

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра Машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

_____ Сергій БЛАЖЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

«04» 06 2024р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Олександр ГАВВА
(підпис) (ім'я та прізвище)

«04» 06 2024р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв

на тему: Модернізація апарату для пом'якшення води продуктивністю 2 м³/год

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ОХ-4-7ск

_____ Бабій Олександр Петрович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник Удодов Сергій Олександрович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти Юрій БОЙКО

(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Рецензент

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

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

Здобувач _____

(підпис)

Київ - 2024р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра Машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Інжиніринг харчових та біотехнологічних
виробництв

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАХФВ

Олександр ГАВВА

“ 05” квітня 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Бабій Олександр Петрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація апарату для пом'якшення води
продуктивністю 2 м³ /год

керівник роботи Удодов Сергій Олександрович, доцент, к.т.н.

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

затверджені наказом закл. вищої осв. від “05” квітня 2024 року № 256-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 04 червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи технічний паспорт обладнання
кресленики обладнання; навчальна нормативна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
анотація, зміст; вступ, аналіз процесу очищення води та технічних
рішень, техніко – соціальне обґрунтування, характеристика вихідної
сировини. характеристика іонообмінних смол; опис запропонованого
технічного рішення, розрахункова частина, вибір конструкційних
матеріалів, технологія машинобудування, Опис блоку управління; загальні
висновки, список використаної літератури, специфікація

5. Перелік графічного матеріалу

Загальний вигляд апарату для пом'якшення води(1 аркуш); іонний фільтр
(1 аркуш); креслення технологічного процесу виготовлення фланця (1 аркуш)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Технологія машинобудування</i>	<i>Бойко Ю.І., доц. кафедри МАХФВ</i>		

1. Дата видачі завдання 05 квітня 2024 року

1. КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	<i>26.04.24</i>	<i>Виконано</i>
2	<i>Вступ</i>	<i>27.04.24</i>	<i>Виконано</i>
3	<i>Аналіз процесу очищення води та технічних рішень</i>	<i>29.04.24</i>	<i>Виконано</i>
4	<i>Техніко – соціальне обґрунтування</i>	<i>30.04.24</i>	<i>Виконано</i>
5	<i>Характеристика вихідної сировини. Характеристика іонообмінних смол</i>	<i>02.05.24</i>	<i>Виконано</i>
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення</i>	<i>04.05.24</i>	<i>Виконано</i>
7	<i>Розрахункова частина</i>	<i>10.05.24</i>	<i>Виконано</i>
8	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	<i>14.05.24</i>	<i>Виконано</i>
9	<i>Технологія машинобудування</i>	<i>15.05.24</i>	<i>Виконано</i>
10	<i>Опис блоку управління</i>	<i>16.05.24</i>	<i>Виконано</i>
10	<i>Висновки</i>	<i>18.05.24</i>	<i>Виконано</i>
11	<i>Список використаної літератури</i>	<i>19.05.24</i>	<i>Виконано</i>
12	<i>Графічна частина: 4 аркуша</i>	<i>28.05.24</i>	<i>Виконано</i>
13	<i>Подача КР на кафедру</i>	<i>01.06.24</i>	<i>Виконано</i>

Здобувач

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Олександр БАБІЙ

_____ (ім'я та прізвище)

Сергій УДОДОВ

_____ (ім'я та прізвище)

Анотація

Бабій Олександр Петрович. Модернізація апарату для пом'якшення води продуктивністю 2м³/год. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра.

Тема полягає в необхідності вдосконалення технічного оснащення систем водопідготовки фармацевтичних підприємств, а саме обладнання для пом'якшення води методом іонного обміну.

Запропоновано технічне рішення для модернізації обладнання для пом'якшення води. Обладнання складається з двох колон зі сферичними днищами та кришками. В середині колон шар іонообмінної смоли розміщений на сітці і займає 70% об'єму колони. Колони живляться колодязною водою, яка попередньо очищується на піщаних фільтрах. Пом'якшена вода подається на наступний етап очищення. Після підвищення жорсткості води на виході з колони відбувається регенерація смоли шляхом пропускання її через соляний розчин. Цей розчин готується шляхом пропускання води через окремий бак, що містить кристалічну сіль.

На відміну від подібного обладнання, запропонована конструкція відрізняється саме цим:

- Корпус пристрою виготовлений з нержавіючої сталі;
- Вода для очищення подається зверху;
- Потік води рівномірно розподіляється через колектор під решіткою.

Технічні результати такі. На відміну від полімерних корпусів, корпус з нержавіючої сталі зношується повільніше через тертя з частинками смоли. Верхня підводка води забезпечує більш комфортні та безпечні умови для обслуговування обладнання. Установка колектора забезпечує рівномірний потік води, що, в свою чергу, гарантує рівномірне використання іонообмінної смоли і відсутність застійних зон.

Працездатність обладнання перевіряється розрахунками на міцність корпусу, кришки та днища під дією надлишкового тиску та зварювальних впливів. Впровадження розроблених заходів з охорони праці забезпечує безпечну експлуатацію обладнання.

Ілюстративна частина кваліфікаційної роботи виконана на чотирьох аркушах, три з яких безпосередньо пов'язані з конструкцією обладнання, його вузлів та агрегатів, а один - з технологією виготовлення фланця підведення живильної води.

Ключові слова: іонообмінне обладнання, пом'якшення води, вода, іонний обмін.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удадов С.О</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Бабій О.П</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	220788.КР.23.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

Annotation

Babiy Oleksandr Petrovych. Modernization of the ion exchange apparatus for water softening with a capacity of 2 m³/h. Qualification work for obtaining a bachelor's degree.

The topic is the need to improve the technical equipment of water treatment systems of pharmaceutical enterprises, namely equipment for water softening by ion exchange.

A technical solution for the modernization of water softening equipment is proposed. The equipment consists of two columns with spherical bottoms and covers. Inside the columns, a layer of ion exchange resin is placed on a grid and occupies 70% of the column volume. The columns are fed with well water, which is pre-treated with sand filters. The softened water is fed to the next stage of treatment. After increasing the water hardness at the column outlet, the resin is regenerated by passing it through a brine solution. This solution is prepared by passing water through a separate tank containing crystalline salt.

Unlike similar equipment, the proposed design differs in this respect:

- The body of the device is made of stainless steel;
- Water for cleaning is supplied from above;
- The water flow is evenly distributed through the collector under the grate.

The technical results are as follows. In contrast to polymer housings, the stainless steel housing wears out more slowly due to friction with resin particles. The upper water supply provides a more comfortable and safe environment for equipment maintenance. The installation of the collector ensures a uniform flow of water, which, in turn, guarantees the uniform use of ion exchange resin and the absence of stagnant zones.

Equipment performance is checked by calculations of the strength of the body, lid and bottom under the influence of overpressure and welding effects. Implementation of the developed labor protection measures ensures safe operation of the equipment.

The illustrative part of the qualification work is made on four sheets, three of which are directly related to the design of the equipment, its components and assemblies, and one - to the technology of manufacturing the feed water inlet flange.

Keywords: ion exchange equipment, water softening, water, ion exchange.

ЗМІСТ

Вступ	7
1.Аналіз процесу очищення води та технічних рішень	10
1.1.Процес і обладнання для очищення води.....	10
1.2.Вимоги до очищеної води.....	10
1.3.Загальні вимоги до системи зберігання ВО.....	11
1.4.Опис технологічного процесу всього циклу очищення води.....	14
2.Техніко-соціальне обґрунтування теми проекту	13
3.Характеристика вхідної сировини. Характеристика іонообмінних смол	14
3.1.Іонні реактори.....	15
3.2.Рекомендовані умови експлуатації.....	17
3.3.Основні переваги.....	18
3.4.Механізм дії.....	18
4.Опис запропонованого технічного рішення	20
5.Розрахункова частина	21
5.1.РозрахунокNa- катіонного фільтра.....	20
5.2.Розрахунок механічного фільтра.....	27
5.3.Конструктивний розрахунок.....	28
5.4. Розрахунок напружень у зоніI.....	29
5.5. Розрахунок напружень у зоніII.....	30
5.6. Розрахунок напружень у зоніIII.....	32
5.7. Розрахунок напружень у зоніIV.....	34
5.8. Розрахунок напружень у зоніV.....	36
5.9.Розрахунок опор іонообмінної колонки.....	39
6. Вибір конструкційних матеріалів	40
7.Технологія машинобудування	42
7.1.Вибір заготовки і розрахунок пропусків.....	42
7.2.Маршрутна технологічна карта.....	43
7.3.Розрахунок режимів різання.....	46
8.Опис блоку управління(постановка задач автоматизації)	56
8.1.Характеристика виробничих процесів як об'єктів автоматизації.....	56
8.2.Вимоги до системи автоматизації.Критерії управління.....	57
9.Монтаж і технічний сервіс	59
9.1.Монтаж.....	59
9.2.Технічний сервіс.....	60

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Учабов С.О</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Бадію О.П</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	220788.КР.23.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

10.Заходи щодо охорони праці.....	61
10.1.Основні небезпеки, що можуть виникнути в процесі виробництва в цеху.....	61
10.2.Правила і прийоми безпечної роботи.....	64
10.3.Основні види газонебезпечних робіт в цеху.....	66
Висновки.....	69
Список використаних джерел.....	70
Додатки.....	71

ВСТУП

Процеси іонного обміну широко використовуються у водопідготовці, включаючи пом'якшення води, опріснення, очищення розчинів і розділення змішаних речовин. Іоніт може видаляти майже всі нецукрові речовини з цукрових розчинів. Іоніт використовується у виноробній промисловості для поліпшення якості вина шляхом видалення іонів заліза і кальцію; в молочній промисловості для очищення молока від іонів кальцію та інших металів; в олійно-жировій промисловості для очищення рослинних олій. Іонообмінні процеси можуть конкурувати з екстракцією, рафінацією та іншими процесами з точки зору техніко-соціальних показників. Процеси іонного обміну використовують іоніт для селективного поглинання одного або декількох компонентів з розчину.

Процес іонного обміну відрізняється від процесу адсорбції тим, що обмін іонами відбувається між іонітом і розчином. У цьому процесі іони переносяться з розчину на поверхню іоніту і іони переносяться з поверхні іоніту в розчин.

Як іоніт використовують тверді природні або синтетичні речовини, які практично не розчиняються у воді та органічних розчинниках. Іоніт являє собою дрібнозернисті сферичні частинки. Іонообмінні властивості іоніту характеризуються його обмінною ємністю. Обмінна ємність виражається в міліграмових еквівалентах іонів, що обмінюються 1 г іоніту.

Слід зазначити, що гетерогенна хімія подвійного обміну, яка відбувається на межі розділу між твердою і рідкою фазами, іноді є найповільнішою стадією процесу іонного обміну, що обмежує загальну швидкість процесу.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Уладов С.О</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Бабій О.П</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ	220788.KP.23.000 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3	

Іонообмінна технологія набула широкого розповсюдження після розробки синтетичного іоніту, який характеризується високою обмінною ємністю, механічною міцністю, нерозчинністю у воді та агресивних розчинниках, а також регенеративною здатністю.

Іоніти відрізняються за хімічним складом і структурою. Однак всі вони засновані на одному принципі. А саме, вони мають матрицю, яка несе надлишковий заряд і протиіони. Матриця іоніту складається з полімерної просторової мережі гідрофобних вуглеводневих ланцюгів. Структура матриці визначає здатність іонообмінної смоли набухати у воді та розчинниках. Матриця містить функціонально активні групи, які надають смолі її іонообмінні властивості. Символи заряду матриці іоніту і рухливих іонів залежать від природи активних груп. Залежно від символу заряду обмінюваного іона, іоніти поділяються на катіоніти та аніоніти.

Катіоніти є кислотними і мають здатність обмінюватися позитивно зарядженими іонами. До катіонних іонів відносяться сульфо-, карбоксильні та фосфонові групи, які несуть негативний заряд. Аніонні іони включають амідні та аміногрупи, які несуть позитивний заряд. Іоніт повинен мати механічну міцність, не розчинятися в оброблюваному продукті і не забруднювати оброблюваний продукт. Крім того, до іонітів, що використовуються для очищення цукрових розчинів, пред'являються вимоги: вони повинні бути стійкими в кислому і лужному середовищах, нерозчинними у воді і цукрових розчинах, а також мати розмір і форму, що забезпечують низький гідравлічний опір при проходженні розчину через шар. Іонообмінні установки періодичної дії з фіксованими іонітними шарами широко застосовуються у виробництві.

Жорстка вода не тільки спричиняє часті поломки побутових приладів, але й становить ризик для всієї родини, оскільки велика кількість розчинених у воді магнію та кальцію може викликати різноманітні захворювання. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) встановила норму вмісту солей жорсткості у воді 0,5-1,0 ммоль/л.

Для котлів з температурою теплоносія нижче 115°C максимально допустимі значення жорсткості становлять 1,5 ммоль/л для температури гарячої води 75°C і 0,7 ммоль/л для температури 100-115°C.

Водночас, санітарно-хімічні показники безпеки та якості питної води встановлюють норму жорсткості водопровідної води на рівні менше 7 ммоль/л. Тому пом'якшення води є актуальним питанням для мешканців більшості регіонів України.

Якщо у водопровідній воді виявлено підвищений вміст цих елементів, лише якісний пом'якшувач води може запобігти вищезазначеним проблемам.

Найпоширенішими проблемами якості води є

- Нерозчинені механічні частинки: наявність піску, суспензій, іржі та колоїдних речовин;
- Наявність у воді розчиненого заліза та марганцю;
- Жорсткість, що визначається кількістю розчинених солей кальцію та магнію;
- Неприємний смак, запах або колір;
- Бактеріологічне забруднення.

Слід зазначити, що цей список не охоплює весь спектр проблем, які виникають з водою, але представляє найпоширеніші з них.

Підготовка води для питного, побутового та промислового використання - це комплекс фізичних, хімічних і біологічних методів, які змінюють початковий склад води.

1.АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ТА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

1.1. Процес і обладнання для очищення води.

Розглянемо системи прийому, зберігання та розподілу очищеної води для забезпечення потреб підприємства.

Кожна система прийому, зберігання та розподілу є окремим (технічним обладнанням) і подає очищену воду на відповідну виробничу дільницю/лабораторію. Кожна система також має власну інструкцію з експлуатації та обслуговування.

1.2. Вимоги до очищеної води.

Таблиця 1.1. Вимоги ДФУ до води очищеної.

	Опис	Параметри Води очищеної
Вода Очищена	Безбарвна прозора рідина без запаху та смаку	<p>1. Окислювальні речовини – слабо рожевий розчин або Загальний органічний вуглець $\leq 0,5$ мг/л (ТОС < 500ppb).</p> <p>2. Нітрати – не більше 0,00002% (0,2 ppm NO₃).</p> <p>3. Важкі метали – не більше 0,00001% (0,1 ppm).</p> <p>4. Електропровідність – $\leq 4,3$ μS/cm при 20°C ($\leq 1,1$ μS/cm при 20 °C для ДзВ АФІ)</p> <p>5. Мікробіологічна чистота – ≤ 100 КОЕ/1 мл</p>

Загальні вимоги до систем водопідготовки (Додаток 1 - Загальна схема виробництва очищеної води):

- Система повинна бути обладнана насосами, які підвищують тиск води для забезпечення стабільної роботи наступного етапу.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Бабій О.П</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ТА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ	220788.KP.23.001 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

- Система може бути обладнана проміжними фільтрами та ультрафіолетовими лампами для зменшення мікробного навантаження на систему (за необхідності).

- Система може бути оснащена мультимедійним фільтром та/або пісочним фільтром.

- Система може бути оснащена пом'якшувачем води (<0,5 мгекв/л).

- Система може бути оснащена системою ультрафільтрації¹ з проміжним баком для ультрафільтрату для забезпечення стабільної роботи мембрани зворотного осмосу.

Кінцева стадія видобутку води повинна бути виконана з відповідних матеріалів, що відповідають вимогам - полісульфон (полімер) або нержавіюча сталь AISI 316L з шорсткістю внутрішньої поверхні $Ra < 0,8$, ущільнення - PTFE, EPDM, PTFE/EPDM, тефлон, вітон.

Якість виробленої води контролюється на кінцевому етапі водопідготовки.

1.3 Загальні вимоги до систем зберігання води

Баки для зберігання води повинні бути виготовлені з нержавіючої сталі марки AISI 316L з шорсткістю внутрішньої поверхні $Ra < 0,8$.

- Бак для зберігання води повинен бути обладнаний гідрофобним фільтром зі ступенем фільтрації 0,2 мкм.

- Бак для зберігання води повинен бути обладнаний "розпилювальною кулькою" для повного очищення внутрішньої поверхні бака.

- Бак для зберігання води повинен бути обладнаний зливним отвором (під час стерилізації).

- Бак для зберігання води повинен бути обладнаний системою контролю рівня заповнення - обладнання повинно бути виготовлене з нержавіючої сталі AISI 316L, без зон утримання та з шорсткістю поверхні $Ra < 0,8$.

- Резервуари для зберігання води можуть бути обладнані контрольно-вимірювальною апаратурою (вакуумметр, манометр, датчики тиску і температури, виготовлені з нержавіючої сталі AISI 316L з шорсткістю поверхні $Ra < 0,8$ і без застійних зон).

- Бак для зберігання води повинен бути обладнаний люком і нижнім зливом.
- Баки для зберігання води можуть бути вертикальними або горизонтальними. Якщо використовуються горизонтальні баки, то бак повинен бути горизонтальним, щоб забезпечити повне спорожнення.
- Фланцеві з'єднання не повинні використовуватися. Використовуйте зварні з'єднання або з'єднання типу "хомут".
- Всі ущільнення, що контактують з продуктом, повинні бути виготовлені з PTFE, EPDM, PTFE/EPDM, тефлону або вітону.
- Всі клапани повинні бути виготовлені з нержавіючої сталі AISI 316L без зон утримання і мати шорсткість внутрішньої поверхні $Ra < 0,8$.

Загальні вимоги до систем розподілу води

1.4 Опис технологічних процесів всього циклу водопідготовки.

Системи відбору, зберігання та розподілу води повинні експлуатуватися кваліфікованим персоналом.

Системи відбору, зберігання та розподілу води повинні працювати в автоматичному режимі. Кожна система є індивідуальною, подає чисту воду на відповідну виробничу ділянку і має власну нормативну документацію (інструкцію з експлуатації та обслуговування).

2.ТЕХНІКО-СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕМИ ПРОЕКТУ

Якісна водопідготовка може продовжити термін служби котельного обладнання, зменшити руйнування ущільнень і корозію металу, а також видалити відкладення з пластин теплообмінника і змійовиків котла.

Ремонт (і заміна) котла є фінансово затратним. Простіше встановити системи фільтрації води та експлуатувати котельні установки, які відповідають вимогам до якості води.

Сучасне харчове та фармацевтичне виробництво вимагає попереднього очищення води, щоб довести її якість до сучасних стандартів. У фармацевтичній промисловості вода використовується для питних, побутових і виробничих цілей. Сучасні виробничі процеси покращують всі техніко-соціальні показники діяльності підприємств.

Існує ряд проблем з існуючими іонообмінними системами, які потребують вирішення. До них відносяться

- Нераціональне використання смоли через наявність зон ретенції;
- Швидкий знос полімерних стінок обладнання через тертя смоли
- Незручні умови обслуговування та роботи через низьку подачу води; і

Повільний знос корпусу через тертя з частинками смоли; комфортні та безпечні умови експлуатації обладнання; рівномірне надходження води, а отже рівномірне використання іонообмінної смоли і відсутність застійних зон.

Працездатність пристрою повинна бути перевірена шляхом розрахунку міцності корпусу, кришки та дна під дією надлишкового тиску та зварювальних впливів.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Разробник документа</i> <i>Бабій О.П</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> ТЕХНІКО-СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕМИ ПРОЕКТУ	220788.KP.23.002 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1	

3.ХАРАКТЕРИСТИКА ВХІДНОЇ СИРОВИНИ. ХАРАКТЕРИСТИКА ІОННООБМІННИХ СМОЛ

Вихідною сировиною є вода з артезіанських свердловин, що містить такі хімічні сполуки.

Таблиця 3.1. Показники якості вхідної води.

Показник	Позначення	Кількість	
		мг/дм ³	мг-екв/дм ³
Сухий залишок		398	—
	S _o	398	—
Окислюваність; мґО ₂ /дм ³	Ок	2	—
Загальна жорсткість	Ж _o	—	6,0
Карбонатна твердість	Ж _к	—	5,5
Некарбонатна твердість	Ж _{нк}	—	0,5
Бікарбонат – іони	HCO ₃	335	5,5
Сульфат – іони	SO ₄ ²⁻	48	1,0
Хлорид – іони	Cl ⁻	18	0,5
Бісилікат – іони	HSiO ₃	38,5	0,5
Натрій – іони	Na ⁺	23	1,0
Вільна кислота	CO ₂	22	0,5 *
В перерахунку в бікарбонат-іони			

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Бабій О.П</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> ХАРАКТЕРИСТИКА ВХІДНОЇ СИРОВИНИ. ХАРАКТЕРИСТИКА ІОННООБМІННИХ СМОЛ	220788.КР.23.003 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/6

Таблиця 3.2. Хар-ка досліджуваних іонітів.

Марка	Розмір зерен, мм	Насипна маса, т/м ³		Повна обмінна ємність, г-екв/м ³
		товарного продукту	в набряклому стані	
Сульфовугілля 1го сорту крупний СК-1	0,5...1,2	0,67...0,7	-	500
Дрібний СМ-1	0,25...0,7	0,69...0,79	-	570
Катіоніт КУ-1	0,3...1,0	0,6...0,73	0,33	650
Катіоніт КУ-2-8	0,315...1,25	0,7...0,88	0,34	1700
Катіоніт КБ-4- П2	0,25...1,0	0,68...0,82	0,17...0,33	2800

3.1. Іонні реактори.

Призначені для переробки харчових продуктів з використанням іонообмінних смол. Реактори для очищення меляси і глюкозної патоки використовуються в крохмале-патоковій промисловості. Реактор являє собою вертикальну циліндричну посудину¹ зі сферичною кришкою і днищем об'ємом до 8 м³. Реактор обладнаний сіткою² на дні. На решітку насипається шар крупного кварцового піску⁴ і дрібного кварцового піску⁵, а потім шар іонообмінної смоли⁶. Над смолою є вільний об'єм, який забезпечує якісне очищення під час регенерації та запобігає винесенню зерен смоли на виході з регенераційного розчину¹¹.

На очищення сироп надходить через розподільник⁷, а очищений сироп збирається в приймачі⁸ і виходить через штуцер¹⁰.

Під час регенерації зерна смоли руйнуються і вимиваються, тому в реактор регулярно додають нову смолу.

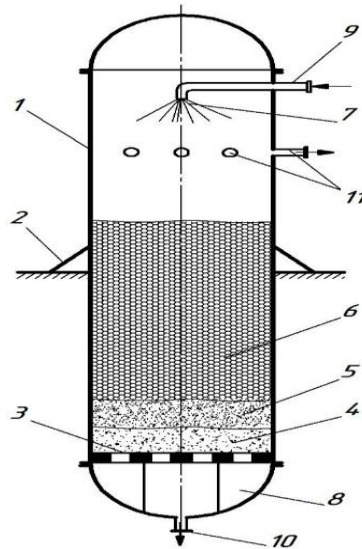


Рис. 3.1. Іонообмінний реактор:

1 – корпус; 2 – опори; 3 – решітка; 4, 5 – крупно і дрібнозернисті шари кварцевого піску; 6 – іонообмінна смола; 7 – розподільний пристрій; 8 – приймач.

Патрубки:

9 – подачі сиропу; 10 – відведення очищеного сиропу; 11 – відведення регенерувального розчину.

DowexHCRS/S - це сильнокислотна катіонітна смола, розроблена компанією DOW Chemical (США) для використання в побутових, комерційних та промислових системах пом'якшення води.

Смола має високу обмінну ємність і пропонує відмінні експлуатаційні характеристики та здатність ефективно видаляти солі жорсткості. Матеріал фізично, хімічно та термічно стабільний.

Основні переваги.

Ефективне очищення води від солей жорсткості завдяки високій обмінній ємності

Висока ефективність фільтрації завдяки високій швидкості фільтрації

Економне споживання води та солі для регенерації

Таблиця 3.3.

Технічні характеристики матеріалу.

Продукт	Тип	Матриця	Функціональна група
Dowex™ HCR-S/S	Сильнокислотний катионіт	Стирол-ДВБ, гелева	Сульфорова кислота
Параметр			Значення
Іонна форма при поставці			Na ⁺
Повна обмінна ємність, г-екв/л (мін.)			1.9
Вміст вологи, %			48 - 52
Кількість цілих гранул, % (мін.)			90
Щільність гранул, г/мл			1.3
Насипна вага, г/л			800

3.2.Рекомендовані умови експлуатації.

Максимальна температура під час роботи 120°C

діапазон рН 0-14

Висота шару, не менше 800 мм

Швидкість потоку

- Робочий цикл/швидке промивання 5-50 м/год
- Регенерація/витіснення постійним струмом 1-10 м/год

Загальна кількість води, що використовується для промивання 3-6 об/хв

Рідина для регенерації 8-12% NaCl

Витрата солі для регенерації 100-150 г/л.

3.3 Основні переваги.

- Ефективне очищення води від солей жорсткості завдяки високій обмінній здатності
- Висока продуктивність фільтра завдяки високій швидкості фільтрації
- Довготривала та ефективна робота протягом 3 років

3.4 Механізм дії.

В процесі фільтрації води з катіонними солями відбувається заміна іонів жорсткості Ca^{2+} і Mg^{2+} на іони Na^{+} .

Заміна іонів кальцію і магнію на іони натрію забезпечує відсутність накипу на поверхнях нагріву котлів і теплообмінників. Коли вода проходить через катіонітовий шар, кількість іонів натрію, доступних для обміну, зменшується, а кількість іонів кальцію і магнію, що утримуються в смолі, збільшується. Потім катіонітовий шар необхідно регенерувати шляхом пропускання через нього розчину хлориду натрію, який відновлює ємність катіонного обміну.

Під час процесу регенерації іони кальцію і магнію вимиваються в дренажну систему, а катіоніт насичується іонами натрію з сольового розчину.

Таблиця 3.5. Хіміко-фізичні властивості іонообмінної смоли

Характеристика іонообмінної смоли	Склад			
	<u>Катіоніти</u>		Аніоніти	
	Структура			
	Г	<u>Мц</u>	Г	<u>Мц</u>
Механічна міцність, г/зерно	700	1200	400	1200
За перепаду тиску на шарі, кПа	150-200			
Осмотична стабільність, %	95	99	95	99

У таблиці наведено значення механічної міцності та осмотичної стабільності звичайних іонообмінних смол (g-гель та mp-макропористі структури).

Іонообмінні смоли - це нерозчинні полімерні сполуки, здатні обмінюватися іонами з іонами в розчині. Залежно від типу іонообмінної смоли можливе комплексоутворення, окисно-відновна та фізична сорбція багатьох сполук.

Іонні смоли можуть мати гелеву, макропористу та проміжну структуру.

Іонообмінні смоли мають більшу активність, механічну міцність і хімічну стійкість, ніж природні та штучні алюмосилікати і сірковуглець.

Стирольні та дивінілбензолні смоли широко використовуються в промислових смолах. Вони містять сильнокислі катіони (наприклад, КУ-2-8), сильноосновні аніони і слабоосновні аніони (наприклад, АВ-17-8). Цілеспрямований синтез іонообмінних смол дає змогу отримувати матеріали зі специфічними технічними властивостями.

До них відносяться катіоніти КУ-1, КУ-2-8 і КУ-2-8 НС, аніоніти АВ-17-8, АВ-17-8ЧС і АН-31, а також зарубіжні аналоги DOWEX (США), PUROLITE (Великобританія) і AMBERLITE.

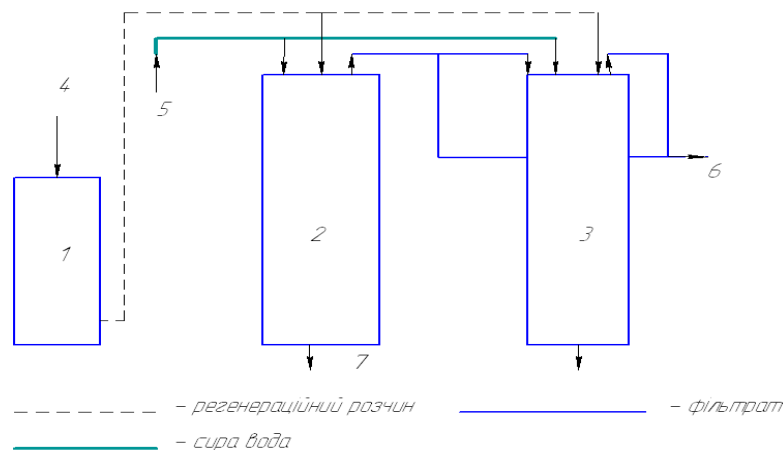


Рис. 3.2 Схема пом'якшення води:

1- соляний бак; 2, 3 - натрій-катіонітовий фільтр; 4 - вода для регенераційного розчину; 5 - вхідна вода; 6 - вода на ультрафільтрацію; 7 - відпрацьована вода після регенерації.

4. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ

Системи прийому, зберігання та роздачі очищеної води призначені для очищення водопровідної води протягом 24 годин з метою отримання очищеної води відповідно до ДСанПіН, яка потім використовується для виробництва води для ін'єкцій, чистих парів, твердих препаратів, сиропів і настоянок.

Насос працює в автоматичному режимі і підтримує заданий тиск 4,8-5,0 бар. Потім встановлюється самоочисний попередній фільтр грубого очищення FR1BWTMULTIPUR з рейтингом фільтрації 100 мікрон, який очищується раз на годину. Для зменшення мікробного навантаження встановлені лампи, які працюють в автоматичному режимі і вмикаються при ввімкненні станції ультрафільтрації UV1,2,3,4. Після ультрафіолетового опромінення вода подається через теплообмінник для підігріву комунальної води на пом'якшувач ZM1Rondomat 31 DWZ 2400 NT (рис. 4.2), який пом'якшує воду до жорсткості менше 0,5 мг-еквівалент/літр.

Пропонується система пом'якшення води, що складається з двох іонообмінних башт із загальним об'ємом смоли 2000 літрів, з підведенням каналізаційних стоків, спеціальним обладнанням для рівномірного розподілу води та одним баком для регенерації іонообмінної смоли (при необхідності можна встановити два баки).

Це нововведення дозволить підвищити якість очищення води та зменшити навантаження на існуючі системи ультрафільтрації та зворотного осмосу.

На основі рекомендацій, наведених у літературних джерелах, та власного виробничого досвіду, ми пропонуємо встановити теплообмінник для підігріву міської води.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Бабій О.П</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ	220788.KP.23.004 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Габва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

5. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

1. На основний фільтр регенерації Na-катіоніту подається вода з наступними параметрами

$$Жо = 6 \text{ мг-екв/дм}^3$$

$$Na^+ = 7,5 \text{ мг-екв/дм}^3$$

$$\Sigma \text{ Кат} = Ca^{2++} Mg^{2++} Na^+ = 6 + 7,5 = 13,5 \text{ мг-екв/дм}^3$$

2. склад цієї води після очищення фільтром катіоніту Na наступний

$$Жо = 0,5 \text{ мг-екв/дм}^3$$

$$Na^+ = 0,25 \text{ мг-екв/дм}^3$$

$$\Sigma \text{ Кат} = Жо + Na^+ = 0,5 + 0,25 = 0,75 \text{ мг-екв/дм}^3$$

5.1. розрахунок фільтрів по катіону Na.

Допустима швидкість фільтрації катіонітового фільтра становить 30. .60 м/год.

1. при такій швидкості іонізації на етапі проектування розраховується необхідна площа фільтра:

$$F = Qn/w = 2/45 = 0,04 \text{ м}^2,$$

де w - швидкість фільтрації катіонітового фільтру в схемі пом'якшення.

2. Швидкість фільтрації є одним з найважливіших показників процесу фільтрації. Збільшення швидкості призводить до збільшення пропускної здатності фільтра, але при цьому скорочуються періоди порожньої фільтрації і збільшується час регенерації, розмотування і очищення. Надмірне збільшення швидкості призводить до збільшення опору і втрати напору фільтра.

Швидкість фільтрації при катіонуванні Na тут приймається рівною w = 45 м/год.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Бабій О.П</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	220788.КР.23.005 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/19

3. Вибрати фільтр з площею фільтрації $f = 0,78 \text{ м}^2$ з існуючих стандартних фільтрів.

4. Необхідна кількість фільтрів "а", що працюють при заданому ступені іонізації, визначається за формулою

$$a = F/f = 0,04/0,78 \approx 1$$

1 фільтр допускається для встановлення на другому ступені іонізації:

Діаметр - $D = 800 \text{ мм}$;

Площа фільтра - $F = 0,78 \text{ м}^2$;

4. Висота шару завантаження - $H_{sl} = 2 \text{ м}$.

5. Знаходимо кількість відфільтрованої солі жорсткості:

$$A = 24 - Ж_0 - Q_{Na} = 24 - 0,6 - 2 = 28,8 \text{ г-екв/добу},$$

де $Ж_0$ - загальна жорсткість води, що надходить на фільтр (г-екв/м³).

6. Марка катіоніту вибирається відповідно до рекомендацій.

Таблиця 5.1. Значення обмінної здатності катіонітів.

<u>Катіоніт</u>	<u>Розмір зерен, мм</u>	<u>Повна обінна ємність, г-екв/м³</u>
<u>Сульфовугіль</u>	0,3...0,8	550
<u>Сульфовугіль</u>	0,5...1,5	500
<u>Катіоніт КУ-2</u>	0,8...1,2	1700

В якості фільтруючого матеріалу обираємо сульфітне вугілля з наступними технічними характеристиками:

Еполярність Н-подібного сульфітного вугілля, г-екв/м³-550;

Розмір частинок, мм-0,3. .0.8.

7. 7 Робоча обмінна ємність катіоніту по катіонуванню натрію визначається з рівняння

$$E_r = \alpha \beta E_p - 0.5 q \beta Ж_0 = 0.94 - 0.62 - 0.5 - 350 - 6 = 250 \text{ г-екв/м}^3,$$

де α - коефіцієнт ефективності регенерації катіоніту натрію.

Питома витрата q_v солі NaCl на регенерацію визначається за даними, $q_v = 350$ г/г-екв для фільтрів.

Таблиця 5.2. Технічні дані для розрахунку натрій-катионових фільтрів.

Показник	Фільтр I Ступеню	Фільтр II Ступеню
1	2	3
Висота слою катіоніту, м	2...2,5	1,5
Розмір зерен катіоніту, мм	0,5...1,1	0,5...1,1
Швидкість фільтрування	25 (35)	40 (50)
до 5		
до 10	15 (25)	—
до 15	10 (20)	—
Розпушування катіоніту: інтенсивність, л/(м ² ·с)	4 (3)	4 (3)
тривалість, хв	30 (15)	30 (15)
Витрати кухонної солі на регенерацію одного фільтру:		
до 5	100...120	
до 10	120...200	
до 15	170...250	
до 20	200...300	300...400

Концентрація регенераційного розчину, %	5...8	8...12
Швидкість пропуску регенераційного розчину, м/год	...4	3...5
Робоча обмінна здатність <u>сульфовугля</u> , г-екв/м ³	По формулі (2,9)	250...300
Відмивання катіоніту від продуктів регенерації – швидкість пропуску, відмив очної води через <u>катіоніт</u> , м/год – витрата <u>відмивочної</u> води, м ³ /м ³ , при завантаженні фільтра: – <u>сульфовуглем</u> – <u>катіонітом КУ-2</u>	: 6...8 4 6	 6...8 6 8
Загальна регенерація фільтрів, год, при завантаженні <u>фільтра</u> : – <u>сульфовуглем</u> – <u>катіонітом КУ-2</u>	 2 3...4,5	 2,5...3,5 3,5...5,0

Питома витрата солі q_s використовується для визначення коефіцієнта ефективності регенерації α , який входить в рівняння, що визначає робочу обмінну ємність.

Для прийнятної питомої витрати солі ($q_s = 350$ г/г-екв) вибирається коефіцієнт ефективності регенерації, що дорівнює $\alpha = 0,94$.

Таблиця 5.3. Визначення коефіцієнту ефективності регенерації.

Витрата солі q_c , екв г/г-	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
α	0.62	0.64	0.67	0.69	0.72	0.74	0.75	0.77	0.78	0.80	0.81
Витрата солі q_c , г/гекв	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310
α	0.82	0.83	0.84	0.85	0.87	0.87	0.88	0.88	0.89	0.90	0.91
Витрата солі q_c , г/гекв	320	330	340	350	—	—	—	—	—	—	—
α	0.92	0.92	0.93	0.94	—	—	—	—	—	—	—

До рівняння включено коефіцієнт β , який враховує зменшення обмінної ємності катіонних ділянок для Ca^{2+} і Mg^{2+} за рахунок часткового утримання катіонів Na^+ , який прийнято відповідно до даних.

Коефіцієнт зниження обмінної ємності катіоніту.

$C_{2Na}/Ж_0$	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1
β	0.93	0.92	0.91	0.89	0.88	0.87	0.86	0.85	0.84	0.83
$C_{2Na}/Ж_0$	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	2
β	0.8	0.77	0.73	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.62
$C_{2Na}/Ж_0$	3	4	5	6	7	8	9	10	—	—
β	0.60	0.57	0.54	0.53	0.52	0.52	0.51	0.50	—	—

8. В цьому випадку кількість разів регенерації катіонітового фільтра становить $n = A / (f - N_{sl} - E_{np}) = 28,8 / (0,78 - 2 - 250) \approx 1$ раз на добу.

9. Знаходимо витрату 100% кухонної солі на регенерацію фільтра:

$$Q_k = (q_k - f - N_{sl} - E_{np} - a) / 1000 = (150 - 0,78 - 2 - 250 - 2) / 1000 = 117 \text{ кг,}$$

де q_k - питома витрата кухонної солі, що дорівнює 150 г/г-екв;

a - кількість фільтрів.

10. В цьому випадку витрата 93% технічної солі на регенерацію визначається за формулою:

$$Q_{к.т} = (Q_k - n - 100) / (s - 1000) = (117 - 1 - 100) / (93 - 1000) = 0,12 \text{ т/добу},$$

де s - вміст NaCl у технічній солі.

11. Споживання солі за місяць наступне:

$$Q_{с.м} = 0,12 \cdot 30 = 2,8 \text{ т/місяць}$$

12. Витрати води на регенерацію фільтра складають

а) Витрати води на розмотування та очищення фільтра:

$$Q_{роз} = (i - f - 60 - t_{роз}) / 1000 = (4 - 0,78 - 60 - 30) / 1000 = 5,5 \text{ м}^3,$$

де i - сила розпушування при промиванні водою, приймається рівною нулю:

$$i = 4 \text{ л} / (\text{с} \cdot \text{м}^2) \quad t = 20 \text{ }^\circ\text{C} \quad d = 1 \text{ мм};$$

$t_{роз}$ - час розпушування промивання, який визначається:

$t_{роз}$ - час розпушування при промиванні, який визначається як: $t_{роз} = 30 \text{ хв.}$

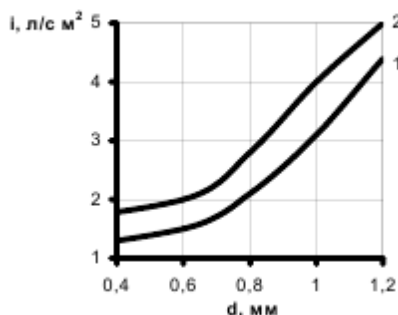
б) Витрата води (м³) для приготування регенераційного розчину визначається за наступним рівнянням:

Для сульфітного вугілля

$$Q_{р.р} = (Q_k - 100) / (1000 - b - \rho_{р.р}) = 12,3 - 100 / 1000 - 1,5 - 1 = 0,82 \text{ м}^3,$$

де b - концентрація регенераційного розчину, у %, приймається рівною 1,5 - 2%, якщо завантажувється сульфітне вугілля.

$\rho_{р.р}$ - густина регенераційного розчину для даної концентрації, приймається за даними.



Графіки для визначення необхідної сили розпушування катіоніту в залежності від розміру зерен катіоніту:

1: при температурі 5°C; 2: при температурі 20°C.

в) Витрата води на вимивання катіоніту з регенованого продукту становить наступне:

$$Q_{вд} = q_{вд} \cdot f - N_{слой} = 10 - 0,76 - 1,5 = 11,4 \text{ м}^3$$

Витрата води на регенерацію складається з наступних компонентів і дорівнює наступному рівнянню:

$$Q_{н} = (Q_{роз} + Q_{р.р.} + Q_{д}) - a = (5,5 + 0,82 + 11,4) = 35,4$$

Середньогодинна витрата додаткового Na-катіонітового фільтру:

$$Q_{с.н}(\text{годин}) = 35,4/24 \approx 1,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

5.2. Розрахунок механічного фільтру.

1. середнє годинне навантаження для даного типу фільтру:

$$Q_{мех} = 24 + 1,5 = 25,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

2. швидкість фільтрації механічного фільтру: 10. .12 м/год, на фільтр подається пісок з розміром зерен 0,5-1,2 мм.

3. площа фільтрації:

$$f = 25,5/10 \dots 25,5/1,2 = 2,5 \dots 2,125 \text{ м}^2$$

4. вибір зі стандартного типорозміру фільтрів:

Діаметр - $D = 2000 \text{ мм}$;

Площа фільтрації - $f = 3,1 \text{ м}^2$.

Таблиця 5.5. Площа фільтрування стандартних фільтрів.

Діаметр фільт- ра Ду, мм	700	1000	1500	2000	2600	3000	3400
Площа фільтрування $f_{ф}$, м ²	0.39	0.76	1.72	3.1	5.2	6.95	9.1

4.К-сть фільтрів – 1.

5.Нормальна швидкість фільтрування:

$$w_{н} = Q_{мех} / (f) = 25,5/3,1 = 8,2 \text{ м/год}$$

5.3.Конструктивний розрахунок

Початкові дані:

Продуктивність обладнання $Q=2$ т/год;

Радіус охоплення обладнання $R_c=1,5$ м;

Тиск в апараті $P_n=0,6$ МПа;

Діаметр апарату $D=0,8$ м;

Густина рідини $\rho = 998$ кг/м³;

Час накопичення рідини в апараті - 1 година.

Геометричні розміри іонообмінного фільтра.

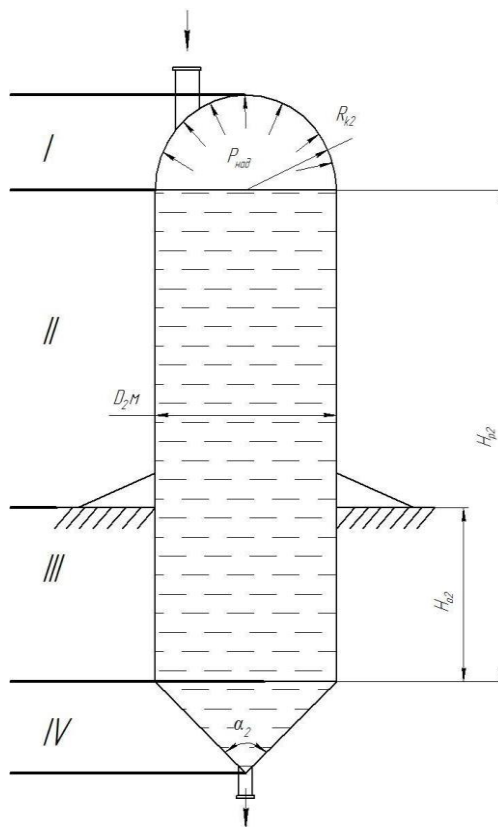


Рис. 5.2. Геометричні розміри іонообмінного апарату.

На схемі апарата виділити його характерні зони, виходячи з умов рівномірності зовнішнього навантаження і геометричної форми:

Зона I: сферична кришка, навантажена внутрішнім надлишковим тиском газу; Зона II: частина циліндричної обичайки апарата від місця її з'єднання зі сферичною кришкою до рівня рідини.

Зона II - частина циліндричної оболонки апарата від місця з'єднання зі сферичною кришкою до рівня рідини. Зона III - частина циліндричної оболонки апарата від поверхні рідини до висоти монтажної опори апарата. На цю зону діє як внутрішній надлишковий тиск газу над рідиною в апараті, так і гідростатичний тиск самої рідини. IV зона - частина циліндричної обичайки апарата від рівня опори кріплення апарата до рівня її стику з конічним днищем. Ця зона навантажена внутрішнім надлишковим тиском газу і масою всіх рідин, що містяться в апараті;

Зона V - конічне днище, на яке діє внутрішній надлишковий тиск газу і маса всіх рідин, що містяться в ємності.

5.4 Розрахунок напружень в зоні I.

Зона I включає кришку апарата, яка є частиною сфери з $RSF = 1500$ мм. На цю зону діє тільки надлишковий внутрішній тиск газу $P_{over} = 0,6$ МПа. Відомо, що меридіональні та окружні напруження однакові для всіх діаметральних перерізів сферичної оболонки і можуть бути знайдені при рівномірному зовнішньому навантаженні за наступним рівнянням:

$$\sigma_k = \sigma_m = \frac{P_{over} R_{сф}}{2S_{сф}} = \frac{0,6 \cdot 1,5}{2S_{сф}} = \frac{0,45}{S_{сф}} - \text{колові та меридіальні напруження в}$$

зоні та будуть [МПа], $S_{сф}$ - товщина сферичної кришки.

Матеріал 12X21H5T – стійка до корозії сталь, яка має механічні показники $\sigma = 37,5$ МПа, отже:

$$S_{сф} = 0,45 / \sigma = 0,45 / 37,5 = 0,012 \text{ м}$$

5.5. Розрахунок напружень у зоні II.

У цій зоні частина пристрою розрізається по колу перерізом 1-1 і нижня частина відкидається. Дія відкинутої частини пристрою на частину, що залишилася, замінюється дією меридіональної сили N_m .

При цьому частина апарату, що залишилася, знаходиться в рівновазі.

На частину апарату, що розглядається, діють наступні сили
зовнішня сила P - внутрішній надлишковий тиск газу $P_{\text{над}}$; внутрішня сила N_m - сила пружності матеріалу стінки оболонки, тобто сила, що діє на досліджувану частину апарату в другій частині, вирізаній і відкинутій перерізом

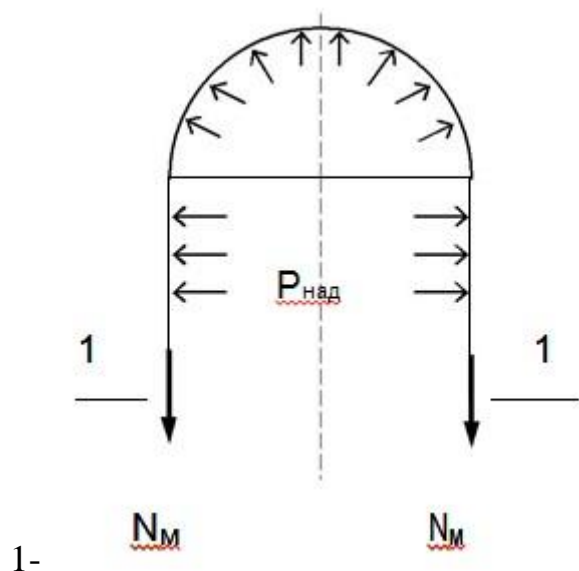


Рис. 5.3. Дія сил.

З геометрії по довжині зони і того факту, що умови навантаження не змінюються, видно, що головні напруження в зоні II не залежать від вибору розташування поперечного перерізу і залишаються постійними.

Колові напруження в цій зоні можна визначити за рівнянням Лапласа:

$$\begin{aligned} \frac{\sigma_m}{\rho_m} + \frac{\sigma_k}{\rho_k} &= \frac{R}{S}, \text{ оскільки} \\ \rho_m &= \infty, \\ \rho_k &= \frac{1}{2}D, \\ P &= P_{\text{над}}, \\ \sigma_k &= \frac{P_{\text{над}} \frac{1}{2}D}{S_{\text{ц}}} = \frac{0,6 \frac{1}{2} 0,8}{S_{\text{ц}}} = \frac{0,24}{S_{\text{ц}}} \end{aligned}$$

Для визначення меридіонального напруження σ_m складено рівняння рівноваги зони відсікання з силами, спроектованими на вертикальну вісь: $P - Nm = 0$, де P - загальний зовнішній надлишковий тиск;

Nm - сумарна внутрішня пружна сила.

Визначаємо значення діючої сили.

Зовнішня сила внутрішнього надлишкового тиску дорівнює:

$$P = SP_{\text{над}} = \frac{\pi D^2}{4} P_{\text{над}},$$

де S - геометрична площа поперечного перерізу.

Внутрішня меридіональна сила Nm визначається меридіональним напруженням σ_m , що діє на переріз 1-1:

$$N_m = \sigma_m \pi D S_{\text{ц}},$$

де πD - довжина перерізу циліндра;

$S_{\text{ц}}$ - товщина стінки циліндра.

Підставимо значення діючих сил в рівняння рівноваги та одержимо:

$$\frac{\pi D^2}{4} P_{\text{над}} - \sigma_{\text{м}} D S_{\text{ф}} = 0,$$

$$\sigma_{\text{м}} = \frac{D P_{\text{над}}}{4 S_{\text{ф}}},$$

$$\sigma_{\text{м}} = \frac{0,8 \cdot 0,6}{4 S_{\text{ф}}} = \frac{0,24}{S_{\text{ф}}}$$

Матеріал 12Х21Н5Т – стійка до корозії сталь, яка має механічні показники $\sigma=37,5$ МПа, отже:

$$S_{\text{ф}}=0,24/\sigma=0,24/37,5=0,01 \text{ м}$$

5.6. Розрахунок напружень у зоні III.

Зона III містить частину циліндричної оболонки пристрою, яка навантажена зовнішніми силами, що не змінюють її геометрії і не змінюють її властивостей (хоча і змінюються за величиною). Характерною особливістю зовнішнього силового навантаження в цьому перерізі є також нерівномірність зовнішніх сил, що діють на меридіональний і окружний перерізи.

На меридіональний переріз цієї зони діють наступні зовнішні сили:

- Надлишковий внутрішній тиск газу;
- гідростатичний тиск рідини, що міститься вище висоти перерізу обсадної колони.

Ці сили викликають появу внутрішніх кругових пружних сил, які змінюються у відповідь на зміну гідростатичного тиску матеріалу, що міститься над перерізом.

У кругових перерізах, перпендикулярних до осі симетрії апарата, зовні оболонки діють тільки сили надлишкового внутрішнього тиску газу, які прагнуть розірвати апарат уздовж осі, викликаючи меридіональні напруження в круглому перерізі. Такі напруження не виникають, оскільки гідростатичний тиск рідини всередині апарата не створює осьових зовнішніх сил, оскільки опора апарата знаходиться нижче зони, що розглядається.

Оскільки одна із зовнішніх сил змінюється в осьовому напрямку, зрозуміло, що окружні напруження в цій зоні змінюються по довжині оболонки. Меридіональне напруження постійне і дорівнює меридіональному напруженню в зоні II.

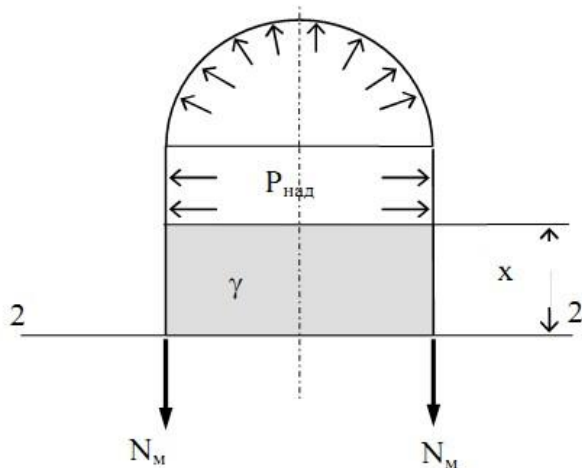


Рис. 5.4. Схема відсічена на рівні x від рівня поверхні рідини.

Колові напруження можуть бути визначені за рівнянням Лапласа і повинні враховувати спільний вплив тиску газу P_n і гідростатичного тиску рідини.

$$P_p = x \cdot \gamma$$

Колові напруження в поперечному перерізі дорівнюють:

$$\sigma_{\text{кол}} = \frac{(P_{\text{над}} + P) \frac{1}{2} D}{4 S_{\phi}} = \frac{(P_{\text{над}} + \gamma x) \frac{1}{2} D}{S_{\phi}}$$

У цьому випадку значення x змінюється від $H_{\text{ід}}$ до $H_{\text{и}}$. Зовнішня сила досягає максимального значення на рівні фіксації опори:

$$R_H + R_P = R_H + (H_{\text{ід}} - H_{\text{и}}) \gamma = 0,6 + (2 - 0,9) \cdot 1,17 \cdot 10^4 = 0,19 \text{ МПа}$$

При цьому рівні зовнішньої сили окружне напруження досягає цього значення:

$$\sigma_{\text{кол}} = \frac{(P_{\text{над}} + P) \frac{1}{2} D}{S_{\phi}} = \frac{0,19 \cdot 0,5 \cdot 0,8}{S} = \frac{0,076}{S} \text{ МПа}$$

Меридіональні напруження визначаються на основі стану рівноваги зони відсікання.

Запишемо рівняння рівноваги сил, що діють на відсічену зону в проекції на вісь x: $P = Nm = 0$.

Обчислити меридіональне напруження МПа в зоні III:

$$\sigma_x = \frac{P_{\text{всб}} D}{4S_y} = \frac{0,6 \cdot 0,8}{4S_y} = \frac{0,48}{S_y}$$

5.7. Розрахунок напруженості в зоні IV

Колові напруження визначають за виразом:

$$\sigma = \frac{(P_{\text{всб}} + P_{\text{рід}}) \frac{1}{2} D}{S_y} = \frac{(P_{\text{всб}} + x\gamma) \frac{1}{2} D}{S_y},$$

-де x змінюється від $(H_{\text{рід}} - H_y)$ до $H_{\text{рід}}$.

Мінімальне значення окружного напруження в перерізі $HxR_{\text{ід}}-N_{\text{и}}$ повинно співпадати з максимальним значенням в зоні III.

Максимальне значення окружного напруження в зоні IV дорівнює $P_{\text{а}}$ в перерізі при $x=H_{\text{рід}}$:

$$\sigma_x = \frac{(P_{\text{всб}} + H_{\text{рід}} \cdot \gamma) \frac{1}{2} D}{S_y} = \frac{(0,6 + 2,0 \cdot 1,17 \cdot 10^4) \cdot 0,5 \cdot 0,8}{S_y} = \frac{0,936 \cdot 10^4}{S_y}$$

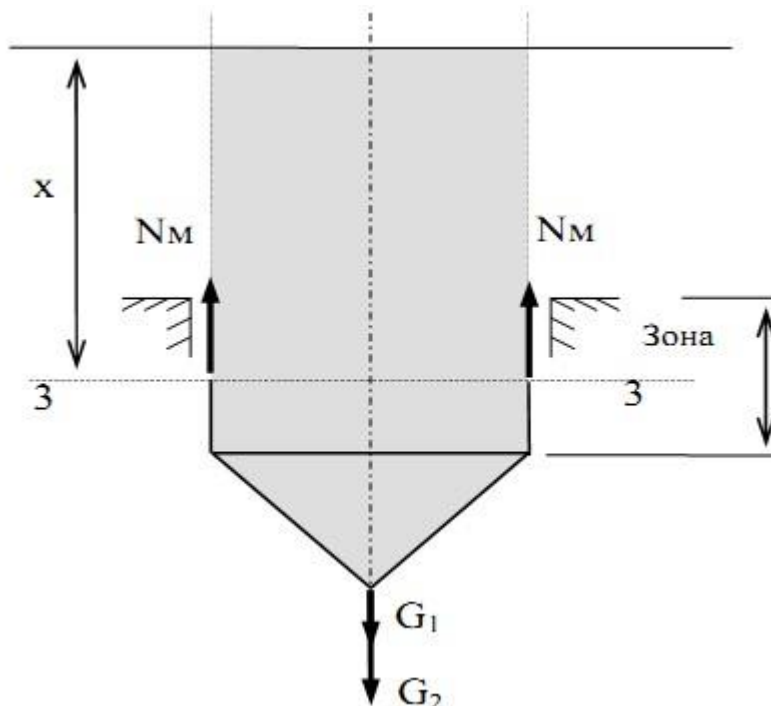


Рис. 5.5. Схема напруженості в зоні IV.

Для визначення меридіональних напружень розроблено рівняння рівноваги для відсіченого перерізу оболонки. На відсічений переріз діють наступні сили

- Тиск газу над рівнем рідини
- Гідростатичний тиск рідини над рівнем зрізу;
- Маса рідини нижче висоти зрізу (не враховуючи масу матеріалу оболонки).

Єдиною внутрішньою силою є сила пружності в меридіональному напрямку, величина якої визначається за наступним рівнянням:

$$N_m = \sigma_m \pi D S_c$$

Розрахуємо зовнішні сили.

Сила внутрішнього тиску газу дорівнює

$$F_1 = P_{\text{газ}} \frac{\pi D^2}{4}$$

Сила гідростатичного тиску рідини, яка міститься над перерізом:

$$F_2 = \gamma x \frac{\pi D^2}{4}$$

Маса рідини, яка міститься нижче перерізу створює сили:

в циліндричній частині оболонки:

$$G = (H_{\rho 10} - x)\gamma \frac{\pi D^2}{4}$$

в конічній частині оболонки:

$$G = \frac{1}{12} \pi D^2 H_1 \gamma$$

Складемо рівняння рівноваги відсіченої частини оболонки:

$$N_M - (P_1 + P_2 + G_1 + G_2) = 0$$

Підставимо вирази в дане рівняння:

$$\sigma_M \pi D S_y - P_{\text{вн}} \frac{\pi D^2}{4} - x\gamma \frac{\pi D^2}{4} - (N \rightarrow)\gamma \frac{\pi D^2}{4} - \frac{1}{12} \pi D^2 H_{\rho 10} \gamma = 0,$$

$$\sigma_M \pi D S_y - P_{\text{вн}} \frac{\pi D^2}{4} - \gamma H_{\rho 10} \frac{\pi D^2}{4} - \frac{1}{12} \pi D^2 H_{\rho 10} \gamma = 0,$$

$$\sigma_M = \frac{D/4 (P_{\text{вн}} + \gamma H_{\rho 10}) + \frac{D}{12} H_{\rho 10} \gamma}{S_y},$$

$$\sigma_M = \frac{0,8}{4} (0,6 + 1,14 \cdot 10^4 \cdot 5) + \frac{0,8}{12} 1,2 \cdot 1,17 \cdot 10^4 = \frac{0,1385 \cdot 10^4}{S_y} \text{ МПа}$$

5.8. Розрахунок напруженості в зоні V.

Визначимо геометричні параметри конуса в перерізі 4-4:

- радіус кола в перерізі:

$$r_x = x \tan \alpha, \tan \alpha = 0,5D/1,2 = 0,5 * 0,8/1,2 = 1,042, r_x = 1,042x,$$

$$R_x = \frac{r_x}{\sin \beta} = \frac{r_x}{\cos \alpha} = \frac{1,042x}{0,85} = 1,22x$$

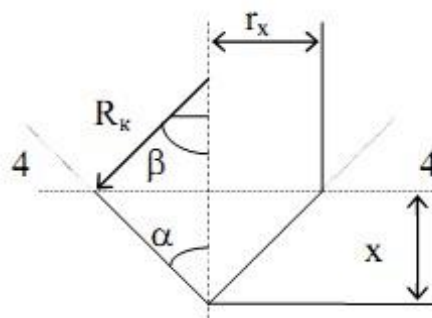


Рис. 5.6. Ділянка оболонки в цій зоні вирізається по колу на відстані x від вершини конуса, а верхня частина оболонки відкидається.

Зовнішні навантаження, що генерують циклічні напруження в матеріалі конічної нижньої стінки, аналогічні тим, що діють в зоні IV, і є наступними.

- Внутрішній надлишковий тиск газу $P_{над}$;

- Дорівнює гідростатичному тиску рідини:

$$P_{рід} = (P_{рід} + \rho_k \cdot x) \cdot g$$

Кругове навантаження розраховується на основі рівняння Лапласа.

Враховуючи, що $\rho = \infty$, $\rho_k = R_k$ і P є сумою зовнішніх навантажень, воно записується як.

$$\sigma_{\theta} = \frac{(P_{над} + P_{рід}) R_k}{S_k}$$

На запірну частину корпусу діють наступні зовнішні сили

- Сила надлишкового тиску газу P над рівнем рідини в апараті.

Дорівнює $P_{абовел} \cdot \pi r^2$;

- Гідростатичний тиск рідини в корпусі.

$$[H_{рід} + (H - x)] \cdot \rho \cdot \pi r^2.$$

Маса рідини, що міститься у відсіченій частині конуса, створює силу:

$$G_3 = \frac{1}{3} \cdot \rho \cdot \pi r^2 \cdot x \cdot g$$

Колові – напруження досягають свого максимального напруження в основі конуса при $x=H_k$:

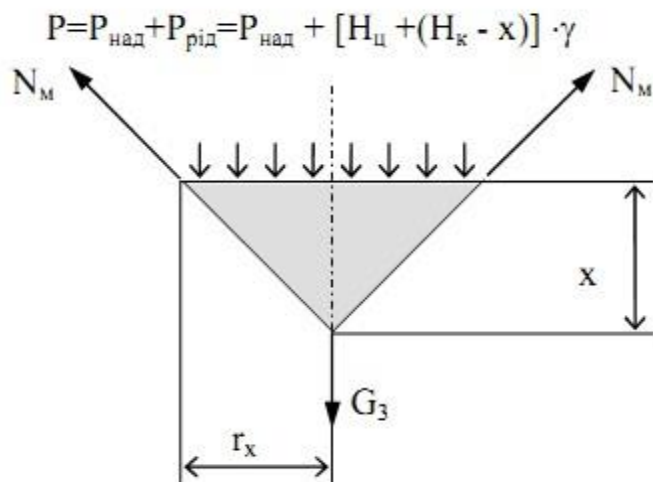


Рис. 5.7. Для визначення меридіональних напружень розглянемо сили, що діють на частину оболонки, перерізану кільцевим перерізом.

$$\sigma_x = \frac{(P_{\text{над}} + H_{\text{рід}} \gamma) 1,22 H_k}{S_x} = \frac{(0,16 \cdot 10^6 + 5,0 \cdot 1,17 \cdot 10^4) 1,22 \cdot 1,2}{S_x} = \frac{0,32}{S_x} \text{ МПа}$$

Внутрішня сила, що діє на зріз, - це сила пружності матеріалу оболонки:

$$N_m = \sigma_m 2\pi S_x r_x$$

Підставимо це значення у рівняння рівноваги:

$$\sigma_m \cdot 2\pi \cdot r \cdot S_x \cos \alpha - P_{\text{над}} \pi r^2 - [H_{\text{рід}} + (H_k - x)] \gamma \pi r^2 - \frac{1}{3} \pi r^2 x \gamma = 0,$$

$$\sigma_m = \frac{r_x \left[P_{\text{над}} + H_{\text{рід}} \gamma + (H_k - x) \gamma + \frac{1}{3} x \gamma \right]}{2 S_x \cos \alpha},$$

$$\sigma_m = \frac{1,042 \cdot 1,2 \left(0,16 \cdot 10^6 + 5 \cdot 1,17 \cdot 10^4 + \frac{1}{3} \cdot 1,2 \cdot 1,17 \cdot 10^4 \right)}{2 \cdot 0,85} = 0,215 \text{ МПа}$$

Таким чином товщина стінки у сферичних частинах дорівнюватиме 12 мм, а в циліндричних 10 мм.

5.9. Розрахунок опор іонообмінної колонки.

Вертикальна машина важить 4700 кг. Обладнання встановлено на бетонному фундаменті ($[\sigma_f] = 2 \times 10^6$ Па).

Загальна поверхня опорної колони наступна:

$$F = \frac{4700 \cdot 9,81}{2 \cdot 10^6} = 0,023 \text{ м}^2$$

Кількість опор $n=3$.

Площа однієї опори $F_0 = 0,023/3 = 0,0077 \text{ м}^2$.

Навантаження на одну опору $g = 4700 \cdot 9,81/3 = 15369 \text{ н}$

Опори виготовлені зі сталі Ст.3, для якої допустиме напруження на стиск дорівнює допустимому напруженню на розтяг за заданими умовами, тобто $[\sigma_{ст}] = 100 \text{ МПа}$:

$$[\sigma_{ст}] = 100 \text{ МПа} = 100 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Кожна опора виготовляється з двома ребрами. Відношення вильоту до ширини опори становить $a:c = 0,8$. Вх.

$$a = 0,8c,$$

$$0,8c^2 = 0,0077,$$

$$c = \sqrt{\frac{0,0077}{0,8}} = 0,098 \text{ м},$$

$$a = 0,8 \cdot 0,098 = 0,00784 \text{ м}$$

Довжина $c = 0,15 \text{ м}$, $a = 0,12 \text{ м}$.

Відстань між стінкою пристрою та опорною полицею - $0,01 \text{ м}$.

Отже, $A = 0,12 + 0,01 = 0,13 \text{ м}$.

Висота опорних полиць $H = 2 - A = 2 - 0,13 = 0,26 \text{ м}$

6. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Ретельний підбір матеріалів для конструювання та виготовлення деталей та апаратів у фармацевтичній та біотехнологічній промисловості є дуже важливим фактором. Однією із вимог є допуск матеріалу до контакту із продуктами. В той же час для вузлів, де не відбувається контакту обладнання з продуктом можливо користуватись загальними правилами підбору конструкційних матеріалів.

Специфіка різноманітних галузей цієї промисловості вимагає застосування міцних та надійних металів та інших матеріалів, що працюють в умовах високих тисків, температур, глибокого вакууму, агресивних середовищ.

Діючи специфічні умови у харчових та фармацевтичних виробництвах, а саме: підвищена вологість, висока чи низька температура, безпосередній контакт з продуктами та агресивними середовищами, абразивна дія деяких продуктів, пред'являють особливі вимоги до вибору матеріалів для виготовлення харчового обладнання.

У харчовому та фармацевтичному машинобудуванні матеріали, що застосовуються, повинні відповідати загальним вимогам, які пред'являються до матеріалів, що знаходяться в контакті з продуктами. Вони не повинні містити шкідливих для здоров'я людини елементів чи вступати в реакцію хімічної взаємодії з продуктами, а також руйнуватися під дією цих середовищ, миючих та дезінфікуючих засобів і мастильних матеріалів.

Висока корозійна стійкість матеріалів – є однією з основних вимог до конструкційних матеріалів.

Галузевими стандартами встановлені обмеження на марки та асортимент матеріалів, які застосовуються у машинобудуванні, що сприяє підвищенню рівня уніфікації та технологічності машин та апаратів.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Бабій О.П</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ	220788.KP.23.006 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2	

При необхідності застосування матеріалів, не передбачених ДСТУ, для виготовлення деталей харчового обладнання вимагається узгодження та дозвіл відповідних підрозділів Міністерства легкої та харчової промисловості України.

При виборі того чи іншого конструкційного матеріалу, що контактує з харчовим середовищем, необхідно враховувати токсичність матеріалу, а також дозвіл органів охорони здоров'я та його застосування при безпосередньому контакті з конкретним технологічним середовищем харчового виробництва; корозійну стійкість при довгій дії на матеріал реальних харчових середовищ, підвищених температур і тисків, а також миючих і дезінфікуючих розчинів; механічну міцність при виконанні необхідних робочих циклів деталей, вузлів і механізмів машини; технологічні властивості пересування, лиття, зварювання та ін.; економічну доцільність.

В якості матеріалу для обладнання установка являє собою фільтр балонного типу, складається з двох ємностей, з розподільними системами, автоматичними керують клапанами, фільтруючим матеріалом (іонообмінною смолою) і сольового бака для приготування регенераційної розчину, виготовлений з нержавіючої сталі, з фільтрувальним матеріалом та встановленим на ньому керуючим клапаном

7. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

7.1. Вибір заготовки і розрахунок припусків.

Виберіть вилівок катушки як заготовку.

Розрахуйте загальний припуск для заготовки, використовуючи найбільш точний розмір $\varnothing 80 \times 7$.

- Припуск на чистову обробку (мінімальний припуск на чистову обробку поверхні з обох сторін):

Де $RZ3 = 20$ мкм - висота мікронерівностей,

$D3 = 20$ мкм - глибина дефектного шару,

$T_{пр3} = 0$, $\epsilon_{у4} = 0$ - сума просторових і монтажних похибок відповідно.

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (20 + 20) = 80, \text{ мкм}$$

– Припуск на чистове точіння (максимальний припуск для оброблення поверхні – двосторонній):

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + T_1 - T_2, \text{ мкм}$$

де: $T_1 = 200$ мкм – допуск при чорновому точінні,

$T_2 = 30$ – допуск при чистовому точінні.

$$2Z_{\max} = 80 + 200 - 30 = 250 \text{ мкм}$$

- Номінальний припуск для оброблення поверхонь:

$$2Z_{\text{ном}} = \frac{2Z_{\min} + 2Z_{\max}}{2} = \frac{80 + 250}{2} = 165 \text{ мкм}$$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Удодов С.О	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Бабій О.П	Назва, додаткова назва ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ	220788.KP.23.007 ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/14

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_m = \frac{M_{дет}}{M_{заг}} = \frac{3,68}{4,6} = 0,8$$

7.2. Маршрутна технологічна карта.

№ операції (переходу)	Назва операції (переходу)	Технологічне обладнання, пристрої, інструмент, інструмент, оброблюваний контрольний
10 10.1	<u>Заготівельна</u> <u>Відлити заготовку з припусками немеханічну обробку</u>	<u>Лиття в кокіль</u>

20	Токарна УЗЗ	Токарно – гвинторізний верстат 16К20.3–х кулачковий патрон.
20.1	Торцювати пов.1 $z=1,25\text{мм}$	Різець прохідний відігнутий правий Т15К6, $\varphi = 45$, $\varphi 1 = 90$, $\beta = 45$
30	Свердлильна УЗЗ	Свердлильний верстат 2Н125, зажим, оправка, упор.
30.1	Свердити отвір під 50Н9, пов.2	Свердло 48,7 , Р6М5
30.2	Зенкерувати отвір під 50Н9, пов.2	Зенкер 49,75 , Р6М5
30.3	Розвернути отвір під 50Н9, пов.2	Розвертка 50Н9, Р6М5, калібр пробка 50Н9
30.4	Свердити отвір під 30Н9, пов.3	Свердло 28 , Р6М5
30.5	Зенкерувати отвір під 30Н9, пов.3	Зенкер 29,5 , Р6М5
30.6	Розвернути отвір під 30Н9, пов.3.	Розвертка 30Н9, Р6М5, калібр пробка 30Н9
30.4	Свердити отвір під 30Н9, пов.4	Свердло 28 , Р6М5
30.5	Зенкерувати отвір під 30Н9, пов.4	Зенкер 29,5 , Р6М5

30.6	<u>Розвернути отвір під</u> 30Н9, пов4.	<u>Розвертка 30Н9, Р6М5, калібр</u> <u>пробка 30Н9</u>
40	<u>Токарна</u> <u>УЗЗ</u>	<u>Токарно-гвинторізний верстат</u> 16К20, оправка
40.1	<u>Торцювати</u> пов.5z=1,25мм <u>Витримавши</u> 87мм	<u>Різець прохідний відігнутий</u> <u>правий Т15К6, $\varphi = 45$, $\varphi 1 = 45$</u> ,
40.2	<u>Торцювати</u> пов.6 z=1,25мм <u>Витримавши</u> 25мм	$\beta = 45$.ШЦ1 <u>Різець прохідний відігнутий</u> <u>правий Т15К6, $\varphi = 45$, $\varphi 1 = 45$</u> ,
40.3	<u>Точити</u> пов.7 $\varnothing 80$ начорно на <u>довжину</u> 62 мм	$\beta = 45$.ШЦ1 <u>Різець прохідний упорний</u>
40.4	<u>Точити</u> $\varnothing 76$ на <u>довжину</u> 38 мм	<u>правий $b \times h \times l = 16 \times 25 \times 140$ мм,</u> $\alpha = 8^\circ, \gamma = 10^\circ, \varphi = 90^\circ$ Т15К6. ШЦ1.
40.5	<u>Зняти</u> 2-і фаски $2 \times 45^\circ$	<u>Різець прохідний упорний</u> <u>правий $b \times h \times l = 16 \times 25 \times 140$ мм,</u> $\alpha = 8^\circ, \gamma = 10^\circ, \varphi = 90^\circ$ Т15К6. ШЦ1. <u>Різець прохідний відігнутий</u>

40.6	Точити канавки глибиною 0,5 мм і довжиною 2 мм на Ø80	правий Т15К6. $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 90^\circ$, β = 45. ШЦ1
40.7	Точити Ø80h7 начисто на довжину 20мм	Різець відрізний Т5К16, В = 2 мм, ШЦ – 1. Різець прохідний упорний правий $b \times h \times l = 16 \times 25 \times 140$ мм, $\alpha = 8^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 90^\circ$ Т15К6. ШЦ1.

7.3. Розрахунок режимів різання.

20. Токарна

20.1 Поверхня фрези 1

- Глибина різання

мм

Виберіть подачу: $S = 0,4 \dots 0,5$ мм/об і $S = 0,5$ мм/об.

Виберіть співвідношення з таблиці 20 для визначення швидкості різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} \cdot t^{0.15} \cdot S^{0.35}} = \frac{463}{60^{0.2} \cdot 1.25^{0.15} \cdot 0.5^{0.35}} = 252 \text{ м/хв}$$

де: Т – стійкість різця, приймаємо Т = 60 хв.

- Потрібна частота обертів шпинделя верстата:

$$n_e = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_3} = \frac{1000 \cdot 252}{3,14 \cdot 196} = 409 \text{ об/хв}$$

Згідно метод. 3021, вибираємо найближче менше значення $n_b = 350$ об/хв.

- Дійсна швидкість різання:

$$V_\delta = \frac{\pi \cdot D_3 \cdot n_e}{1000} = \frac{3,14 \cdot 196 \cdot 350}{1000} = 215 \text{ м/хв}$$

- Розрахункова довжина для оброблення:

$$L = 98 + 2 = 100 \text{ мм}$$

- Основний час для виконання переходу:

$$f_o = \frac{L}{n_e \cdot S} = \frac{100}{350 \cdot 0,5} = 0,6 \text{ хв}$$

- Допоміжний час:

$$t_\delta = t_1 + t_2 = 0,11 + 0,1 = 0,21 \text{ хв}$$

30. Свердлильна

30.1 Свердлимо отвір під 50Н9

- Глибина різання

$$t = \frac{d_3 - d_{cv}}{2} = \frac{48,7 - 46}{2} = 1,35 \text{ мм}$$

- Вибираємо подачу. Для сталей з $\sigma_b \leq 800$ МПа при свердлінні отворів $\varnothing 50$ мм рекомендуються подачі 0,45...0,55 мм/об. Приймаємо $S = 0,5$ мм/об.

- Визначимо швидкість різання:

$$V = \frac{18 \cdot d^{0,4}}{T^{0,2} \cdot t^{0,2} \cdot S^{0,5}}$$

де $T = 90$ хв – стійкість свердла.

Тоді

$$V = \frac{18 \cdot 48,7^{0.4}}{90^{0.2} \cdot 1.35^{0.2} \cdot 0.50^{0.5}} = 31 \text{ м / хв}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi d_{\text{св}}} = \frac{1000 \cdot 31}{3.14 \cdot 48,7} = 203 \text{ об / хв.}$$

Беремо $n_b = 200$ об/хв.

- Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_d = \frac{\pi d_{\text{св}} n_e}{1000} = \frac{3,14 \cdot 48,7 \cdot 200}{1000} = 31 \text{ м / хв.}$$

- Основний час для виконання переходу

$$t_{01} = \frac{L}{S \cdot n_e},$$

де $L = l + l_1 + l_2 + l_3$

де $l = 87$ мм – глибина свердління; $l_1 = 2$ мм – величина на підведення свердла з механічною подачею; $l_1 + l_2 = 7$ мм (табл. 48) – додаток на врізання і перебіг свердла

$$t_{01} = \frac{96}{0.50 \cdot 200} = 0.96 \text{ хв.}$$

- Допоміжний час на перехід

$$t_{\Delta 1} = 0.1 \text{ хв.}$$

30.2 Зенкуємо отвір під 50Н9

- Глибина різання

$$t = \frac{d_z - d_{\text{св}}}{2} = \frac{49,75 - 48,7}{2} = 0,525 \text{ мм}$$

- Виберіть швидкість подачі. Для сталі для обробки потайних отворів $\varnothing 50$ мм рекомендується швидкість подачі 1... 1,3 мм/об рекомендується подача 1,3 мм/об. Тут $S = 1,2$ мм/об.

- Визначте швидкість різання:

$$V = \frac{18,6 \cdot d^{0,3}}{T^{0,3} \cdot t^{0,2} \cdot S^{0,7}}$$

де $T = 60$ хв.

Тоді

$$V = \frac{18,6 \cdot 49,75^{0,3}}{60^{0,3} \cdot 0,525^{0,2} \cdot 1,2^{0,7}} = 17,5$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 17,5}{3,14 \cdot 49,75} = 112 \text{ об/хв.}$$

Беремо $n_b = 100$ об/хв.

- Тоді дійсна швидкість різання має вигляд:

$$V_D = \frac{\pi d n_s}{1000} = \frac{3,14 \cdot 49,75 \cdot 100}{1000} = 15,61 \text{ м/хв.}$$

- Основний час для виконання переходу:

$$t_{01} = \frac{L}{S \cdot n_s},$$

де $L = l + l_1 + l_2 + l_3$

Де $l = 87$ мм - глибина свердління, $l_1 = 2$ мм - величина механічної подачі свердла, а $l_1 + l_2 = 6$ мм (Таблиця 48) - додана величина занурення та ходу свердла.

$$t_{01} = \frac{95}{1,2 \cdot 100} = 0,79 \text{ хв.}$$

- На перехід домоміжний час

$$t_{\Delta 1} = 0,1 \text{ хв.}$$

30.3 Розвернемо отвір під 50H9

- Глибина різання

$$t = \frac{d_z - d_{св}}{2} = \frac{50 - 49,75}{2} = 0,125 \text{ мм}$$

- Виберіть швидкість подачі; рекомендується швидкість подачі від 1,2 до 1,5 мм/об. Тут $S = 1,2$ мм/об.

- Визначте швидкість різання:

$$V = \frac{12 \cdot d^{0.3}}{T^{0.4} \cdot t^{0.2} \cdot S^{0.65}}$$

де $T = 60$ хв.

Тоді:

$$V = \frac{12 \cdot 50^{0.3}}{60^{0.4} \cdot 0.125^{0.2} \cdot 1.2^{0.65}} = 10,1$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 10,1}{3,14 \cdot 50} = 64,3 \text{ об/хв.}$$

Маємо $n_B = 60$ об/хв.

- Маємо дійсну швидкість різання:

$$V_D = \frac{\pi d n_g}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 60}{1000} = 9,42 \text{ м/хв.}$$

- Основний час для виконання переходу

$$t_{01} = \frac{L}{S \cdot n_g},$$

де $L = l + l_1 + l_2 + l_3$

Де $l = 87$ мм - глибина свердління; $l_1 = 2$ мм - величина подачі свердла за рахунок механічної подачі; $l_1 + l_2 = 45$ мм - додаткове занурення і переміщення свердла.

$$t_{01} = \frac{135}{1,2 \cdot 60} = 1,8 \text{ хв.}$$

- Допоміжний час на перехід

$$t_{\Delta 1} = 0.1 \text{ хв}$$

30.4 Просвердлимо отвір під 30Н9

- Глибина різання

$$t = \frac{d_z - d_{ce}}{2} = \frac{28 - 26}{2} = 1 \text{ мм}$$

- Вибрати подачу: для сталі з $\sigma_v \leq 800$ МПа для свердління $\varnothing 30$ мм рекомендується подача 0,33-0,41 мм/об. $S = 0,35$ мм/об.

- Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{18 \cdot d^{0.4}}{T^{0.2} \cdot t^{0.2} \cdot S^{0.5}}$$

де $T = 50$ хв – стійкість свердла.

Тоді

$$V = \frac{18 \cdot 28^{0.4}}{50^{0.2} \cdot 1^{0.2} \cdot 0.35^{0.5}} = 52,8 \text{ м/хв}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi d_{ce}} = \frac{1000 \cdot 52,8}{3.14 \cdot 28} = 600,5 \text{ об/хв}$$

Маємо $n_B = 600$ об/хв.

- Тоді фактична швидкість різання становить

$$V_D = \frac{\pi d_{ce} n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 600}{1000} = 52,75 \text{ м/хв}$$

- Основний перехідний період.

$$t_{01} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

де $L = l + l_1 + l_2 + l_3$

Де $l_1 = 12$ мм - глибина свердління; $l_2 = 2$ мм - величина механічної подачі свердла;
 $l_1 + l_2 = 6$ мм - додаткове занурення і переміщення свердла.

$$t_{01} = \frac{18}{0.35 \cdot 600} = 0,09 \text{ хв.}$$

- Допоміжний час на перехід

$$t_{\Delta 1} = 0.1 \text{ хв.}$$

30.5 Прозенкеруємо отвір під 30Н9

- Глибина різання

$$t = \frac{d_z - d_{ce}}{2} = \frac{29,5 - 28}{2} = 0,75 \text{ мм}$$

- Виберіть швидкість подачі. Для сталі рекомендується подача від 0,8 до 1 мм/об для потайних отворів $\varnothing 30$ мм; прийміть $S = 1$ мм/об.

- Визначте швидкість різання:

$$V = \frac{18,6 \cdot d^{0.3}}{T^{0.3} \cdot t^{0.2} \cdot S^{0.7}}$$

де $T = 30$ хв.

Тоді

$$V = \frac{18,6 \cdot 29,5^{0.3}}{30^{0.3} \cdot 0,75^{0.2} \cdot 1^{0.7}} = 20$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 29,5} = 215,9 \text{ об/хв.}$$

Маємо $n_b = 200$ об/хв.

- Тоді фактична швидкість різання становить

$$V_d = \frac{\pi d n_s}{1000} = \frac{3,14 \cdot 29,5 \cdot 200}{1000} = 18,5 \text{ м/хв.}$$

- Основний перехідний період.

$$t_{01} = \frac{L}{S \cdot n_g},$$

де $L = l + l_1 + l_2 + l_3$

Де $l = 12$ мм - глибина свердління; $l_1 = 2$ мм - величина механічної подачі свердла;
 $l_1 + l_2 = 5$ мм - додаткове занурення і переміщення свердла.

$$t_{01} = \frac{17}{1 \cdot 200} = 0,09 \text{ хв.}$$

- Допоміжний час на перехід

$$t_{\Delta 1} = 0,1 \text{ хв.}$$

30.6 Розвернемо отвір під 30H9

- Глибина різання

$$t = \frac{d_z - d_{ca}}{2} = \frac{30 - 29,5}{2} = 0,25 \text{ мм}$$

- Виберіть швидкість подачі; рекомендується швидкість подачі від 0,8 до 1,2 мм/об. Тут $S = 1$ мм/об.

- Визначте швидкість різання:

$$V = \frac{12 \cdot d^{0.3}}{T^{0.4} \cdot t^{0.2} \cdot S^{0.65}}$$

де $T = 30$ хв.

Тоді

$$V = \frac{12 \cdot 30^{0.3}}{30^{0.4} \cdot 0,25^{0.2} \cdot 1^{0.65}} = 11,2$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 11,2}{3,14 \cdot 30} = 118,9 \text{ об / хв.}$$

Тут передбачається, що $n_v = 100$ об/хв.

- Тоді фактична швидкість різання становить

$$V_D = \frac{\pi d n_g}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 100}{1000} = 9,42 \text{ м/хв.}$$

- Основний час для виконання переходу

$$t_{01} = \frac{L}{S \cdot n_g},$$

де $L = l + l_1 + l_2 + l_3$

Де $l = 12$ мм - глибина свердління; $l_1 = 2$ мм - величина механічної подачі свердла;

$l_1 + l_2 = 33$ мм - додаткове занурення і переміщення свердла.

$$t_{01} = \frac{45}{1 \cdot 100} = 0,45 \text{ хв.}$$

- Допоміжний час на перехід

$$t_{\Delta 1} = 0,1 \text{ хв.}$$

Операції 30.7–30.9 аналогічні 30.4–30.6

- Норма часу для всієї операції:

$$T_o = \sum_1^i t_{oi} = 0,96 + 0,79 + 1,8 + 0,09 + 0,09 + 0,09 + 0,09 + 0,45 + 0,45 = 4,81 \text{ хв}$$

$$T_{\delta} = 2 \cdot t_y + \sum_1^i t_{\delta} = 2 \cdot 0,34 + 0,1 \cdot 9 = 1,68 \text{ хв}$$

де: t_y – допоміжний час на установлення (переустановлення), закріплення і зняття деталі.

- Операційний час

$$T_{оп} = T_o + T_{\delta} = 4,81 + 1,68 = 6,49 \text{ хв}$$

$$T_{ум} = T_{оп} + T_{од} + T_{mn} = 6,49 + 0,13 + 0,39 = 7,01xв$$

$$T_{п.з.} = 10 + 4 = 14xв$$

$$T_K = T_{ум} + T_{пз} / n = 7.01 + 14 / 200 = 7,08xв$$

- Норма виробітку за 1 год .

$$N = \frac{60}{T_K} = \frac{60}{7.08} = 8.4 = 8деталей$$

8. ОПИС БЛОКУ УПРАВЛІННЯ

(ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ АВТОМАТИЗАЦІЇ)

8.1. Характеристика виробничих процесів як об'єктів автоматизації.

У виробничих умовах об'єктами автоматизації є технологічні процеси, машини та обладнання, які потребують підтримки заданих значень параметрів або режимів роботи. Основним завданням автоматизації є розробка схеми управління виробничим процесом, який є основним об'єктом автоматизації, з використанням методів і технічних засобів автоматизації. Найбільш поширеними видами автоматизації є часткова та комбінована автоматизація. Часткова автоматизація передбачає автоматизацію окремих основних об'єктів управління, не пов'язаних між собою.

Комплексна автоматизація передбачає таку організацію управління виробничим процесом, при якій автоматизуються всі основні і допоміжні об'єкти управління і забезпечується координація їх роботи.

Схеми автоматизації базуються на використанні систем автоматичного керування (САК), систем автоматичного блокування і синхронізації (САБС), комп'ютерних програмованих систем керування (КПСК), систем дистанційного керування оператором тощо.

Системи управління використовуються для отримання, обробки і передачі інформації та виконання технологічних операцій. Сучасний розвиток промислового виробництва супроводжується широким застосуванням автоматизованих систем управління технологічними процесами. Передумовами для цього є концентрація виробництва, підвищення продуктивності підприємств і закупівля нового високопродуктивного обладнання.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Бабій О.П</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> ОПИС БЛОКУ УПРАВЛІННЯ	220788.KP.23.008 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

Використовуючи сучасні засоби автоматизації, підприємства харчової промисловості можуть не тільки поліпшити якість готової продукції та умови виробництва, а й значно підвищити ступінь автоматизації процесів.

8.2.Вимоги до системи автоматизації. Критерії управління.

Впроваджена система управління технологічним процесом повинна відповідати наступним вимогам:

Система повинна підтримувати значення контрольованих параметрів процесу в межах допустимих відхилень для отримання заданої кількості та належної якості кінцевого продукту;

Забезпечувати безпечну експлуатацію обладнання. Автоматична реєстрація та оповіщення про відхилення від номінальних значень параметрів технологічного процесу,

накопичення інформації про хід всіх процесів з метою оптимізації управління та її обробка за алгоритмами цільових функцій.

Ці умови дають можливість автоматизованої системи управління технологічним процесом і, при необхідності, швидкого переходу на новий алгоритм виробничого процесу. Проектована система управління технологічним процесом являє собою автоматизовану систему з програмним забезпеченням і дистанційним управлінням.

Проект забезпечить моніторинг і дистанційне керування роботою електродвигунів конвеєрних стрічок і пневмоциліндрів. Безпосередні завдання на розробку автоматизованої системи наведені в таблиці 8.1.8.1.

Пом'якшувач працює в автоматичному режимі, але для його точної і безперебійної роботи необхідно постійно контролювати рівень таблетованої солі в соляному баку. Сіль слід додавати в міру необхідності. Уникайте ситуацій, коли дзеркало води перевищує рівень таблеток солі. Соляні баки повинні бути герметичними.

Іонні смоли слід замінити, якщо виникають проблеми з жорсткістю води.
Іонні смоли слід замінити, якщо ручна регенерація має лише тимчасовий ефект.
Іонні смоли слід замінювати кожні 4-5 років.

Соляні баки слід чистити в середньому раз на рік або в разі сильного забруднення. Очищення слід починати, коли солоність води мінімальна. Для цього:

- Помістіть сіль, що залишилася, в контейнер.
- Промийте стінки резервуара зі шланга і злийте воду.
- Вручну очистіть бак миючим засобом і ретельно промийте.
- Додайте нову сіль.

9.МОНТАЖ І ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС

9.1. Монтаж апарата для пом'якшення води

Монтаж обладнання передбачає комплекс робіт для встановлення його в робоче положення на передбаченому проектом місці, збирання та з'єднання та установка.

Порядок проведення монтажу:

- 1) **Транспортування** зі складу до місця встановлення. Для перевезення апарата до місця встановлення. На території підприємства його переміщення здійснюється за допомогою спеціального транспорту.
- 2) **Розпаковка апарата:** він складається із двох колон та баку солі, а також системи трубопроводів.
- 3) **Збірка:** Наш апарат, днище і кришка кріпляться до корпусу апарату за допомогою фланцевих з'єднань. Фланці стягуються за допомогою 28 болтів М16.Проводиться приєднання до апарату системи трубопроводів. Колони і бак складаються із циліндричного корпусу, і сферичних днища та кришки
- 4) **Такелажні роботи:**Підйом апарату здійснюється за допомогою підйомного устаткування (у вертикальному та горизонтальному положеннях).
- 5) **Розміточні роботи:** Для правильної орієнтації апарату, розміточні роботи виконують за робочими кресленнями монтажної та технологічної частини проекту. В якості технічних засобів для проведення розміточних робіт використовують сталеві рулетки, складальні метри, кутники, струни.
- 6) **Випробування** апарату для роботи здійснюють під тиском.
- 7) **Прийом в експлуатацію:** Апарат пом'якшення води здається в експлуатацію після проведення всіх монтажних робіт та після його випробування, шляхом підписання акту здачі в технічну експлуатацію посадовою особою.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Бабій О.П</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> МОНТАЖ І ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС	220788.KP.23.009 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

9.2. Технічний сервіс

Технічну експлуатацію апарату проводять у відповідності з робочою інструкцією по експлуатації, розробленою споживачем з урахуванням конкретних умов роботи на підставі цієї інструкції.

Підготовка апарату до першого пуску здійснюють за розпорядженням відповідальної особи після проведеного технічного огляду. При цьому перевіряють:

- Наявність на робочому місці засобів пожежогасіння;
- перевіряють освітленість робочих місць.

При виявленні несправностей пуск обладнання дозволяється тільки після усунення неполадок і перевірки надійності роботи обладнання і приладів.

Під час експлуатації машини можуть виникати різноманітні неполадки, і важливо приймати необхідні заходи для їх усунення, щоб запобігти можливому виходу апарата з ладу. Для цього можна використовувати такі заходи:

- **Регулярне технічне обслуговування:** Проведення планових технічних перевірок та обслуговування згідно з інструкціями виробника може допомогти запобігти виникненню серйозних неполадок.
- **Моніторинг параметрів роботи:** Слід ретельно контролювати параметри роботи машини, такі як температура, тиск, і вчасно виявляти будь-які несправності.
- **Негайне реагування на збої:** Якщо виявлені будь-які неполадки, їх потрібно виправляти якнайшвидше, перш ніж вони призведуть до серйозних дефектів.

Загалом, систематичне технічне обслуговування, вчасна діагностика та швидке реагування на будь-які виявлені проблеми допоможуть уникнути неполадок та зберегти ефективність роботи апарату.

10. ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ

10.1. Основні небезпеки, що можуть виникнути в процесі виробництва в цеху чистих середовищ, це:

- Хімічні опіки кислотами, розчинами лугів, перекисом водню тощо;
- Опіки від нагрітого металу, гарячої води, пари;
- Контакт падаючих предметів з тілом людини; - Падіння з висоти; ураження електричним струмом від роботи електрообладнання, освітлювальної електропроводки тощо; - падіння з висоти; - ураження електричним струмом від роботи електрообладнання, освітлювальної проводки тощо.
- Травми, спричинені рухомими або обертовими частинами машин та обладнання;
- Переміщення вантажів вантажопідйомними механізмами або транспортними засобами;
- Пил, метал, скло, продукти або сировина, що використовуються на робочому місці; - Засмічення очей,
- синці, порізи, вивихи та переломи.

Відповідно до Закону "Про охорону праці" (стаття 44), у разі порушення законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці, створення перешкод для діяльності посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці, професійних спілок, представників їх організацій та об'єднань винні особи несуть дисциплінарну, матеріальну, адміністративну та кримінальну відповідальність згідно з цим Законом залежно від характеру правопорушення. Винна особа несе дисциплінарну, матеріальну, адміністративну та кримінальну відповідальність відповідно до цього ж закону.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Бабій О.П</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ	220788.КР.23.010 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/8

Працівник не може бути допущений до роботи в наступних випадках

- У разі хвороби;
- у разі відсутності спецодягу та засобів індивідуального захисту; або
- у стані наркотичного або алкогольного сп'яніння;
- невиконання вимог, правил, норм та інструкцій з охорони праці.

До самостійної роботи допускаються наступні особи:

Особи, які досягли 18 років;

які пройшли медичний огляд відповідно до наказу Міністерства охорони здоров'я України від 21 травня 2007 року № 246 і не мають протипоказань.

Вимоги електробезпеки.

Вплив на організм людини струмів напругою понад 36 В, вплив на організм людини у вологих приміщеннях або приміщеннях з агресивним хімічним середовищем напругою понад 12 В є небезпечним для життя.

Перед початком роботи з електрообладнанням або переносним електроінструментом перевірте його справність, ізоляцію проводів і надійність заземлення.

При виявленні будь-яких пошкоджень ізоляції або заземлення електричних проводів негайно припиніть роботу і повідомте про це безпосереднього керівника. Ні в якому разі не виконуйте ремонтні роботи самостійно.

Не залишайте електроінструменти, підключені до електромережі, без нагляду, не передавайте їх стороннім особам навіть на короткий час і не працюйте на драбинах, оснащених електроінструментами.

При виконанні робіт в особливо небезпечних умовах необхідно використовувати переносні світильники з напругою не більше 12 В і у вибухозахищеному виконанні.

У разі ураження електричним струмом необхідно негайно відключитися від джерела напруги і вжити заходів першої допомоги.

Перша допомога при ураженні електричним струмом полягає у звільненні потерпілого від дії струму.

Існує два способи вилучення потерпілого з джерела ураження електричним струмом.

Швидко від'єднати будь-яке електрообладнання, до якого торкається уражений струмом;

Швидко від'єднати ураженого від електрообладнання, якого він торкається. При цьому особа, яка надає допомогу, повинна вжити заходів обережності, щоб уникнути контакту з струмоведучими частинами і тілом потерпілого.

Вимоги безпеки під час виконання робіт на висоті

Роботи на висоті можна виконувати з наявних драбин або з уже встановлених конструкцій.

Приставні драбини повинні бути встановлені так, щоб кут нахилу по відношенню до горизонтальної лінії не перевищував 60°. Драбини повинні бути міцними, сходинки повинні бути вмонтовані в тетиви, закріплені стяжними болтами через кожні 2 м, а нижній кінець приставної драбини повинен мати обмежувач у вигляді гострого металевого шипа або гумового наконечника. Максимальна довжина приставної драбини - 5 м.

Дозволяється працювати з драбини зі сходинки на відстані не менше 1 м від верху драбини, але при цьому працівник повинен бути закріплений за надійний елемент конструкції карабіном запобіжного пояса.

При виконанні робіт на висоті понад 1,3 м над землею, підлогою, стелею або робочим настилом працівник повинен бути одягнений в перевірений запобіжний пояс і закріплений карабіном до надійного елемента конструкції. Місце розташування карабіна повинно бути визначено особою, відповідальною за виконання робіт. Якщо шнурок не може бути закріплений карабіном, необхідно надіти страхувальний трос. Приєднання до троса за допомогою карабіна повинно здійснюватися з огороженої території.

Вимоги безпеки при роботі з небезпечними речовинами

У чистих приміщеннях використовуються сильно подразнюючі рідини, такі як перекис водню, соляна кислота, гідроксид натрію та ізопропіловий спирт.

Люди, які не знають правил поводження з небезпечними речовинами, способів усунення аварій або надання першої допомоги потерпілим, не можуть виконувати цю роботу.

Всі ємності для небезпечних рідин (кислот, перекису водню) повинні бути опломбовані. Ємності з летючими речовинами повинні бути опломбовані і забезпечені вентиляційними отворами.

Під час перевезення або транспортування ємностей, що містять агресивні рідини, необхідно перевірити надійність тари.

При транспортуванні скляної тари слід використовувати спеціальні візки і дотримуватися обережності. При транспортуванні контейнерів переконайтеся, що вони надійно закріплені на візку.

Не працюйте без засобів індивідуального захисту органів дихання в місцях, де можливе виділення небезпечних речовин.

Зберігайте легкозаймісті матеріали в спеціально відведених місцях.

Уникайте розливу хімічних речовин. У разі розливу промийте ділянку водою або вживіть інших заходів для дезактивації та видалення розлитого матеріалу.

Одягайте захисні окуляри під час робіт, пов'язаних з пилом, подразненням очей або можливими опіками. У разі потрапляння бризок розчину або пилу хімічних матеріалів негайно промийте очі великою кількістю води і зверніться до медичного пункту компанії.

Правила і прийоми безпечної роботи під час підготовки до ремонту, під час ремонту і під час введення в експлуатацію після ремонту

10.2.Правила і прийоми безпечної роботи:

Під час технічних процесів.

Зберігайте легкозаймісті речовини у спеціально відведених місцях.

Слідкуйте за тим, щоб хімічні речовини не були розлиті в робочій зоні. У разі розливу змити водою або іншим способом знезаразити розливу речовину.

Суворо дотримуйтеся вимог технологічних регламентів (інструкцій), інструкцій з експлуатації та обслуговування обладнання, правил поведінки з легкозаймистою та вибухонебезпечною сировиною тощо.

Не подавати сировину в обладнання або тару, які не були очищені, промиті або протестовані.

До роботи з конвеєром допускаються особи, які пройшли відповідний інструктаж з охорони праці та техніки безпеки. Перед введенням транспортера в експлуатацію необхідно провести зовнішній огляд, щоб переконатися, що всі компоненти закріплені, заземлені, а електрообладнання справне. Підключіть двигун до електромережі та перевірте роботу на холостому ході. Перевірте, чи працюють кінцеві вимикачі. Переконавшись у відсутності проблем, запустіть конвеєр.

Слідкуйте за станом контуру заземлення та повідомте керівника робіт або інженера в разі його пошкодження.

Уникайте дотику до струмоведучих частин або тіла потерпілого.

Процедури надання першої допомоги викладені в Інструкції № 40 "Інструкція з охорони праці та техніки безпеки щодо надання першої допомоги".

Прилади, які працюють під дією тепла або тиску, повинні мати справні органи управління та вимірювальні прилади, які показують тиск і температуру в приладі. Не дозволяється експлуатувати прилад без вимірювального приладу або з несправним вимірювальним приладом.

Фланці, фітинги, кришки, люки та болтові з'єднання з апарата можна знімати тільки після того, як буде скинуто тиск.

Завжди носіть захисні окуляри під час робіт, де існує ризик засмічення, подразнення або опіків.

У разі контакту з бризками розчинів хімічної сировини або пилу негайно промийте очі великою кількістю води і зверніться до медичного пункту підприємства. На робочому місці повинна бути аптечка з набором медикаментів для надання першої медичної допомоги. До роботи не допускаються особи, які не ознайомлені з правилами і нормами, що регламентують роботу з небезпечними речовинами, і не вміють ліквідувати аварії або надавати першу медичну допомогу потерпілим. Забороняється залишати робоче місце, а в разі неминучої необхідності залишити робоче місце необхідно повідомити про це керівника робіт або інженера.

При загорянні одягу необхідно негайно загасити полум'я, накривши його ковдрою.

Щоб уникнути отруєння, не вживайте в їжу і не вдихайте невідомі речовини.

Не використовуйте речовини невідомого складу. Негайно перевіряйте ємності з проміжними продуктами або сировиною.

10.3.Основні види газонебезпечних робіт в цеху.

До газонебезпечних робіт відносяться огляд, очищення, ремонт, розгерметизація технологічного обладнання, роботи на комунікаціях, включаючи роботи в резервуарах, а також роботи в умовах недостатнього вмісту кисню (нижче 20% за об'ємом), при яких можливе виділення парів, газів або інших речовин, які є вибухонебезпечними, вибухонебезпечними або шкідливими для здоров'я людини.

Перед початком роботи в посудині переконайтеся, що вона не знаходиться під тиском, вільна від будь-яких речовин та ізольована від будь-яких трубопроводів або інших посудин, що до неї під'єднані.

Газонебезпечні роботи поділяються на три групи. Газонебезпечні роботи I групи вимагають наявності наряду-допуску. Перелік газонебезпечних робіт в чистих приміщеннях складається щорічно і затверджується технічним директором.

До газонебезпечних робіт II групи безпеки відносяться роботи, які необхідно реєструвати в журналі та проводити інструктаж. До них відносяться

Очищення та внутрішній огляд; ремонт обладнання резервуарів.

Встановлення та заміна заглушок, заміна прокладок, встановлення та заміна запірних пристроїв трубопроводів.

До газонебезпечних робіт III групи безпеки відносяться роботи, пов'язані з ліквідацією аварійних ситуацій.

Загальні вимоги пожежної безпеки.

Всі особи, які працюють на виробничому майданчику або в будівлі управління (незалежно від займаної посади), зобов'язані

- Чітко знати і суворо дотримуватися встановлених правил пожежної безпеки,
- Уникати будь-яких дій, які можуть призвести до пожежі або займання;
- Утримувати в справному стані основні засоби пожежогасіння, закріплені за робочим місцем;
- Знати місцезнаходження вогнегасників, гідрантів, телефонів, пожежної сигналізації та інших засобів пожежогасіння і вміти користуватися ними в разі виникнення пожежі.

Доступ до протипожежного обладнання, засобів та аварійних виходів повинен бути завжди вільним.

Уникайте забруднення паливом, сміттям і виробничими відходами. Виробничі відходи та сміття, що не підлягають переробці, повинні регулярно вивозитися з території підприємства.

Пожежне обладнання та засоби пожежогасіння повинні знаходитися в легкодоступних і помітних місцях і освітлюватися в темний час доби.

Після прибуття пожежної бригади на місце пожежі слід надати всю необхідну інформацію про хід гасіння пожежі її старшому начальнику:

- Переконайтеся, що прибулі пожежники не піддаються впливу електричного струму або хімічних речовин;

- у разі загрози вибуху повідомити командира підрозділу та евакуювати особовий склад зміни з небезпечної зони.

При гасінні пожеж та ліквідації аварій слід враховувати можливість наявності речовин зі специфічними властивостями, які можуть не тільки спричинити хімічне ураження особового складу, але й унеможливити або ускладнити застосування звичайних засобів пожежогасіння. Тому, приймаючи рішення, керівники пожежогасіння повинні спиратися на знання і досвід цехового технічного персоналу.

Усі працівники заводу повинні розуміти свої обов'язки у випадку пожежі та мати доступ до засобів першої медичної допомоги, наявного на заводі протипожежного обладнання та засобів захисту органів дихання.

Усі виробничі приміщення повинні бути обладнані первинними засобами пожежогасіння, які використовуються для локалізації та ліквідації пожеж і загорянь на ранній стадії.

В якості первинних засобів пожежогасіння використовуються вуглекислотні та порошкові вогнегасники.

Відповідальний за пожежну охорону та пожежний наглядач повинні контролювати наявність і правильне використання первинних засобів пожежогасіння на робочому місці.

Засоби пожежогасіння повинні зберігатися в спеціально відведеному місці, де вони найбільш ймовірно будуть використовуватися, у вільному доступі та на видному місці. Засоби пожежогасіння повинні утримуватися в чистоті та справному стані. Використання засобів пожежогасіння у виробничих цілях категорично заборонено.

ВИСНОВОК

Запропоновано технічне рішення для модернізації обладнання для пом'якшення води. Пристрій складається з двох колон зі сферичними днищами та кришками. В середині колон шар іонообмінної смоли розміщений на сітці і займає 70% об'єму колони. Колони живляться колодязною водою після попереднього очищення на піщаних фільтрах. Пом'якшена вода направляється на наступний етап очищення. Після підвищення жорсткості води на виході з колони відбувається регенерація смоли шляхом пропускання її через соляний розчин. Цей розчин готується шляхом пропускання води через окремий бак, що містить кристалічну сіль.

На відміну від подібного обладнання, запропонована конструкція відрізняється саме цим:

- Корпус пристрою виготовлений з нержавіючої сталі;
- Вода для очищення подається зверху;
- Потік води рівномірно розподіляється через колектор під решіткою.

Технічні результати наступні. На відміну від полімерних копласів, корпус з нержавіючої сталі повільніше зношується через тертя з частинками смоли. Верхній підвід води робить обслуговування обладнання більш комфортним і безпечним. Установка колекторів забезпечує рівномірний потік води і відповідно рівномірне використання іонообмінної смоли, не утворюються застійні зони.

Працездатність обладнання перевіряється розрахунками на міцність корпусу, кришки та днища під дією надлишкового тиску та зварювальних впливів. Впровадження розроблених заходів з охорони праці забезпечує безпечну експлуатацію обладнання.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Бабій О.П</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Висновки	220788.КР.23.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1) Smith, R. E., & Patel, S. R. (2018). Ion Exchange in Water Treatment Systems: Design and Applications. CRC Press.
- 2) Kumar, A., & Chakraborty, S. (2020). Advances in Ion Exchange Technology II: Proceedings of the 2nd National Conference on Ion Exchange Technology (NCIET-2020) (Vol. 1). Springer Nature.
- 3) Hupka, J. (Ed.). (2017). Ion Exchange Technology II: Applications. Springer.
- 4) Gupta, V. K., & Ali, I. (Eds.). (2020). Handbook of Ion Exchange Resins: Their Application in Water and Wastewater Treatment. CRC Press.
- 5) Razali, M., & Lee, C. K. (2019). Ion Exchange Materials: Properties and Applications. Springer.
- 6) Chowdhury, M. N. K., & Saha, P. (2019). Water Softening Using Ion Exchange Resins. In Emerging Technologies for Sustainable Desalination Handbook (pp. 177-198). Elsevier.
- 7) Zaneti, R. N., da Silva, M. G. C., & Bonilla, K. A. S. (2021). Ion Exchange Processes for Water Desalination. In Seawater Desalination (pp. 87-109). Elsevier.
- 8) Sengupta, A. K. (2015). Ion Exchange for Water Treatment and Purification. CRC Press.
- 9) Horváth, A. K., & Preininger, É. (2019). Ion Exchange Technology and Environmental Applications. CRC Press.
- 10) Kyzas, G. Z., & Deliyanni, E. A. (2019). Ion Exchange Materials: A Review. Materials, 12(11), 1-42.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Бабій О.П</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		220788.КР.23.000 ПЗ		
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1