмом передбачається інструмент з ізолюючими рукоятками, діелектричні килимки і рукавички [13].

9.2.5 Заходи боротьби з шумом і вібрацією

Джерелом шуму і вібрацій в проектованому виробництві є компресори, насоси, елементи вентиляційних систем, трубопроводи для переміщення рідин, газів, тощо. За тривалої дії шуму розвивається професійна туговухість, яка може привести до втрати слуху. Шум діє на центральну нервову систему, погіршує зір, послаблює увагу і пам'ять, що підвищує можливість травм.

Методом боротьби з шумом та вібрацією є: жорстке кріплення віброючих деталей та вузлів, усунення надлишкових зазорів в машинах і механізмах; амортизація та віброізоляція; балансування рухомих і обертових механізмів; збільшення загальної маси фундаменту; застосування динамічних віброгасників; заповнення потенційних резонуючих порожнин демпфуючими матеріалами; заміна ударного устаткування безударним.

До індивідуального захисту від шуму відносяться: заглушки (антифони), які вкладаються в зовнішній слуховий прохід, і протишумові (шумозахисні)

наушники та шлеми, що закривають вушну раковину ззовні. Для захисту від вібрації передбачають віброізолююче взуття та рукавички [10].

9.3 Заходи пожежної безпеки

Для підтримування пожежної безпеки на виробництві повинен здійснюватися комплекс обов'язкових організаційних заходів, перелічених у “Правилах пожежної безпеки в Україні”.

До всіх будівель і споруд слід забезпечити вільний доступ. Протипожежні розриви між будівлями, спорудами, відкритими майданчиками для зберігання матеріалів, устаткування тощо мають відповідати вимогам будівельних норм, їх не дозволяється захаращувати, використовувати для складування матеріалів, улаштування стоянок транспорту. Все сміття та відходи необхідно регулярно видаляти (вивозити) у спеціально відведені місця. Проїзди та проходи до будівель, споруд, пожежних вододжерел, підступи до зовнішніх стаціонарних пожежних драбин, пожежного інвентарю, устаткування та засобів пожежогасіння мають бути завжди вільними, утримуватися справними й перебувати в задовільному стані будь-якої пори року.

Забороняється зменшувати нормативну ширину проїздів.

Забороняється стоянка транспорту в наскрізних проїздах будівель на відстані менше 10 м від в'їзних воріт на територію, менше 5 м від пожежних гідрантів, забірних пристроїв водо джерел, пожежного устаткування та інвентарю, на поворотних майданчиках тупикових проїздів, у зазначених місцях повинні бути встановлені (вивішені) відповідні знаки заборони.

На території на видних місцях мають бути розміщені таблички із зазначенням на них номеру виклику пожежної охорони, знаки із зазначенням місць установа первинних засобів пожежогасіння.

Для всіх будівель, споруд, зовнішніх установок тощо та приміщень виробничого, складського призначення й лабораторій необхідно визначати категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою згідно з

НАПБ Б.03.002-2007 і класи зон за НПАОП 40.1-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (ПБЕ). На вхідних дверях у зазначених приміщеннях слід розміщати таблички із зазначенням категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою та класу зони.

Протипожежні системи, установки, устаткування приміщень, будівель та споруд (протидимний захист, пожежна автоматика, протипожежне водопостачання, протипожежні двері, клапани, інші захисні пристрої у протипожежних стінах і перекриттях тощо) повинні постійно утримуватися у справному робочому стані.

Будівлі й приміщення повинні оснащуватись установками пожежної сигналізації (УПС) та автоматичними установками пожежогасіння (АУП) відповідно до вимог чинних нормативних документів.

Апаратура й устаткування, що входять до складу установок, повинні відповідати чинним стандартам, технічним умовам, документації заводів-виробників, мати сертифікат відповідності й бути без дефектів. Всі установки мають бути справними і утримуватися в постійній готовності для виконання завдань, що стоять перед ними.

Вогнегасники слід розміщувати у легкодоступних і помітних місцях, а також поблизу місць, де найімовірніша поява вогнищ пожежі, при цьому забезпечити їх захист від дії сонячних променів, опалювальних і нагрівальних приладів, а також хімічно агресивних речовин (середовищ), які можуть негативно вплинути на їх працездатність.

Вогнегасники в місцях розміщення не повинні створювати перешкоди під час евакуації людей.

Переносні вогнегасники слід розміщувати шляхом навішування за допомогою кронштейнів на вертикальні конструкції на висоті не більше 1,5 м від рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника і на відстані від дверей, достатній для їх повного відчинення, або встановлювати у пожежні шафи поруч з пожежними кранами, на пожежні щити чи стенди, підставки чи спеціальні тумби.

Вогнегасники повинні розміщуватися з урахуванням зручності їх обслуговування, огляду, а також досягнення найкращої видимості з різних точок захищеного простору. Підходи до місця розташування вогнегасників мають бути завжди вільними. Періодичний огляд вогнегасників має здійснюватися особою, відповідальною за пожежну безпеку не рідше одного разу на місяць.

У разі виявлення пожежі (ознак горіння) кожен працівник зобов'язаний:

- негайно повідомити про це пожежну охорону (номер телефону для виклику 101. При цьому необхідно назвати адресу об'єкта, вказати кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;
- вжити (по можливості) заходів до евакуації людей та збереження матеріальних цінностей, гасіння пожежі з використанням вогнегасників та інших засобів пожежогасіння;
- повідомити про пожежу керівника підрозділу (дільниці);
- викликати (за необхідності) інші аварійно-рятувальні служби (медичну, газорятувальну тощо).

Посадова особа об'єкта, що прибула на місце пожежі, зобов'язана:

- перевірити чи викликана пожежна охорона (продублювати повідомлення);
- у разі загрози життю людей негайно організувати їх рятування (евакуацію);
- видалити за межі небезпечної зони всіх працівників, не пов'язаних з ліквідацією пожежі;
- припинити роботи в будівлі (якщо це допускається технологічним процесом виробництва), крім робіт, пов'язаних із заходами щодо ліквідації пожежі;
- здійснити в разі необхідності відключення електроенергії (за винятком систем протипожежного захисту), зупинення транспортуючих пристроїв, агрегатів, апаратів, перекриття сировинних, газових, парових та водяних комунікацій, зупинення систем вентиляції в аварійному та суміжних з ним приміщеннях (за винятком пристроїв протидимного захисту) та вжити інших заходів, що сприяють запобіганню розвитку пожежі та задимленню будівлі;

- перевірити включення оповіщення людей про пожежу, установок пожежогасіння, протидимного захисту;
- організувати зустріч підрозділів пожежної охорони, забезпечити безперешкодний доступ їх до місця виникнення пожежі та надати їм допомогу під час локалізації та ліквідації пожежі;
- одночасно з гасінням пожежі організувати евакуацію і захист матеріальних цінностей;
- забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі [14]

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті розроблена стадія карбонізації содового розчину в виробництві очищеного натрій гідрогенкарбонату потужністю 65 тис. т/рік.

Аналіз існуючих способів одержання очищеного натрій гідрогенкарбонату показав, що найбільш економічно доцільним є «мокрый спосіб». На підставі прийнятого способу виробництва була вибрана та описана технологічна схема.

Виконаний розрахунок матеріального та теплового балансів стадії карбонізації содового розчину є підставою для вибору основного апарату стадії – карбонізаційної колони. Правильність вибору карбонізаційної колони підтверджують результати конструктивного та механічного розрахунків. В проекті наведена стисла характеристика технологічного обладнання розроблюваної стадії.

Запропонована система автоматизації стадії карбонізації содового розчину дозволяє проводити технологічний процес в оптимальному режимі та отримувати продукт, якість якого відповідає нормам діючого ГОСТу.

В дипломному проекті розглянуті відходи та викиди виробництва очищеного натрій гідрогенкарбонату, а також способи їх переробки та очищення.

В розділі «Охорона праці» висвітлені основні принципи державної політики України в галузі охорони праці, детально розглянуті шкідливі виробничі фактори на проектуваному виробництві та заходи запобігання цим факторам, а також виконані розрахунки вентиляції та освітлення приміщення хімічної лабораторії виробництва очищеного натрій гідрогенкарбонату.