

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
_____ Сергій БЛАЖЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 2024 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Микола ЯКИМЧУК
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності _____ 133 «Галузеве машинобудування»
освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових виробництв
на тему «Удосконалення конструкції фільтрувальної установки з метою інтенсифікації процесу знезалізнення води для підприємств харчових виробництв»

Виконав: здобувач II курсу, групи ОХ-2-2М

_____ Дембицька Дарія Миколаївна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник: Якобчук Роман Леонідович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти _____
(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) недозволеної 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

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування
Освітній ступінь магістр
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)
Освітня програма «Інжиніринг харчових виробництв»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОКТП
_____ Микола ЯКИМЧУК

“ _____ ” _____ 2023 року

З А В Д А Н Н Я **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Дембицька Дарія Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення конструкції фільтрувальної установки з метою інтенсифікації процесу знезалізнення води для підприємств харчових виробництв.

керівник проекту (роботи) Якобчук Роман Леонідович, доц., кандидат тех. наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «20» листопада 2023 р. № 940-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «01» лютого 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Технічний паспорт обладнання. 2. Кресленики обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): реферат, зміст; вступ, аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування напрямку дослідження, розробка нового технологічного рішення, дослідна частина та узагальнення результатів, розрахункова частина, принцип автоматизованого управління об'єктом проектування, заходи з охорони праці та охорони довкілля, маркетингове обґрунтування; висновки, список використаних літературних джерел, специфікація.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
Загальний вигляд обладнання – 3 аркуші, Технологія машинобудування – 1 аркуш, Складальні одиниці обладнання – 2, НДР – 1 аркушів, Технологічна схема

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: «21» листопада 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Реферат, зміст</i>	22.11.2023	
2	<i>Вступ</i>	25.11.2023	
3	<i>Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування напрямку дослідження</i>	30.11.2023	
4	<i>Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження</i>	15.12.2023	
5	<i>Дослідна частина та узагальнення результатів</i>	23.12.2023	
6	<i>Розрахункова частина</i>	02.01.2024	
7	<i>Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування</i>	12.01.2024	
8	<i>Заходи з охорони праці та охорони довкілля</i>	15.01.2024	
9	<i>Маркетингове обґрунтування проекту висновки</i>	23.01.2024	
10	<i>Висновки</i>	29.01.2024	
11	<i>Список використаних літературних джерел</i>	29.01.2024	
12	<i>Графічна частина: 5 аркушів формату А1</i>	30.01.2024	
13	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	01.02.2024	

Здобувач _____
(підпис)

Дарія ДЕМБИЦЬКА
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Роман ЯКОБЧУК
(прізвище та ініціали)

Реферат

У кваліфікаційній роботі розглянуто способи та методи удосконалення конструкції фільтрувальної установки з метою інтенсифікації процесу знезалізнення води для підприємств харчових виробництв. Ця тематика є актуальною для підприємств виробництва харчової продукції.

В роботі проведений аналіз сучасних методів та обладнання знезалізнення води для підприємств виробництва харчової продукції. Розроблено нове технічне рішення фільтрувальної установки та проведені теоретичні і експериментальні дослідження. Проведені розрахунки обладнання та процесу, а також монтаж, ремонт і технічний сервіс обладнання. Наведені заходи з охорони праці під час роботи обладнання. Представлено маркетингове обґрунтування проекту дослідження.

Кваліфікаційна робота висвітлена на 88 сторінках пояснювальної записки та на креслениках.

Ключові слова: знезалізнення, фільтр, вода. установка

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Дембицька ДМ.	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	221855.МР.10.001 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

Abstract

In the qualification work, the ways and methods of improving the design of the filtering unit in order to intensify the process of deironing water for food production enterprises are considered. This topic is relevant for food production enterprises.

The paper analyzes modern methods and equipment for deironing water for food production enterprises. A new technical solution of the filtering unit was developed and theoretical and experimental studies were carried out. Calculations of equipment and process, as well as installation, repair and technical service of equipment were carried out. Labor protection measures during the operation of the equipment are given. The marketing justification of the research project is presented.

The qualification work is covered on 88 pages of the explanatory note and on the drawings.

Key words: iron removal, filter, water. installation

ЗМІСТ

	стор.
Реферат	3
Вступ.....	5
1. Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування напрямку дослідження.....	7
2. Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження	19
3. Дослідна частина та узагальнення результатів	23
4. Розрахункова частина	39
5. Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування ...	64
6. Заходи з охорони праці та охорони довкілля	67
7. Маркетингове обґрунтування проекту дослідження.....	77
Висновки.....	82
Список використаних літературних джерел.....	83
Специфікації.....	88

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Дембицька ДМ.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	221855.MP.10.001 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

ВСТУП

Актуальність теми. В даний час, очищення води на підприємствах виробництва харчової продукції є невід’ємною частиною виробництва. Існує декілька методів очищення води серед яких: адсорбуючий спосіб – коли тверда речовина вибірково поглинає домішки; озонування – відноситься до хімічного методу; мембранний спосіб – при цьому способі використовується спеціальний матеріал який затримує найдрібніші частинки забруднень; пом’якшення або видалення солей кальцію, магнію досягається шляхом застосування реагентів і іонного обміну між водою і спеціальною смолою; видалення домішок заліза. В роботі розглянемо детальніше останній метод. Знезалізнення – це зменшення вмісту сполук заліза у воді для покращення її якості, очищення.

Об’єкт дослідження процес знезалізнення води для підприємств харчових виробництв.

Предметом дослідження магістерської роботи є вода та обладнання для процесу знезалізнення.

Мета роботи дослідження та удосконалення конструкції фільтрувальної установки з метою інтенсифікації процесу знезалізнення води для підприємств харчового виробництва. Робота передбачає аналіз існуючих методів знезалізнення води, розробку та впровадження вдосконалених технологічних рішень, а також оцінку ефективності та впливу на якість виробленої продукції.

Наукова новизна роботи полягає в удосконаленні конструкції фільтрувальної установки з метою інтенсифікації процесу знезалізнення води для підприємств харчових виробництв.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Дембицька Д.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ	221855.MP.10.001 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2	

Практичне значення одержаних результатів полягає в обґрунтуванні напрямків та способів удосконалення конструкцій фільтрувальної установки для знезалізнення води для підприємств харчової промисловості. Встановлені типи матеріалів, що завантажуються у фільтр, які є оптимальними для знезалізнення води.

Результати, що отримані, дозволяють інтенсифікувати процес знезалізнення води.

Апробація результатів магістерської роботи. Результати дослідження магістерської роботи були представлені у Матеріалах 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 3-7 квітня 2023 р. – К.: НУХТ, 2023 р. – Ч.2. – 341 с.

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Огляд літературних джерел, аналіз прогресивних конструкційних рішень

Вода відіграє важливу роль у харчовому виробництві. Вона використовується для:

- Зрошення сільськогосподарських культур.
- Виробництва та обробки сировини та інгредієнтів для продукції харчових товарів.
- Промивання обладнання та посуду в харчових виробництвах.
- Виробництва пари для обігріву та стерилізації продуктів.

Забруднення води різними речовинами може суттєво вплинути на безпеку та якість продукції в харчовому виробництві. Однією з небажаних домішок у воді є залізо, яке може спричинити зміну кольору, смаку та негативно вплинути на збереження продуктів.

Нині важко переоцінити ринок підприємств по виробництву обладнання для очищення води. Існує безліч різних установок або ж великих систем фільтрації води. Їхня функціональність безпосередньо залежить від ступеня забруднення вихідної рідини механічними та фізичними домішками.

Усі фільтруючі завантаження для знезалізнення та деманганації, котрі присутні на ринку, в більшості випадків працюють по одному принципу.

Ecosoft FK 2472CE15 – фільтр знезалізнення та пом'якшення води (рис.1.1)

Модель фільтрів котра обладнана завантаженням із активованого вугілля американського виробника Calgon Carbon.

<p>Αἰτῶνες ἰσοστάθῃ 1000</p>	<p>Οἰοτῶ-Γά οἰοτῶ-Γά Βεῖτῶ-ὀε D. E.</p>	<p>Ἄεα ἀἰεοῖ-ἀἰεοῖ Ἰτυπῖραεῖτα ἰτυπῖραεῖτα</p>		<p>Ἰσοστάθῃ ἀἰεοῖ-ἀἰεοῖ</p>			
<p>Ἀεῖ-ἀἰεοῖ-ἀἰεοῖ 1000</p>	<p>Βῖ-βῖ-βῖ ἀἰεοῖ-ἀἰεοῖ Αἰ-ἀἰεοῖ-ἀἰεοῖ Α.Ι.</p>	<p>Γῶ-γῶ, ἀἰεοῖ-ἀἰεοῖ Αἰεῖ-πο-ἀἰεῖ-πο-ἀἰεῖ ἀἰεῖ-πο-ἀἰεῖ-πο-ἀἰεῖ ἰτυπῖραεῖτα ἰτυπῖραεῖτα</p>	<p>221855.Ἰ D.10.001 ἰ D</p>				
<p>Ἀἰεοῖ-ἀἰεοῖ Βεῖτῶ-ὀε Ἰ Α</p>				<p>ἰ. ἰ.</p>	<p>Ἀἰεοῖ-ἀἰεοῖ</p>	<p>ἰ ἰ UA</p>	<p>Αἰεοῖ 1/11</p>

Пристрій ефективно видаляє хлорорганіку та органічні сполуки, позбуває каламутності води та неприємного запаху хлору – на виході здобуваємо очищену воду без нафтопродуктів та жовтизни. До складу системи знезалізнення та пом'якшення води входять міцний корпус та електромеханічний керуючий клапан. Оптимально підходить для оснащення систем водопідготовки промислових та комерційних підприємств. Процес відновлення роботи автоматизований, очищаючи матеріал, що фільтрує, зворотним струмом води.

Фільтр підключається до водопроводу подачі холодної води, ефективно очищає воду та самостійно контролює всі процеси своєї роботи.

Попередньо очищена від механічних домішок вода надходить у корпус фільтра, заповнений фільтруючим матеріалом Ecomix®. Матеріал що складається з п'яти компонентів, які послідовно затримують залізо, марганець, органічні домішки та солі жорсткості. Очищена вода через центральну трубу корпусу подається споживачеві.

Коли ресурс фільтруючого матеріалу закінчується, фільтр самостійно виходить на регенерацію, але тільки в той час коли споживання води мінімальне, щоб не позбавити вас доступу до очищеної води. Крім того, клапан, що управляє, запам'ятовує інтенсивність вашого споживання води в різний час і пристосовується у такий спосіб, щоб чиста вода була доступна навіть при надзвичайному її споживанні, наприклад, на вихідних.

Регенерація проходить у 5 стадій:

Промивання зворотним потоком води. При цьому з фільтруючого матеріалу вимиваються сполуки заліза та марганцю.

З бака в корпус фільтра надходить розчин солі, що проходить через Ecomix® і вимиває з нього солі жорсткості, органічні речовини. Домішки разом із залишками розчину скидаються у каналізацію.

Коротке зворотне промивання. Ще раз розпушує завантаження та вимиває залишки сольового розчину.

Промивання Ecomix® прямим потоком води для укладання шарів матеріалу у потрібному порядку.

Заповнення сольового бака водою для розчинення таблетованої солі та підготовки розчину до наступної регенерації.

Після такої регенерації система може бути використана для очищення води.

У разі виникнення проблем клапан проінформує текстовим повідомленням на дисплеї з додатковим виведенням контактів сервісного центру, до якого необхідно звернутися.



Рис. 1.1 Фільтр знезалізнення та пом'якшення води

Таблиця 1.1

Технічні параметри

Продуктивність робоча/максимальна м ³ /год.	11.5-13.7
Об'єм фільтруючого матеріалу ,л	450
Ресурс, м ³ (при твердості 5 мг-екв/л)	63
Витрата солі на регенерації,хв	45...72
Витрата води на регенерацію(обсяг стоків),м ³	4.5
Тривалість регенерації,хв	90...120
Перепад тиску в робочому режимі,бар	1...1,5
Робочий тиск,бар	2...6
Електроживлення	230 В, 50Гц
Споживана потужність,Вт	30
Діаметр підключення трубопроводів	1 ^{1/2}
Вага нетто,кг	465

Ефективне видалення з води заліза, марганцю, сірководню без введення хімічних реагентів. Установки каталітичного окислення серії FCO (ФКО) використовуються для безреагентного видалення зі свердловинної води одночасно заліза, марганцю та сірководню.

Призначення:

Видалення з води заліза та марганцю.

Фільтрувальний матеріал:

Використовується фільтрувальне середовище природного походження на основі доломіту МЖФ, гранули якої оксидами заліза, марганцю та кремнію.

Особливості:

Промивання фільтрувального матеріалу МЖФ можливо проводити в ручному режимі або автоматично.

Керування:

Програмований електронний блок Clack "Clack Corporation" (США).

Опис:

Установка складається з корпусу, блока керування, фільтрувального середовища, котре підтримує шари гравію, дренажно-розподільної системи.

Принцип дії:

Напірні фільтри з зернистою фільтрувальною середовищем, які є каталізатором реакції окиснення, за якої розчинене залізо та марганець переходять у нерозчинну форму та випадають в осад, (нерозчинні частинки гідроокис заліза (ржавілини). Осад затримується в шарі фільтрувального завантаження й в подальшому вимивається в дренаж у разі зворотного промивання. Перед надходженням на фільтри ФКО, у вихідну воду необхідно подати повітря для насичення киснем і ефективнішого окислення заліза та марганцю. Для видалення марганцю необхідно рН води довести до значення 8,5.

Основні вимоги.

Дренаж: Поміщення обладнане дренажною магістраллю та дренажним трапом у підлозі, з'єднаним із каналізаційною процедурою. Відстань від фільтра до дренажу не більш ніж 6 м. Каналізація має вільно приймати об'єм води не менш необхідної на регенерацію.

Насосне обладнання: Забезпечує витрату води в режимі зворотного промивання, не менш необхідного під час тиску не менш ніж 2 атм.

Електропровід: Забезпечує безперебійне живлення 220 В, 1,5 А, 50 Гц.

Основа (підлога): Міцна та рівна. У разі великих нерівностей виконують спеціальні настили або бетонні стяжки.

Температура в приміщенні: +5 - +35 °С, вологість - не більш ніж 70%.

Близькість нагрівальних пристроїв: Не має викликати нагрівання елементів клапана фільтра та фільтрувального бака вище 35 °С.

Умови застосування: Максимальна витрата води, що подається на фільтр – не менш необхідної витрати на зворотне промивання.

Не допускається утворення вакууму всередині корпусу фільтра; вплив на фільтр прямого сонячного світла, нульового та негативних температур.

Тривалість циклів регенерації параметрів ФКО:

- | | |
|---|-----------|
| 1. Зворотне промивання | – 10 хв |
| 2. Швидке прямоточне відмивання | – 5-6 хв. |
| Загальна тривалість процесу регенерації | –15 хв. |

Підбір параметрів зневоднення:

Номінальний режим підбирається залежно від концентрації заліза та марганцю у воді.

Зворотна промивка за лінійної швидкості 35-36 м/год.

Об'єм фільтрувального матеріалу:

Може змінюватися в межах +- 10%, порівнюючи з зазначеними значеннями. Об'єм підтримувального шару гавію в зазначеному об'ємі фільтрувального матеріалу не враховується.

Блок напірних фільтрів Organic FeM-2-8



Рис. 1.3 Блок напірних фільтрів Organic FeM-2-8

Вхідна вода з артезіанських свердловин, з тиском 0,5 бар, подається на підвищувальну насосну станцію, котра створює необхідний тиск води для забезпечення можливості роботи блоку напірних фільтрів. Після цього у воду за допомогою компресорного обладнання нагнітається атмосферне повітря з метою окиснення киснем повітря розчинених у воді форм заліза, які в результаті переходять в нерозчинну у воді форму. Далі вода надходить на блок напірної фільтрації, на якому здійснюється фільтрація води через багат шарове фільтруюче завантаження.

Використання багат шарового фільтруючого завантаження дозволяє максимально ефективно видаляти нерозчинні у воді забрудники, а також завдяки наявності шару каталітичного матеріалу, на основі очищеної та спеціальним чином подрібненої марганцевої руди, забезпечує ефективне видалення розчинених форм марганцю, сірководню та фінішну доочистку від

заліза, що в свою чергу додатково підвищує надійність роботи всієї системи водопідготовки.

Внесене у воду повітря відділяється від потоку води за допомогою спеціальних повітряновідвідних клапанів, що встановлені у верхній частині кожного з напірних фільтрів. Очищена вода подається до існуючих резервуарів чистої води. Промивка блоку напірних фільтрів передбачає почергову продувку і промивку водою у зворотному напрямку, по відношенню до напрямку фільтрації. Проведення продувки фільтруючого матеріалу здійснюється за допомогою блоку спеціальних повітродувок, що дозволяє підвищити ефективність відмивки фільтруючого матеріалу та знизити витрату води, що необхідна для проведення регенерації напірних фільтрів.

Керування і контроль робочих режимів системи водопідготовки забезпечується шафою керування. Наявність сучасної системи керування дозволяє працювати системі водопідготовки у повністю автоматичному режимі і не потребує постійної присутності обслуговуючого персоналу.

Таблиця 1.3

Якість очищеної води

Показники	Одиниці вимірювання	Допустимі межі, ДСанПіН 2.2.4-171-10
pH	од.pH	Від 6.5 до 8.5
Загальна жорсткість	Ммоль/дм ³	Не більше 7.0
Залізо загальне	Мг/дм ³	Не більше 0.2
Марганець	Мг/дм ³	Не більше 0.05
Окиснюваність	Мг/О ₂ дм ³	Не більше 5.0

Блок напірних фільтрів призначений для видалення нерозчинних речовин з потоку води та каталітичного окиснення розчинних сполук заліза та марганцю з їх подальшим затриманням. В якості окиснюючого агента для фільтрувального завантаження системи виступає розчинений у воді кисень. Фільтрувальне завантаження системи-багатошарове. Фільтрувальне завантаження системи Organic FeM- багатошарове.

Верхній шар фільтрувального матеріалу представляє собою очищену і подрібнену марганцеву руду, що забезпечує каталітичні властивості завантаження.

Середній шар фільтруючого завантаження фільтрувальний пісок, що виконує функцію механічної фільтрації.

Нижній шар забезпечує рівномірне розповсюдження потоку по всій площі напірного фільтру, що підвищує ефективність роботи напірного фільтру в цілому. Зазначене фільтруюче завантаження також забезпечує часткове видалення сірководню, алюмінію та миш'яку.

Керуючі сигнали з шафи керування надходять на панель керуючих соленоїдів, які під'єднані до лінії стисненого повітря і подають пневматичний сигнал, що передається спеціальними трубками, на виконавчі пристрої. У якості виконавчих пристроїв виступають трьохходові та однопрохідні клапани. Трьохходові клапани встановлені на лінії подачі неочищеної води до кожного з напірних фільтрів. При надходженні пневматичного керуючого сигналу трьохходовий клапан перекриває надходження неочищеної води до напірного фільтру та відкриває під'єднання до каналізації, в результаті потік у напірному фільтрі змінюється з низхідного на висхідний та починається процес зворотної промивки. Однопрохідні клапани встановлені на лінії подачі повітря з повітродувки на кожен з напірних фільтрів та на лінії виходу очищеної води з кожного напірного фільтру. Це дозволяє проводити по чергово продувку фільтруючого завантаження повітрям, а потім промивку водою. Як продувка, так і промивка водою проходять у висхідному напрямі, відпрацьоване повітря та промивна вода скидаються до каналізації. На дренажній лінії встановлено обмежувач потоку, що обмежує потік води під час промивки напірного фільтру і забезпечує перебування фільтруючого завантаження у псевдозрідженому стані, для забезпечення його ефективною промивки. На лінії подачі очищеної води в резервуар очищеної води встановлено

саморегулюючий обмежувач протoku, що повністю перекриває потік при зниженні тиску перед ним нижче 3 бар, таким чином даний клапан забезпечує тиск у колекторі очищеної води щонайменше 3 бара, що необхідно для ефективної промивки напірних фільтрів, і дозволяє системі водопідготовки проводити промивку напірних фільтрів без повного припинення надходження очищеної води до резервуару очищеної води.

Складові елементи блоку напірних фільтрів:

- трьохходовий керуючий клапан;
- однопрохідний керуючий клапан зворотної промивки;
- зсувка з пневмоприводом;
- соленоїд системи керування;
- саморегулюючий обмежувач протoku;
- корпус напірного фільтру;
- ковпачок розподільчої системи;
- фільтруюче завантаження.

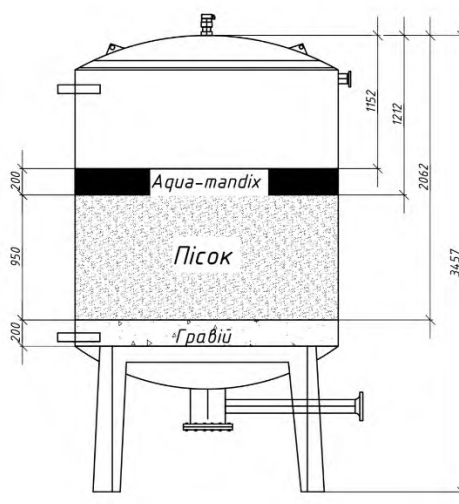


Рис. Завантаження напірного фільтру

2. РОЗРОБКА НОВОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Постановка завдань нового технічного рішення, визначення необхідних технічних параметрів, розробка і опис нового технічного рішення, устрій та принципу його роботи.

Проведений аналіз процесу очищення води та особливостей конструкцій фільтруючого обладнання вітчизняного виробництва з урахуванням вдосконалень, було запропоновано модернізацію фільтрувальної установки для знезалізнення води.

Технічна характеристика фільтра

Продуктивність м ³ /год.....	270
Висота	3457
Діаметр.....	2000

Характеристика напірного фільтра для очищення води

Знезалізненням називають зменшення сполук заліза у воді для покращення її якості, очищення. На сучасному етапі присутні кілька методів знезалізнення підземних вод. Їх ділять на 4 групи: 1. Реагентна; 2. Каталітична; 3. Іоннообмінна; 4. Біохімічна. Кожна з цих сполук має свої переваги та недоліки.

Напірний фільтр для очищення води є важливим елементом систем водопідготовки, який використовується для видалення різноманітних забруднювачів з води, включаючи суспензії, хлор, органічні сполуки, залізо, мікроорганізми та інші шкідливі речовини. Напірні фільтри можуть бути застосовані як у побутових, так і в промислових масштабах.

Напірний фільтр працює під тиском, який створюється насосом або різницею висот між джерелом води та фільтром.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Дембицька Д.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження	221855.MP.10.002 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

Вода пропускається через один або кілька фільтруючих матеріалів, які утримують забруднювачі.

Корпус фільтра виготовляється з міцних матеріалів, таких як нержавіюча сталь, пластик високої міцності, щоб витримувати високий тиск. Фільтруючим елементом може бути пісок, активоване вугілля, поліпропіленові картриджи тощо.

Методика проведення досліджень полягає в аналізі результативності очищення води від іонів заліза Fe^{2+} (II) з води активованим вугіллям Ecosoft ECOCARB у поєднанні з каталітичним засипанням KDF F.

Встановлення принципу заміни фільтруючого матеріалу.

Також було підібрано конструкційні матеріали для обладнання.

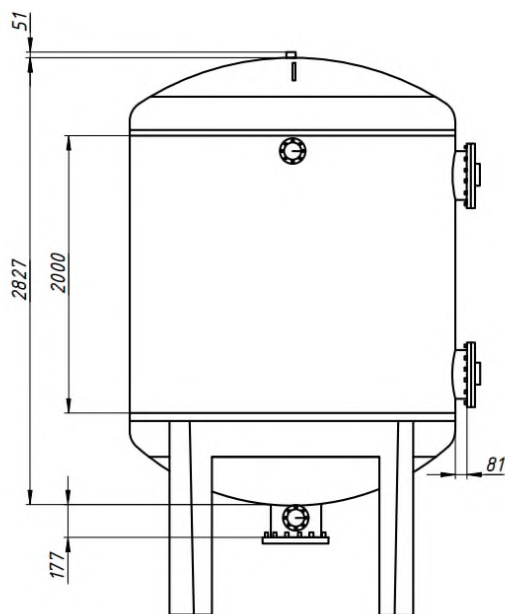


Рис. Напірний фільтр для водопостачання

Опис:

Установка складається з корпусу, блока керування, фільтрувального середовища, котре підтримує шари гравію, дренажно-розподільної системи.

Принцип дії:

Керуючі сигнали з шафи керування надходять на панель керуючих соленоїдів, які під'єднані до лінії стисненого повітря і подають пневматичний сигнал, що передається спеціальними трубками, на виконавчі

пристрої. У якості виконавчих пристроїв виступають трьохходові та однопрохідні клапани. Трьохходові клапани встановлені на лінії подачі неочищеної води до кожного з напірних фільтрів. При надходженні пневматичного керуючого сигналу трьохходовий клапан перекриває надходження неочищеної води до напірного фільтру та відкриває під'єднання до каналізації, в результаті потік у напірному фільтрі змінюється з низхідного на висхідний та починається процес зворотної промивки. Однопрохідні клапани встановлені на лінії подачі повітря з повітродувки на кожен з напірних фільтрів та на лінії виходу очищеної води з кожного напірного фільтру. Це дозволяє проводити по чергово продувку фільтруючого завантаження повітрям, а потім промивку водою. Як продувка, так і промивка водою проходять у висхідному напрямі, відпрацьоване повітря та промивна вода скидаються до каналізації. На дренажній лінії встановлено обмежувач потоку, що обмежує потік води під час промивки напірного фільтру і забезпечує перебування фільтруючого завантаження у псевдозрідженому стані, для забезпечення його ефективної промивки. На лінії подачі очищеної води в резервуар очищеної води встановлено саморегулюючий обмежуючий клапан, що повністю перекриває потік при зниженні тиску перед ним нижче 3 бар, таким чином даний клапан забезпечує тиск у колекторі очищеної води щонайменше 3 бара, що необхідно для ефективної промивки напірних фільтрів, і дозволяє системі водопідготовки проводити промивку напірних фільтрів без повного припинення надходження очищеної води до резервуару очищеної води.

3.ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТАУЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1 Об'єкт та предмет досліджень

У підземних водах залізо знаходиться у вигляді колоїдних неорганічних та органічних сполук, іонів двофакторного заліза, розчинних органічних сполук двох- та тривалентного заліза. Зосередження заліза у водах найчастіше до 5 мг, але буває, що концентрація заліза переважає понад 10 мг/дм³ особливо у північній частині України. У глибинних горизонтах водах заліза зазвичай перебувати у вигляді іонів двовалентного заліза, за наявності вільної вуглекислоти стійкий у водних розчинах. Залізо не перебуває у постійному стані в результаті підняття води до поверхні землі, а постійно змінює стан під впливом води, вуглецю, кисню, мікроорганізмів та органічних речовин.

Як правило, кількість розчинного кисню визначає стан заліза. У ядрі землі належить наявність металевого заліза у поєднанні з нікелем, близько до поверхні – сульфідні сполуки, ще вище – карбонатні у вигляді залізного шпату і поверхні - окислювальні.

Окислення заліза киснем повітря здійснюється із суттєвим виділенням тепла. Відповідно до принципу Ле Шательє окислення швидко протікає за низьких температур.



Згідно із діаграмами Пурбе (рис. 3.1) $\text{Fe}(\text{OH})_2$ утворює гель тільки за рН 6,5, а $\text{Fe}(\text{OH})_3$ випадає в осад за рН 3,5. Сполуки $\text{Fe}(\text{OH})_2$ зустрічаються у ґрунтових водах, озерах, річках, гідрооксид заліза тільки в кислих ґрунтових водах (рН 3) торфових ґрунтів.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Дембицька ДМ.	<i>Назва, додаткова назва</i> Дослідна частина та узагальнення результатів	221855.MP.10.001 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ.						<i>Інд. змін.</i>

Води, що проходять через нафтосховища, найбільше стійкими виявляються негативно заряджені комплекси заліза, які виникають з органічними кислотами (гумінова, лимонна, щавлева, фульвокислоти). Наявність у структурі фульво- та гумінових кислот, фенолгідроксильних та карбонових груп, аміногруп сприяє утворенню міцних комплексних сполук гумусових кислот з мітелами. У підземних горизонтах, що складаються із залізного шпату FeCO_3 , під впливом артезіанської води та вуглекислоти, двовалентні сполуки заліза легко розчиняються, утворюючи гідрокарбонат двовалентного заліза $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$.

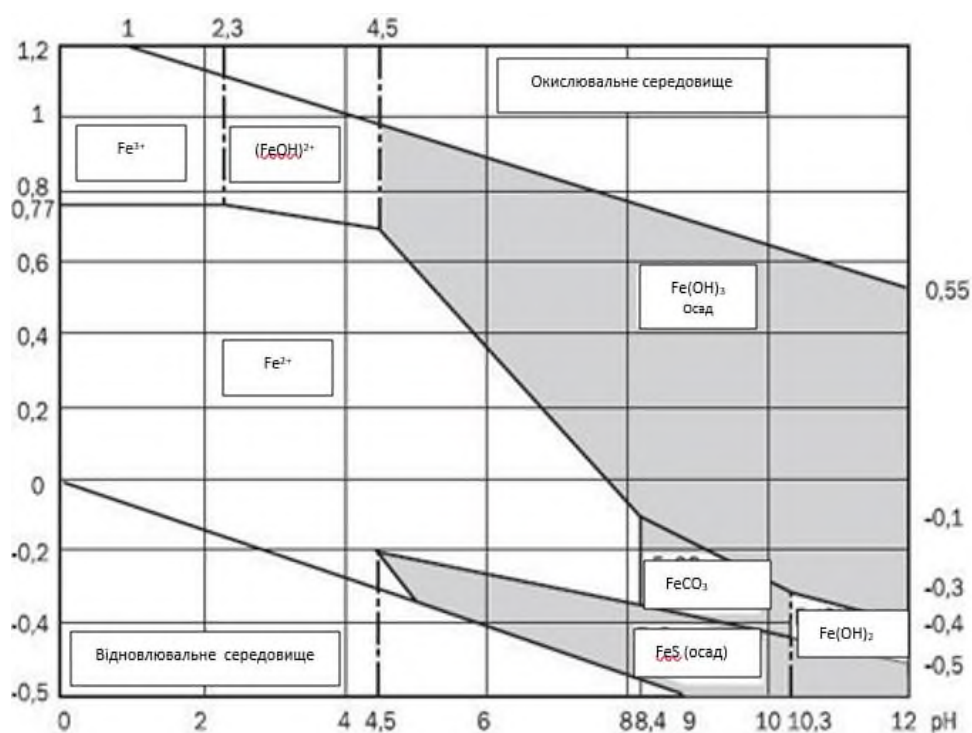


Рис. 3.1 Діаграма Пурбе стійкості заліза в підводних водах

Залежно від хімічного складу, технологічних випробувань та продуктивності станції вибирається метод знезалізнення. Як правило для знезалізнення застосовують безреагентний метод, так як він найбільш простий і недорогий. Процес полягає в тому, що в аераційному пристрої вода збагачується киснем, водночас частково видаляється вугільна кислота, частково окислюється залізо. Після цього вода відстоюється в резервуарах і

фільтрується, внаслідок чого видаляються пластівки гідроксиду заліза, що утворилися. Якщо процес знезалізнення безреагентним способом здійснюється погано, то використовують реагентний метод. При цьому вихідну воду вводять окислювачі: вапно, перманганат калію, хлор, соду. Знезалізнення поверхневих вод проводиться реагентним способом одночасно з знебарвленням і проясненням.

3.2 Опис експериментальної установки чи імітаційної моделі об'єкту досліджень

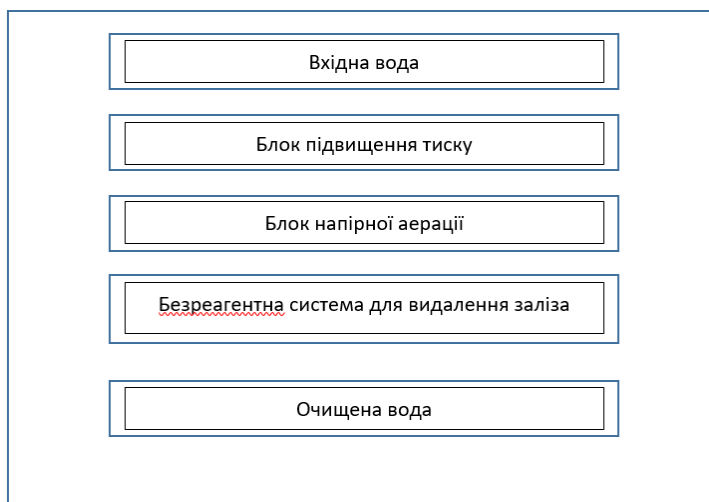
Складові елементи блоку напірних фільтрів:

- трьохходовий керуючий клапан;
- однопрохідний керуючий клапан зворонької промивки;
- зсувка з пневмоприводом;
- соленоїд системи керування;
- саморегулюючий обмежувач потоку;
- корпус напірного фільтру;
- ковпачок розподільчої системи;
- фільтруюче завантаження.

Керуючі сигнали з шафи керування надходять на панель керуючих соленоїдів, які під'єднані до лінії стисненого повітря і подають пневматичний сигнал, що передається спеціальними трубками, на виконавчі пристрої. У якості виконавчих пристроїв виступають трьохходові та однопрохідні клапани. Трьохходові клапани встановлені на лінії подачі неочищеної води до кожного з напірних фільтрів. При надходженні пневматичного керуючого сигналу трьохходовий клапан перекриває надходження неочищеної води до напірного фільтру та відкриває під'єднання до каналізації, в результаті потік у напірному фільтрі змінюється з низхідного на висхідний та починається процес зворотної промивки. Однопрохідні клапани встановлені на лінії подачі повітря з повітродувки на

кожен з напірних фільтрів та на лінії виходу очищеної води з кожного напірного фільтру. Це дозволяє проводити по чергово продувку фільтруючого завантаження повітрям, а потім промивку водою. Як продувка, так і промивка водою проходять у висхідному напрямі, відпрацьоване повітря та промивна вода скидаються до каналізації. На дренажній лінії встановлено обмежувач потоку, що обмежує потік води під час промивки напірного фільтру і забезпечує перебування фільтруючого завантаження у псевдозрідженому стані, для забезпечення його ефективної промивки. На лінії подачі очищеної води в резервуар очищеної води встановлено саморегулюючий обмежувач, що повністю перекриває потік при зниженні тиску перед ним нижче 3 бар, таким чином даний клапан забезпечує тиск у колекторі очищеної води щонайменше 3 бара, що необхідно для ефективної промивки напірних фільтрів, і дозволяє системі водопідготовки проводити промивку напірних фільтрів без повного припинення надходження очищеної води до резервуару очищеної води.

Блок схема



3.3. Методика проведення досліджень

Аналіз результативності очищення води від іонів заліза Fe^{2+} (II) з води активованим вугіллям Ecosoft ECOCARB у поєднанні з каталітичним засипанням KDF F.

Досить ефективним способом вилучення розчинних сполук заліза (Fe) з водних джерел вважаються такі методи, що передбачають застосування каталітичних фільтрувальних завантажень із нанесеною окислювальною плівкою поверх гранул матеріалу.

Наповнення фільтрувального завантаження для доочищення стічних вод можливе як одношаровий, двошаровий або комбінований - каркасно-засипний. Зернисті фільтруючі матеріали з меншою і більшою щільністю води використовують у фільтрувальному завантаженні. До перших відносять кварцовий пісок, керамзит, гравій, гравійний щебінь, антрацит, до других відносять природні матеріали (гранульовані шлаки, шунгізит, водонепроникні гранули склопора), а також полімери (полістирол, поліуретан, подрібнений пінопласт).

Розрізняють крупнозернисту (0,8-1,5мм), середньозернисту (0,4-0,8 мм), дрібнозернисту (0,2-0,4мм) і підтримуючу (2-16мм) завантаження, що фільтрує. У напрямку фільтрування зернисте фільтроване завантаження буває з горизонтальним або радіальним рухом рідини, а також з вертикальним висхідним або низхідним рухом рідини. Виходячи зі способу створення напору під час фільтрації, фільтри з фільтрувальним завантаженням класифікуються як напірна, безнапірна або комбінована. За швидкістю фільтрування зернисті фільтровані завантаження поділяються на надшвидкі (швидкість фільтрування більше 25 м/год.), швидкі (3,0-25,0 м/год), напівшвидкі (0,53 м/год) і повільні (швидкість фільтрації 0, 1-0,5 м/год).

Промивання фільтрувального завантаження зернистих фільтрів буває: водоповітряної без розпушування фільтруючого шару, повітряної з

розпушуванням шару, що фільтрує, водяної з розпушенням фільтруючого шару.

Основний структурний елемент всіх типів вугілля Ecosoft ECOCARB представляється системою конденсованих ароматичних кілець (структурна одиниця кристалічної решітки графіту) та пов'язаних з ними ланцюжків лінійно полімеризованого вуглецю, які можуть нести різні функціональні групи, аналогічні органічним.



Рис. 3.2 Загальний вигляд кокосового активованого вугілля Ecosoft ECOCARB.

Технічні характеристики кокосового гранульованого активованого вугілля Ecosoft ECOCARB наведено таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Технічні характеристики кокосового гранульованого активованого вугілля

№	Показник	Значення
1	Площа поверхні, м ² /г	1000
2	Насипна вага, г/л	500
3	Вологість%	<5
4	Зольність,%	<3
5	Міцність на стирання %	85
6	pH водної витяжки	9...11
7	Адсорбційна активність за йодом, мг/г	1050

8	Розмір зерна	1,4...1,6 мм
---	--------------	--------------

Особливі характеристики засипки KDF.

KDF (Kinetic Degredation Fluxion) - це сплав хімічно чистих металів, що має низку властивостей, насамперед затребуваних в сфері очищення води. Перш за все - це глибоке хімічне очищення води від заліза. В процесі очищення води KDF виступає каталізатором хімічних процесів, що йдуть в середовищі.

Вигляд каталітичної засипки KDF (Kinetic Degredation Fluxion) наведено на рисунку 3.3.



Рис. 3.3 Вигляд каталітичної засипки KDF (Kinetic Degredation Fluxion).

Данні дослідження видалення заліза Fe^{2+} (II) з води активованим вугіллям Ecosoft ECOCARB в суміші з каталітичною засипкою KDF F (20/1) з розчину в дистильованій воді, при початковій концентрації $[Fe^{2+}] = 20$ мг/мл ($V_i = 20$ см³) наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Данні дослідження видалення заліза Fe^{2+} (II) з води активованим вугіллям Ecosoft ECOCARB в суміші з каталітичною засипкою KDF F (20/1) з розчину в дистильованій воді, при початковій концентрації $[Fe^{2+}] = 20$ мг/мл ($V_i = 20$ см³)

№	V _{пр} , дм ³	Fe ²⁺ , мг/дм ³ Ecosoft Ecocarb-KDF F (1/19)
1	1	0
2	2	0
3	3	0
4	4	0
5	5	0,2
6	6	0,6
7	7	1,1
8	8	2,1
9	9	4,1
10	10	6,6
11	11	10,5
12	12	13,8
13	13	16,5
14	14	18,0
15	15	18,8
16	16	19,5
17	17	19,9
18	18	20

Динаміка процесу дослідження видалення заліза Fe²⁺ (II) з води активованим вугіллям Ecosoft ECOCARB в суміші з каталітичною засипкою KDF F (20/1) з розчину в дистильованій воді, при початковій концентрації [Fe²⁺] = 20 мг/мл (V_i = 20 см³) наведено на рисунку 3.4.

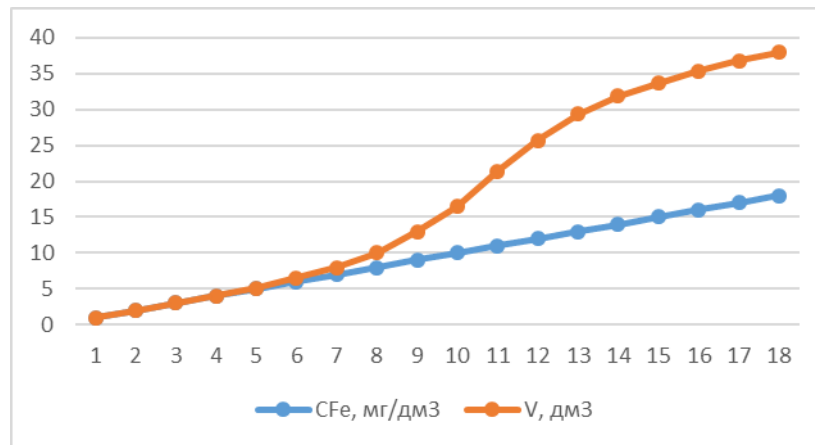


Рис. 3.4 Динаміка процесу дослідження видалення заліза Fe²⁺ (II) з води активованим вугіллям Ecosoft ECOCARB в суміші з каталітичною засипкою KDF F (20/1) з розчину в дистильованій воді, при початковій концентрації [Fe²⁺] = 20 мг/мл (V_i = 20 см³)

Данні дослідження видалення заліза Fe²⁺ (II) з води активованим вугіллям Ecosoft ECOCARB в суміші з каталітичною засипкою KDF F (10/1) з розчину в дистильованій воді, при початковій концентрації [Fe²⁺] = 20 мг/мл (V_i = 20 см³) наведено таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Данні дослідження видалення заліза Fe²⁺ (II) з води активованим вугіллям Ecosoft ECOCARB в суміші з каталітичною засипкою KDF F (10/1) з розчину в дистильованій воді, при початковій концентрації [Fe²⁺] = 20 мг/мл (V_i = 20 см³)

№	V _{пр} , дм ³	Fe ²⁺ , мг/дм ³ Ecosoft ECOCARB - KDF F (1/10)
1	1	0
2	2	0
3	3	0
4	4	0
5	5	0
6	6	0
7	7	0
8	8	0
9	9	0
10	10	0
11	11	0,2
12	12	0,16
13	13	0,3
14	14	0,7
15	15	1,3
16	16	2,2
17	17	2,9
18	18	3,5

Динаміка процесу дослідження видалення заліза Fe²⁺ (II) з води активованим вугіллям Ecosoft ECOCARB в суміші з каталітичною засипкою KDF F (10/1) з розчину в дистильованій воді, при початковій концентрації [Fe²⁺] = 20 мг/мл (V_i = 20 см³) наведено на рисунку 3.5.

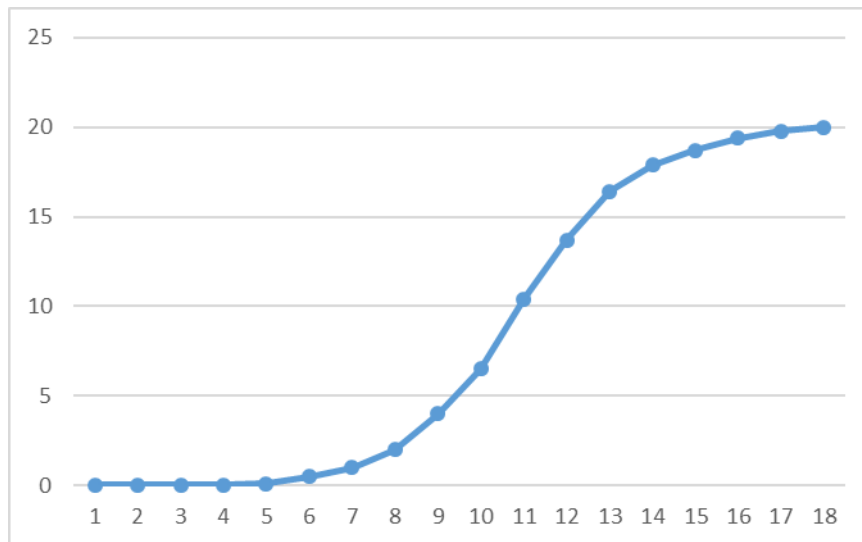


Рис. 3.5 Динаміка процесу дослідження видалення заліза Fe²⁺ (II) з води активованим вугіллям Ecosoft ECOCARB в суміші з каталітичною засипкою KDF CFe, мг/дм³ V, дм³ 67 F (10/1) з розчину в дистильованій воді, при початковій концентрації [Fe²⁺] = 20 мг/мл (V_i = 20 см³)

Порівняльні результати дослідження видалення заліза Fe²⁺ (II) з води активованим вугіллям Ecosoft ECOCARB в суміші з каталітичною засипкою KDF F (20/1) та (10/1) з розчину в дистильованій воді, при початковій концентрації [Fe²⁺] = 20 мг/мл та (V_i = 20 см³) наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Порівняльні результати дослідження видалення заліза Fe²⁺ (II) з води активованим вугіллям Ecosoft ECOCARB в суміші з каталітичною засипкою KDF F (20/1) та (10/1) з розчину в дистильованій воді, при початковій концентрації [Fe²⁺] = 20 мг/мл (V_i = 20 см³).

№	V _{пр} , дм ³	Fe ²⁺ , мг/дм ³	
		Ecosoft ECOCARB - KDF F (1/20)	Ecosoft ECOCARB - KDF F (1/10)
1	1	0	0
2	2	0	0
3	3	0	0
4	4	0	0
5	5	0,2	0
6	6	0,6	0
7	7	1,1	0
8	8	2,1	0
9	9	4,1	0
10	10	6,6	0
11	11	10,5	0,2
12	12	13,8	0,16
13	13	16,5	0,3
14	14	18,0	0,7
15	15	18,8	1,3
16	16	19,5	2,2
17	17	19,9	2,5
18	18	20	3,5

Порівняльні результати динаміки дослідження видалення заліза Fe²⁺ (II) з води активованим вугіллям Ecosoft ECOCARB в суміші з каталітичною засипкою KDF F (20/1) та (10/1) з розчину в дистильованій воді, при початковій концентрації [Fe²⁺] = 20 мг/мл (V_i = 20 см³) наведено на рисунку 3.6.

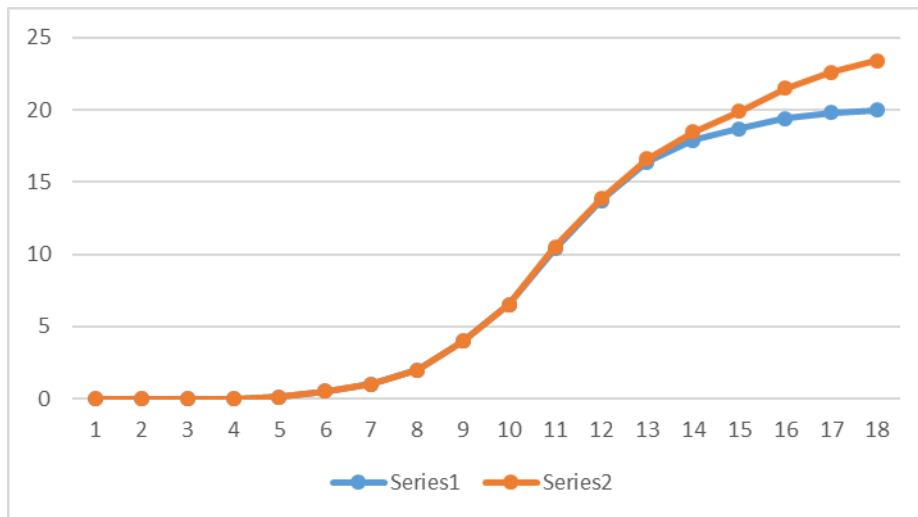


Рис. 3.6 Порівняльні результати динаміки дослідження видалення заліза Fe²⁺ (II) з води активованим вугіллям Ecosoft ECOCARB в суміші з каталітичною засипкою KDF F (1/20) та (1/10) з розчину в дистильованій воді, при початковій концентрації [Fe²⁺] = 20 мг/мл (V_i = 20 см³).

Для порівняння, авторами М.Д. Гомеля, М.М. Твердохліб було проведено експеримент в якому в процесі сорбції дистильовану воду пропускали спочатку через колонку, заповнену катіонітом КУ-2-8 в Fe²⁺ - формі (V_i = 30 см³). Середня концентрація іонів заліза на виході із колонки становила 24,2 мг/дм³. Після цього воду пропускали через катіоніт КУ-2-8 в Ca²⁺ -формі (V_i = 20 см³). За даних умов іони заліза вилучалися винятково за рахунок іонного.

3.4 Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування

Напірний фільтр являє собою металевий циліндр зі сферичним днищем. Він має вертикальне розміщення. На дні фільтра розташована водовідвідна система, котра складається з трубок з отворами діаметри яких менші ніж частинки матеріалу для фільтрації. У верхній частині корпусу знаходяться труби для рівномірного подання води.

Якщо ж говорити про саму систему напірних фільтрів, то вона складається з наступних елементів :

-трьохходовий керуючий клапан;

- однопрохідний керуючий клапан зворонької промивки;
- зсувка з пневмоприводом;
- соленоїд системи керування;
- саморегулюючий обмежувач потоку;
- корпус напірного фільтру;
- ковпачок розподільчої системи;
- фільтруюче завантаження.

Керуючі сигнали з шафи керування надходять на панель керуючих соленоїдів, які під'єднані до лінії стисненого повітря і подають пневматичний сигнал, що передається спеціальними трубками, на виконавчі пристрої. У якості виконавчих пристроїв виступають трьохходові та однопрохідні клапани. Трьохходові клапани встановлені на лінії подачі неочищеної води до кожного з напірних фільтрів. При надходженні пневматичного керуючого сигналу трьохходовий клапан перекриває надходження неочищеної води до напірного фільтру та відкриває під'єднання до каналізації, в результаті потік у напірному фільтрі змінюється з низхідного на висхідний та починається процес зворотної промивки. Однопрохідні клапани встановлені на лінії подачі повітря з повітродувки на кожен з напірних фільтрів та на лінії виходу очищеної води з кожного напірного фільтру. Це дозволяє проводити по чергові продувку фільтруючого завантаження повітрям, а потім промивку водою. Як продувка, так і промивка водою проходять у висхідному напрямі, відпрацьоване повітря та промивна вода скидаються до каналізації. На дренажній лінії встановлено обмежувач потоку, що обмежує потік води під час промивки напірного фільтру і забезпечує перебування фільтруючого завантаження у псевдозрідженому стані, для забезпечення його ефективною промивки. На лінії подачі очищеної води в резервуар очищеної води встановлено саморегулюючий обмежувач, що повністю перекриває потік при зниженні тиску перед ним нижче 3 бар, таким чином даний клапан

забезпечує тиск у колекторі очищеної води щонайменше 3 бара, що необхідно для ефективної промивки напірних фільтрів, і дозволяє системі водопідготовки проводити промивку напірних фільтрів без повного припинення надходження очищеної води до резервуару очищеної води.

Заміна фільтруючого матеріалу

Після проходження нормованого терміну експлуатації фільтруючого матеріалу його необхідно замінити на новий.

Кожен з напірних фільтрів обладнаний роз'ємом для верхнього вивантаження.

Через роз'єм для вивантаження, за допомогою гідроелеватора або спеціалізованого вакуумного обладнання, проводиться вивантаження відпрацьованого фільтруючого матеріалу.

Після вивантаження відпрацьованого фільтруючого матеріалу необхідно перевірити нижню ковпачкові розподільчу систему на наявність механічних пошкоджень і при необхідності змінити пошкодженні ковпачки.

Ємність балону, після вивантаження фільтруючого матеріалу, на 60% заповнюється водою. Після цього засипається необхідна кількість матеріалу підложки, а потім – новий фільтруючий матеріал, в кількості необхідній для забезпечення необхідної висоти фільтруючого шару, що вказана в його паспортній документації. Після завантаження фільтруючого матеріалу роз'єм для вивантаження закривають.

Аналогічним чином проводиться заміна фільтруючого матеріалу в кожному з напірних фільтрів.

Потім проводиться примусова зворотна промивка кожного з напірних фільтрів до тих пір, поки в дренаж не йтиме чиста вода.

Після цієї процедури блок напірної фільтрації експлуатується в номінальному режимі.

Висновки

Провівши дослідження було визначено, що досить ефективним способом вилучення розчинних сполук заліза (Fe) з водних джерел є метод котрий передбачає застосування каталітичного фільтрувального завантажень із нанесеною окислювальною плівкою поверх гранул матеріалу. Експеримент було проведено за допомогою на кокосовому гранульованому активованому вугіллі Ecosoft ECOCARB з каталітичною засипкою KDDF. Також було визначено як відбувається заміна фільтруючого матеріалу до напірного фільтру.

4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1. Розрахунок фільтра

Необхідна площа фільтрів при водоповітряному (трьохступеневому) промиванні фільтруючого завантаження визначається за формулою:

$$F_{\phi} = \frac{Q_{\text{доба}}}{T \cdot V_H \cdot n_{\text{пром}} \cdot (w_1 \cdot t_1 + w_2 \cdot t_2 + w_3 \cdot t_3) - n_{\text{пром}} \cdot t_4 \cdot V_H}$$

$$F_{\phi} = \frac{73440}{18 \cdot 6 \cdot 3 \cdot (18 \cdot 0.33 + 3 \cdot 0.16 + 7 \cdot 6) - 3 \cdot 0.5 \cdot 6} = 4.68$$

$Q_{\text{доба}}$ – витрати води, що надходять на доочищення в фільтри за добу та визначаються за формулою:

$$Q_{\text{доба}} = q_c \cdot 3600 \cdot 24, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (2)$$

$$Q_{\text{доба}} = 0.85 \cdot 3600 \cdot 24 = 73440 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

q_c – середньосекундні витрати води, що надходять на доочищення в фільтри, $\text{м}^3/\text{с}$;

T – тривалість роботи станції очищення впродовж доби, години;

V_H – швидкість фільтрування при нормальному режимі експлуатації, $\text{м}/\text{годину}$, що приймається відповідно даних, наведених в табл. А.1.1 Додатка А;

w_1 – інтенсивність первісного розпушування верхнього шару завантаження фільтра (повітря повітря), $\frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$;

t_1 – тривалість подачі повітря (розпушування), години;

w_2 – інтенсивність подачі води для водоповітряного промивання, $\frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$;

t_3 – тривалість відмивання фільтра водою, години;

t_4 – час простою фільтра у зв'язку з промиванням ($t_4=0,33$ години при промиванні водою, $t_4=0,5$ години при промиванні водою та повітрям);

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Якимчук Р. Л.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Дембицька ДМ.	Назва, додаткова назва Розрахункова частина	221855.MP.10.001 ПЗ			
	Документ затверджено Якимчук МВ.		Інд. змін	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/25

$n_{пром}$ – кількість промивань одного фільтра за добу при нормальному режимі експлуатації, що визначається за формулою:

$$n_{пром} = \frac{24}{t_{\phi}}, \quad (3)$$

$$n_{пром} = \frac{24}{8} = 3,$$

t_{ϕ} – тривалість фільтроциклу при робочому (нормальному) режимі експлуатації, яку рекомендується приймати $t_{\phi}=8-12$ годин.

Отримане значення $n_{пром}$ округляється до максимально цілого числа.

Зазвичай величина $n_{пром}$ дорівнює 2 або 3.

Значення $w_1, t_1, w_2, t_2, w_3, t_3$ приймаються відповідно даних, наведених в табл. А.1.2 Додатка А. Крім того, значення t_1, t_2, t_3 , хвилини \rightarrow години.

2. Кількість фільтрів визначається за формулою:

$$N_{\phi} = 0,5 \cdot \sqrt{F_{\phi}}$$

$$N_{\phi} = 0,5 \cdot \sqrt{4.68} = 1$$

Площа одного фільтра не повинна перевищувати 100-120 м². Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшувати кількість фільтрів N_{ϕ} та здійснювати перерахунок.

Отримане значення N_{ϕ} округляється до максимально цілого числа.

Кількість фільтрів на станції очищення продуктивністю $Q_{доба} \leq 1600$ м³/добу повинна бути не меншою двох. При $Q_{доба} \geq 1600$ м³/добу кількість фільтрів повинна бути не меншою чотирьох.

3. Площа одного фільтра визначається за формулою:

$$F_1 = \frac{F_{\phi}}{N_{\phi}}, \text{ м}^2$$

$$F_1 = \frac{4.68}{1} = 4.68, \text{м}$$

Площа одного фільтра не повинна перевищувати 100-120 м². Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшувати кількість фільтрів N_ϕ та здійснювати перерахунок.

4. Діаметр вертикального напірного фільтра з зернистим завантаженням визначається за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_1}{\pi}}, \text{м}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 4.68}{3.14}} = 2.44$$

Приймається стандартний діаметр вертикального напірного фільтра D (значення якого наведено в табл. А.9.1 Додатка А), який повинен максимально наближатися до розрахункового. Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшувати кількість фільтрів N_ϕ , перераховувати діаметр вертикального напірного фільтра D та за табл. А.9.1 Додатка А приймати максимально наближений до нього стандартний діаметр. Після цього, необхідно перерахувати площу одного вертикального напірного фільтра за формулою:

$$F_1 = \frac{\pi \cdot (D)^2}{4}, \text{м}^2$$

$$F_1 = \frac{3.14 \cdot (2.44)^2}{4} = 1.91$$

5. Підбирається склад завантаження фільтра.

Загальна висота фільтруючого шару вертикального напірного фільтра з зернистим завантаженням визначається за формулою:

$$h_2 = h_{\phi.ш.} \cdot \left(1 + \frac{e}{100}\right), \text{м},$$

$$h_2 = 1 \cdot \left(1 + \frac{30\%}{100}\right) = 1.003$$

$h_{ф.ш.}$ – висота шару фільтруючого завантаження, що дорівнює $h_{ф.ш.}=1,0$ м;
 e – відносне розширення фільтруючого завантаження, що дорівнює $e=30\%$.

Вертикальні напірні фільтри з зернистим завантаженням не мають підтримуючого гравійного шару. Тому, в цьому випадку, для відведення доочищеної води та рівномірного розподілу промивної застосовують нижню збірно-розподільчу систему з щілинними ковпачками.

6. Приймається кількість резервних фільтрів.

Якщо $N_{ф} < 10$, то $N_p = 1$. Якщо $N_{ф} > 10$, то $N_p = 2$.

7. Перевіряється швидкість фільтрування.

Швидкість фільтрування при форсованому режимі експлуатації $V'_{ф}$ визначається за формулою:

$$V'_{ф} = V_{н} \cdot \frac{N_{ф}}{N_{ф} - N_p}$$

$$V'_{ф} = 6 \cdot \frac{1}{1-1} = 6$$

N_p – кількість фільтрів, що знаходяться в ремонті. При $N_{ф} < 20$ приймають $N_p = 1$; при $N_{ф} \geq 20$ – $N_p = 2$.

Отримане значення $V'_{ф}$ повинно відповідати рекомендованому в табл. А.1.1. Додатка А діапазону. Відхилення від рекомендованих значень швидкості фільтрування при форсованому режимі експлуатації можливо в розмірі не більше (менше) 5%, тобто

$$\Delta V_{ф} = \left| \frac{V'_{ф} - V_{ф}}{V_{ф}} \cdot 100\% \right| \leq 5\%$$

$$\Delta V_{ф} = \left| \frac{6-7}{7} \cdot 100\% \right| \leq 5\%$$

$V_{ф}$ – швидкість фільтрування при форсованому режимі експлуатації, м/годину, що приймається відповідно даних, наведених в табл. А.9.2 Додатка

А. Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшувати (зменшувати) значення швидкості фільтрування при нормальному режимі експлуатації V_H та здійснювати перерахунок.

8. Діаметр трубопроводу $D_{тр}$, що підводить стічну воду на доочищення в фільтри, визначається за формулою

$$D_{тр} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot v_{тр}}}, \text{ м,}$$

$$D_{тр} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.85}{3.14 \cdot 0.8}} = 1,$$

$v_{тр}$ – швидкість руху води в колекторі, що підводить стічну воду на доочищення в фільтри, яку рекомендується приймати $v_{тр} = 0,8 - 1,5$ м/с. Отримане значення $D_{тр}$ округляється до стандартного розміру діаметра.

9. Діаметр трубопроводу $d_{тр}$, що підводить стічну воду на доочищення в один фільтр, визначається за формулою

$$d_{тр} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot N_{\phi} \cdot v_{тр}}}, \text{ м.}$$

$$d_{тр} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.85}{3.14 \cdot 1 \cdot 1}} = 1.$$

Отримане значення $d_{тр}$ округляється до стандартного розміру діаметра.

10. Значення швидкостей руху води в колекторі ($v_{тр}$) / , що підводить стічну воду на доочищення в фільтри (один фільтр), уточнюються за формулами:

$$(v_{тр})' = \frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot (D_{тр})^2}, \text{ м/с;}$$

$$(v_{тр})' = \frac{4 \cdot 0.85}{3.14 \cdot (1)^2} = 1;$$

$$(v_{\text{тр}})' = \frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot N_{\phi} \cdot (d_{\text{тр}})^2}, \text{ м/с};$$

$$(v_{\text{тр}})' = \frac{4 \cdot 0.85}{3.14 \cdot 1 \cdot (1)^2} = 1,$$

Отримані значення $(v_{\text{тр}})'$ повинні відповідати рекомендованому діапазону $v_{\text{тр}}=0,8-1,5$ м/с. Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшувати (зменшувати) стандартний діаметр $D_{\text{тр}}$ ($d_{\text{тр}}$) та здійснювати перерахунок.

11. Розрахунок верхньої збірно-розподільчої системи вертикальних напірних фільтрів з зернистим завантаженням. Верхня збірно-розподільча система призначена для подачі в фільтр і рівномірного розподілу за площею поперечного перетину стічної води, що надходить на доочищення, а також для відведення з фільтра промивної води..

Верхня збірно-розподільча система фільтра складається з колектора та радіально приєднаних до нього розподільчих труб-променів з отворами

11.1. Діаметр вертикального колектора верхньої збірно-розподільчої системи фільтра дорівнює діаметру трубопроводу, що підводить стічну воду на доочищення в один фільтр, тобто

$$d_{\text{д}}^{\text{в}} = d_{\text{тр}} = 1 \text{ м}$$

11.2. Значення швидкості руху води, що надходить на доочищення на початку вертикального колектора верхньої збірно-розподільчої системи дорівнює значенню швидкості руху води в колекторі, що підводить стічну воду на доочищення в один фільтр, яка визначалася за формулою (15)

$$(v_{\text{тр}})' = \frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot N_{\phi} \cdot (d_{\text{тр}})^2}, \text{ м/с};$$

$$(v_{\text{тр}})' = \frac{4 \cdot 0.85}{3.14 \cdot 1 \cdot (1)^2} = 1$$

, тобто $(v_{\text{д}}^{\text{в}})' = (v_{\text{тр}})' = 1$ м/с.

11.3. Приймається кількість відгалужень верхньої збірно-розподільчої системи фільтра, значення якої повинно бути парним числом, тобто в $N_{\text{в}}^{\text{в}}=4, 6,$

8 ... штук. При цьому, слід зазначити, що при призначенні кількості відгалужень повинна виконуватися умова: $N_B^B \cdot d_B^B \leq \pi \cdot d_B^B$.

11.4. Діаметр відгалужень верхньої збірно-розподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$d_B^B = \sqrt{\frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot N_\phi \cdot N_B^B \cdot v_B^B}}, \text{ м,}$$

$$d_B^B = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.85}{3.14 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 1}} = 0.8$$

v_B^B -швидкість руху стічних вод, що надходять на доочищення в фільтр, на початку відгалужень верхньої збірно-розподільчої системи, яку рекомендується приймати $v_B^B = v_{тр} = 0,8 - 1,5$ м/с

Отримане значення d_B^B округляється до стандартного розміру діаметра.

11.5. Значення швидкості руху стічних вод, що надходять на доочищення в фільтр, на початку відгалужень верхньої збірно-розподільчої системи уточнюється за формулою:

$$(v_B^B)' = \frac{4 \cdot q_c}{\pi \cdot N_\phi \cdot N_B^B \cdot (d_B^B)^2}, \text{ м/с}$$

$$(v_B^B)' = \frac{4 \cdot 0.85}{3.14 \cdot 1 \cdot 4 \cdot (0.8)^2} = 1$$

Отримане значення $(v_B^B)'$ повинно відповідати рекомендованому діапазону

$v_B^B = 1,5 - 2,0$ м/с. Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшувати (зменшувати) стандартний діаметр d_B^B та здійснювати перерахунок.

11.6. Довжина відгалужень верхньої збірно-розподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$L_B^B = 0,9 \cdot \left(\frac{D - d_B^B}{2} \right), \text{ м.}$$

$$L_B^B = 0,9 \cdot \left(\frac{1 - 0.8}{2} \right) = 0.09$$

Отримане значення L_B^B округляється до першого знака після коми.

11.7. Необхідна сумарна площа всіх отворів у відгалуженнях верхньої збірнорозподільчої системи фільтра Σf_o^B визначається за формулою

$$\Sigma f_o = \frac{(0,18+0,22) \cdot F_1}{100}, \text{ м}^2$$
$$\Sigma f_o = \frac{(0,18 + 0,22) \cdot 4,68}{100} = 0,038$$

11.8. Приймається діаметр одного отвору на відгалуженні верхньої збірнорозподільчої системи фільтра, величину якого рекомендується приймати $d_o^B = 10 - 12 \text{ мм} = 0,01 - 0,012 \text{ м}$.

11.9. Площа одного отвору на відгалуженні верхньої збірно-розподільчої системи фільтра f_o^B визначається за формулою

$$f_o = \frac{\pi \cdot (d_o)^2}{4}, \text{ м}^2.$$
$$f_o = \frac{3,14 \cdot (0,011)^2}{4} = 9,5$$

11.10. Загальна кількість отворів у верхній збірно-розподільчій системі фільтра

Σn_o^B визначається за формулою:

$$\Sigma n_o = \frac{\Sigma f_o}{f_o}, \text{ штуки.}$$

$$\Sigma n_o = \frac{\Sigma 9,5}{9,5} = 1$$

11.11. Кількість отворів на одному відгалуженні верхньої збірно-розподільчої системи фільтра Σn_o^B визначається за формулою

$$n_o = \frac{\Sigma n_o}{N_B}, \text{ штуки.}$$
$$n_o = \frac{\Sigma 1}{4} = 0,25$$

Отримане значення n_o округляється до парного цілого числа, тому що отвори розташовуються з двох сторін одного відгалуження. Таким чином, з кожної

сторони відгалуження дренажної (розподільчої) системи фільтра розміщують $\frac{n_0}{2} = 0.125$ штук отворів.

11.12. Відстань між віссю отворів на одному відгалуженні верхньої збірно-розподільчої системи фільтра r_0^B визначається за формулою

$$r_0 = \frac{L_B}{n_0}, \text{ v.}$$

Отвори на відгалуженнях верхньої збірно-розподільчої системи фільтра розташовуються в два ряди у шаховому порядку під кутом 45° до вертикальної осі.

12. Розрахунок нижньої збірно-розподільчої системи вертикального напірного фільтра з зернистим завантаженням. Нижня збірно-розподільча система складається з горизонтального колектора, що спирається своїм відведенням в нижнє еліптичне днище корпусу фільтра, розподільчих труб та підтримуючого пристрою.

На розподільчі труби приварюються штуцера, на які накручуються щілинні ковпачки. Після монтажу пристрою відбувається заливка бетоном із цементною стяжкою так, щоб незабетонованими залишалися тільки різьбові штуцера, які призначені для встановлення щілинних ковпачків.

12.1. Витрати промивної води $q_{\text{пр}}$ визначаються за формулою

$$q_{\text{пр}} = \frac{F_1 \cdot W_{\text{вода}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{с}$$

$$q_{\text{пр}} = \frac{4.68 \cdot 10}{1000} = 0.04$$

$W_{\text{вода}}$ -інтенсивність подачі води на промивання фільтруючого завантаження, $\frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$. Для визначення витрат промивної води з таблиці, в якій наведено характеристику режимів промивання даного типа фільтра (Додаток А), обирається найбільше значення інтенсивності.

12.2. Діаметр колектора нижньої збірно-розподільчої системи фільтра d_d визначається за формулою

$$d_d = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{пр}}}{\pi \cdot v_d}}, \text{ м,}$$

$$d_d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.04}{3.14 \cdot 1.5}} = 0.18$$

v_d – швидкість руху промивної води на початку колектора дренажної (розподільчої) системи фільтра, яку рекомендується приймати $v_d=1,5-2,0$ м/с.

Отримане значення d_d округляється до стандартного розміру діаметра.

12.3. Значення швидкості руху промивної води на початку колектора нижньої збірно-розподільчої системи фільтра (v_d) / уточнюється за формулою

$$(v_d)' = \frac{4 \cdot q_{\text{пр}}}{\pi \cdot (d_d)^2}, \text{ м/с.}$$

$$(v_d)' = \frac{4 \cdot 0.04}{3.14 \cdot (0.18)^2} = 1.57$$

Отримане значення (v_d) / повинно відповідати рекомендованому діапазону $v_d=1,5-2,0$ м/с. Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшувати (зменшувати) стандартний діаметр d_d та здійснювати перерахунок.

12.4. Кількість відгалужень у вигляді горизонтальних сталевих труб з кожної сторони колектора нижньої збірно-розподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$N_B = \frac{D}{l_B}, \text{ штуки,}$$

$$N_B = \frac{1}{0.25} = 5$$

l_B – відстань між відгалуженнями нижньої розподільчої системи фільтра, яку рекомендується приймати $l_B=0,25-0,35$ м. Отримане значення N_B округлюється до непарного цілого числа (5, 7, 9 ...).

12.5. Відстань між відгалуженнями нижньої збірно-розподільчої системи фільтра уточнюється за формулою:

$$(l_B)' = \frac{D}{N_B}, \text{ м.}$$

$$(l_B)' = \frac{1}{5} = 0.2$$

Отримане значення $(l_B)'$ повинно відповідати рекомендованому діапазону $l_B=0,25-0,35$ м. Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшувати (зменшувати) кількість відгалужень нижньої розподільчої системи фільтра N_B та здійснювати перерахунок.

12.6. Діаметр відгалужень нижньої збірно-розподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$d_B = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{пр}}}{\pi \cdot 2 \cdot N_B \cdot v_B}}, \text{ м,}$$

$$d_B = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.04}{3.14 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 1.6}} = 0.056,$$

v_B – швидкість руху промивної води на початку відгалужень нижньої розподільчої системи фільтра, яку рекомендується приймати $v_B=1,6-2,0$ м/с.

Отримане значення d_B округляється до стандартного розміру діаметра.

12.7. Значення швидкості руху промивної води на початку відгалужень нижньої розподільчої системи фільтра уточнюється за формулою:

$$(v_B)' = \frac{4 \cdot q_{\text{пр}}}{\pi \cdot 2 \cdot N_B \cdot (d_B)^2}, \text{ м/с.}$$

$$(v_B)' = \frac{4 \cdot 0.04}{3.14 \cdot 2 \cdot 5 \cdot (0.056)^2} = 1.62$$

Отримане значення $(v_B)'$ повинно відповідати рекомендованому діапазону $v_B=1,6-2,0$ м/с. Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшувати (зменшувати) стандартний діаметр d_B та здійснювати перерахунок.

Відгалуження розрахованого діаметру у вигляді горизонтальних сталених труб приварюються до колектора під прямим кутом.

12.8. На штуцерах відгалужень прикріплюються фарфорові щілинні дренажні ковпачки ВТІ-5 або ВТІ-2.

Необхідна сумарна площа всіх щілин у дренажних ковпачках нижньої розподільчої системи повинна складати 0,8-1% від робочої площі фільтра.

Необхідна сумарна площа всіх щілин у дренажних ковпачках нижньої розподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$\Sigma f_{щ} = \frac{(0,8+1) \cdot F_1}{100}, \text{ м}^2.$$

$$\Sigma f_{щ} = \frac{(0,8+1) \cdot 1,91}{100} = 0,015$$

12.9. Площа щілин на кожному ковпачку ВТІ-5 складає $f_{щ}=192 \text{ мм}^2 = 0,000192 \text{ м}^2$; на ковпачку ВТІ-2 – $f_{щ}=240 \text{ мм}^2 = 0,00024 \text{ м}^2$.

12.10. Загальна кількість ковпачків на відгалуженнях нижньої збірнорозподільчої системі фільтра визначається за формулою:

$$\Sigma n_k = \frac{\Sigma f_{щ}}{f_{щ}}, \text{ штуки.}$$

$$\Sigma n_k = \frac{0,015}{0,000192} = 78$$

Отримане значення Σn_k округляється до максимально цілого числа.

12.11. Кількість ковпачків, що приходить на 1 м^2 фільтра, перевіряється за формулою:

$$\frac{\Sigma n_k}{F_1} = 40 \text{ штук/1м}^2.$$

$$\frac{\Sigma n_k}{F_1} = \frac{78}{1,91} = 40$$

Отримане значення повинно відповідати рекомендованому діапазону – не менше 35-50 штук на 1 м^2 фільтра.

12.12. Оскільки фільтр має в плані круглий перетин, то відгалуження з кожної сторони колектора нижньої розподільчої системи будуть різної довжини. Тому необхідно визначити довжину кожного відгалуження.

Наприклад, приймається 13 відгалужень з однієї сторони колектора розподільчої системи. Центральне відгалуження (перше) буде найдовшим, а інші відгалуження (з другого по дванадцяте) будуть парні відносно найдовшого:

- довжина найдовшого (першого) відгалуження нижньої збірно-розподільчої

системи фільтра визначається за формулою:

$$L_B^1 = 0,9 \cdot \left(R - \frac{d_d}{2} \right), \text{ м};$$

$$L_B^1 = 0,9 \cdot \left(0,5 - \frac{0,18}{2} \right) = 0,04$$

- довжина другого (восьмого) відгалуження нижньої збірно-розподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$L_B^2 = L_B^8 = 0,9 \left[\left(\sqrt{(R)^2} - (l')^2 \right) - \frac{d_d}{2} \right], \text{ м};$$

$$L_B^2 = L_B^8 = 0,9 \left[\left(\sqrt{(0,5)^2} - (0,2)^2 \right) - \frac{0,18}{2} \right] = 1,8,$$

- довжина третього (дев'ятого) відгалуження нижньої збірно-розподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$L_B^3 = L_B^9 = 0,9 \left[\left(\sqrt{(R)^2} - (2 \cdot l'_B)^2 \right) - \frac{d_d}{2} \right], \text{ м};$$

$$L_B^3 = L_B^9 = 0,9 \left[\left(\sqrt{(0,5)^2} - (2 \cdot 0,2)^2 \right) - \frac{0,18}{2} \right] = 0,09$$

- довжина четвертого (десятого) відгалуження нижньої збірно-розподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$L_B^4 = L_B^{10} = 0,9 \left[\left(\sqrt{(R)^2} - (3 \cdot l'_B)^2 \right) - \frac{d_d}{2} \right], \text{ м};$$

$$L_B^4 = L_B^{10} = 0,9 \left[\left(\sqrt{(0,5)^2} - (3 \cdot 0,2)^2 \right) - \frac{0,18}{2} \right] = 1,7,$$

- довжина п'ятого (одинадцятого) відгалуження нижньої збірно-розподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$L_B^5 = L_B^{11} = 0,9 \left[\left(\sqrt{(R)^2} - (4 \cdot l'_B)^2 \right) - \frac{d_d}{2} \right], \text{ м};$$

$$L_B^5 = L_B^{11} = 0,9 \left[\left(\sqrt{(0,5)^2} - (4 \cdot 0,2)^2 \right) - \frac{0,18}{2} \right] = 3,5,$$

- довжина шостого (дванадцятого) відгалуження нижньої збірно-розподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$L_B^6 = L_B^{12} = 0,9 \left[\left(\sqrt{(R)^2} - (5 \cdot l'_B)^2 \right) - \frac{d_A}{2} \right], \text{м};$$

$$L_B^6 = L_B^{12} = 0,9 \left[\left(\sqrt{(0,5)^2} - (5 \cdot 0,2)^2 \right) - \frac{0,18}{2} \right] = 5,3,$$

- довжина сьомого (тринадцятого) відгалуження нижньої збірно-розподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$L_B^7 = L_B^{13} = 0,9 \left[\left(\sqrt{(R)^2} - (6 \cdot l'_B)^2 \right) - \frac{d_A}{2} \right], \text{м};$$

$$L_B^7 = L_B^{13} = 0,9 \left[\left(\sqrt{(0,5)^2} - (6 \cdot 0,2)^2 \right) - \frac{0,18}{2} \right] = 7,1$$

R – радіус вертикального напірного фільтра, що дорівнює $D/2$, м.

Отримані значення L_B^i округляються до першого знака після коми.

12.13. Сумарна довжина всіх відгалужень нижньої розподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$\sum L_B = 4 \cdot (L_B^2 + L_B^3 + L_B^4 + L_B^5 + L_B^6 + L_B^7) + 2 \cdot L_B^1, \text{м}.$$

$$\sum L_B = 4 \cdot (1,8 + 0,09 + 1,7 + 3,5 + 5,3 + 7,1) + 2 \cdot 0,04 = 78,04$$

12.14. Середня відстань між дренажними ковпачками нижньої збірнорозподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$l_k = \frac{\sum L_B}{\sum n_k}, \text{м}.$$

$$l_k = \frac{\sum 78,04}{\sum 78} = 1$$

Отримане значення l_k округляється до першого знака після коми.

12.15. Кількість ковпачків на кожному відгалуженні нижньої збірно-розподільчої системи фільтра визначається за формулами:

- кількість ковпачків на найдовшому (першому) відгалуженні нижньої збірно-розподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$n_k^1 = \frac{L_B^1}{l_k}, \text{м};$$

$$n_k^1 = \frac{0,04}{1} = 0,04$$

- кількість ковпачків на другому (восьмому) відгалуженні нижньої збірнорозподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$n_k^2 = n_k^8 = \frac{L_B^2}{l_k}, M;$$

$$n_k^2 = n_k^8 = \frac{1.8}{1} = 2,$$

- кількість ковпачків на третьому (дев'ятому) відгалуженні нижньої збірнорозподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$n_k^3 = n_k^9 = \frac{L_B^3}{l_k}, M;$$

$$n_k^3 = n_k^9 = \frac{0.09}{1} = 0.09$$

- кількість ковпачків на четвертому (десятому) відгалуженні нижньої збірнорозподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$n_k^4 = n_k^{10} = \frac{L_B^4}{l_k}, M;$$

$$n_k^4 = n_k^{10} = \frac{1.7}{1} = 1$$

- кількість ковпачків на п'ятому (одинадцятому) відгалуженні нижньої збірно-розподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$n_k^5 = n_k^{11} = \frac{L_B^5}{l_k}, M;$$

$$n_k^5 = n_k^{11} = \frac{3.5}{1} = 3$$

- кількість ковпачків на шостому (дванадцятому) відгалуженні нижньої збірно-розподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$n_k^6 = n_k^{12} = \frac{L_B^6}{l_k}, M;$$

$$n_k^6 = n_k^{12} = \frac{5.3}{1} = 5$$

- кількість ковпачків на сьомому (тринадцятому) відгалуженні нижньої збірно-розподільчої системи фільтра визначається за формулою:

$$n_k^7 = n_k^{13} = \frac{l_B^7}{l_k}, \text{М.}$$

$$n_k^7 = n_k^{13} = \frac{7.1}{1} = 7$$

Отримані значення n_k^i округляються до максимального цілого числа.

12.16. Витрати промивної води в розрахунку на один дренажний ковпачок нижньої збірно-розподільчої системи фільтра визначаються за формулою:

$$q_k = \frac{q_{\text{пр}}}{\sum n_k}, \text{М}^3/\text{с}.$$

$$q_k = \frac{0.04}{78} = 1950$$

12.17. Швидкість промивної води, що проходить крізь щілину ковпачка нижньої збірно-розподільчої системи фільтра, визначається за формулою:

$$v_{\text{щ}} = \frac{q_k}{f_{\text{щ}}}, \text{М/с.}$$

$$v_{\text{щ}} = \frac{1950}{0,000192} = 10156$$

12.18. Витрати промивної води, що приходяться на найдовше відгалуження нижньої збірно-розподільчої системи фільтра з найбільшою кількістю ковпачків, визначаються за формулою:

$$q_{\text{пр}}^1 = q_k \cdot n_k^1, \text{М}^3/\text{с.}$$

$$q_{\text{пр}}^1 = 1950 \cdot 0.04 = 78,$$

12.19. Діаметр найдовшого відгалуження нижньої збірно-розподільчої системи фільтра з найбільшою кількістю ковпачків визначається за формулою:

$$d_B^1 = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{пр}}^1}{\pi \cdot v_B}}, \text{М,}$$

$$d_B^1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 78}{3.14 \cdot 1.62}} = 8$$

v_B – швидкість руху промивної води на початку найдовшого відгалуження з

найбільшою кількістю ковпачків, яку рекомендується приймати $v_B=1,6-2,0$ м/с.

Отримане значення d_B^1 округляється до стандартного розміру діаметра.

12.20. Значення швидкості руху промивної води на початку найдовшого відгалуження з найбільшою кількістю ковпачків уточнюється за формулою:

$$(v_B)' = \frac{4 \cdot q_{np}^1}{\pi \cdot (d_B^1)^2}, \text{ м/с.}$$

$$(v_B)' = \frac{4 \cdot 78}{3,14 \cdot (8)^2} = 1,55$$

Отримане значення $(v_B)'$ повинно відповідати рекомендованому діапазону $v_B=1,6-2,0$ м/с. Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшувати (зменшувати) стандартний діаметр 1 в d та здійснювати перерахунок.

13. Розрахунок пристроїв для збору та відведення промивної води. Відведення промивної води з вертикального напірного фільтра з зернистим завантаженням здійснюється за допомогою водозбірної воронки.

13.1. Діаметр водозбірної воронки вертикального напірного фільтра визначається за формулою:

$$d_{в.в.} = (0,2 \div 0,25) \cdot D, \text{ м.}$$

$$d_{в.в.} = (0,2 \div 0,25) \cdot 1 = 0,8$$

Отримане значення $d_{в.в.}$ округляється до стандартного розміру діаметра.

13.2. Діаметр трубопроводу d_{np} , що відводить промивну воду з вертикального напірного фільтра, визначається за формулою:

$$d_{np} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{np}}{\pi \cdot v_{np}}}, \text{ м,}$$

$$d_{np} = \sqrt{\frac{4 \cdot 78}{3,14 \cdot 1,62}} = 8$$

v_{np} – швидкість руху промивної води в кінці трубопроводу, яку рекомендується приймати $v_{np}=1,0-1,5$ м/с.

Отримане значення $d_{\text{пр}}$ округляється до стандартного розміру діаметра.

13.3. Значення швидкості руху промивної води в трубопроводі $(v_{\text{пр}})'$, що відводить її з вертикального напірного фільтра, уточнюється за формулою:

$$(v_{\text{в}})' = \frac{4 \cdot q_{\text{пр}}}{\pi \cdot (d_{\text{пр}})^2}, \text{ м/с.}$$

$$(v_{\text{в}})' = \frac{4 \cdot 78}{3.14 \cdot (8)^2} = 1.5$$

Отримане значення $(v_{\text{пр}})'$ повинно відповідати рекомендованому діапазону $v_{\text{пр}}=1,0-1,5$ м/с. Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшувати (зменшувати) стандартний діаметр $d_{\text{пр}}$ та здійснювати перерахунок.

14. Витрати повітря $q_{\text{повітря}}$ визначаються за формулою:

$$q_{\text{повітря}} = \frac{F_1 \cdot W_{\text{повітря}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{с},$$

$$q_{\text{повітря}} = \frac{4.68 \cdot 18}{1000} = 0.08$$

$W_{\text{повітря}}$ – інтенсивність подачі повітря, значення якої обирається з таблиці, в якій наведено характеристику режимів промивання даного типу фільтра (Додаток А), $\frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$.

15. Діаметр трубопроводу $d_{\text{д}}^{\text{п}}$, що підводить повітря до дренажних ковпачків, визначається за формулою :

$$d_{\text{д}}^{\text{п}} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{повітря}}}{\pi \cdot v_{\text{повітря}}}}, \text{ м},$$

$$d_{\text{д}}^{\text{п}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.08}{3.14 \cdot 17}} = 0.07$$

При цьому, швидкість руху повітря на вході до трубопроводу, що підводить повітря до дренажних ковпачків, рекомендується приймати $v_{\text{повітря}}=15-20$ м/с.

16. Значення швидкості руху повітря на вході до трубопроводу $(v_{\text{повітря}})'$, що підводить повітря до дренажних ковпачків, уточнюється за формулою:

$$(v_{\text{повітря}})' = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{повітря}}}{\pi \cdot (d_{\text{д}}^{\text{п}})^2}}, \text{ м/с},$$

$$(v_{\text{повітря}})' = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.08}{3.14 \cdot (0.07)^2}} = 4.5$$

Отримане значення $(v_{\text{повітря}})'$ повинно відповідати рекомендованому діапазону $v_{\text{повітря}}=15-20$ м/с. Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшувати (зменшувати) стандартний діаметр $d_{\text{дта}}$ здійснювати перерахунок.

17. Діаметр трубопроводу для відведення води після її доочищення в фільтрах $D_{\text{к}}$ визначається за формулою:

$$D_{\text{к}} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{с}}}{\pi \cdot v_{\text{к}}}}, \text{м},$$

$$D_{\text{к}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.85}{3.14 \cdot 1.5}} = 0.8$$

$v_{\text{к}}$ – швидкість руху доочищеної води в кінці трубопроводу, яку рекомендується приймати $v_{\text{к}}=1,0-1,5$ м/с. Отримане значення $D_{\text{к}}$ округляється до стандартного розміру діаметра.

18. Діаметр трубопроводу для відведення води після її доочищення в одному фільтрі $d_{\text{к}}$ визначається за формулою:

$$d_{\text{к}} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{с}}}{\pi \cdot N_{\text{ф}} \cdot v_{\text{к}}}}, \text{м}.$$

$$d_{\text{к}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.85}{3.14 \cdot 1 \cdot 1.5}} = 0.8$$

Отримане значення $d_{\text{к}}$ округляється до стандартного розміру діаметра.

19. Значення швидкостей руху води в кінці трубопроводу для відведення води після її доочищення в фільтрах (одному фільтрі) $(v_{\text{к}})'$ уточнюються за формулами

$$(v_{\text{к}})' = \frac{4 \cdot q_{\text{с}}}{\pi \cdot (D_{\text{к}})^2}, \text{м/с}.$$

$$(v_{\text{к}})' = \frac{4 \cdot 0.85}{3.14 \cdot (0.8)^2} = 1.69$$

$$(v_{\text{к}})' = \frac{4 \cdot q_{\text{с}}}{\pi \cdot N_{\text{ф}} \cdot (d_{\text{к}})^2}, \text{м/с}.$$

$$(v_k)' = \frac{4 \cdot 0.85}{3.14 \cdot 1 \cdot (0.8)^2} = 1.69$$

Отримані значення $(v_k)'$ повинні відповідати рекомендованому діапазону $v_k=1,0-1,5$ м/с. Якщо ця умова не виконується, необхідно збільшувати (зменшувати) стандартний діаметр D_k (d_k) та здійснювати перерахунок.

20. Загальна висота вертикального напірного фільтра H визначається за формулою:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \text{М},$$

h_3 – висота шару води над поверхнею шару фільтруючого завантаження, яку рекомендується приймати $h_3 \geq 2$ м;

h_4 – перевищення будівельної висоти над розрахунковим рівнем води, яке рекомендується приймати $h_4 \geq 0,5$ м.

При цьому, висота підзавантажувального простору h_1 визначається за формулою:

$$h_1 = d_d + d_d^{\text{п}} + h_{\text{ав}}, \text{М},$$

$$h_1 = 7.9 + 0.15 + 0.1 = 8.15$$

d_d – визначається при розрахунку трубчастої дренажної (розподільчої) системи фільтра за формулою:

$$d_d = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{пр}}}{\pi \cdot v_d}}, \text{М},$$

$$d_d = \sqrt{\frac{4 \cdot 78}{3.14 \cdot 1.57}} = 7.9$$

v_d – швидкість руху промивної води на початку колектора дренажної (розподільчої) системи фільтра, яку рекомендується приймати $v_d=1,5-2,0$ м/с.

$d_d^{\text{п}}$ – визначається при розрахунку повітряної розподільчої системи фільтра за формулою:

$$d_d^{\text{п}} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{повітря}}}{\pi \cdot v_{\text{повітря}}}}, \text{М},$$

$$d_d^p = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.08}{3.14 \cdot 4.5}} = 0.15$$

$V_{\text{повітря}}$ – швидкість руху повітря на вході в колектор повітряної розподільчої системи фільтра, яку рекомендується приймати $V_{\text{повітря}}=7-10$ м/с.

Отримане значення d_d^p округляється до стандартного розміру діаметра.

Концентрація забруднень у воді після її доочищення в фільтрах за вмістом завислих речовин ($C_{\text{кінцева}}^{\text{завис}}$) та показником БСК_{повн} ($C_{\text{кінцева}}^{\text{БСК}}$) визначається за формулами:

- за вмістом завислих речовин:

$$C_{\text{кінцева}}^{\text{завис}} = C_{\text{поч}}^{\text{завис}} - \left(\frac{E_{\text{БСК}} \cdot C_{\text{поч}}^{\text{завис}}}{100} \right), \text{МГ/Л};$$

$$C_{\text{кінцева}}^{\text{завис}} = 20 - \left(\frac{75 \cdot 20}{100} \right) = 5$$

- за показником БСК_{повн}:

$$C_{\text{кінцева}}^{\text{БСК}} = C_{\text{поч}}^{\text{БСК}} - \left(\frac{E_{\text{БСК}} \cdot C_{\text{поч}}^{\text{БСК}}}{100} \right), \text{МГ/Л}.$$

$$C_{\text{кінцева}}^{\text{БСК}} = 15 - \left(\frac{65 \cdot 15}{100} \right) = 5.25$$

4.2 Підбір конструкційних матеріалів

Нержавіюча сталь-одна з високофункціональних матеріалів. За рахунок різноманіття марок і типів поверхонь вона може відповідати багатьом вимогам, з огляду на конкретні потреби, котрі ставляться перед матеріалом.

Стійкість до корозії очевидна завдяки утворенню на металевій поверхні оксидного шару хрому. Данний шар надійно захищає поверхню від несприятливого впливу механічних та хімічних чинників, гарантуючи при цьому стабільні антикорозійні властивості металу.

Нержавіюча сталь марки AISI 316- є одною з найбільш популярних

різновидів нержавіючої сталі. Фактично, це видозмінена марка AISI 304, в яку додають 2.5% молибдену. За рахунок цього вона здобуває деяких особливостей, а саме підвищену стійкість до агресивних впливів, високих температур та корозії. Це високоміцний, пластичний та жаростійкий метал.

4.3. Технологія машинобудування

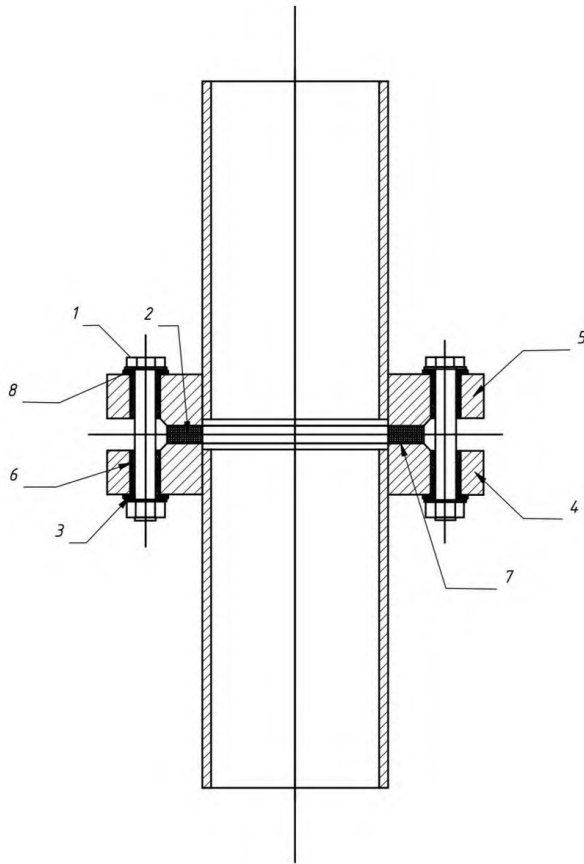


Рис. З'єднання двох фланців з трубопроводом

1-шпилька; 2, 7-прокладка; 3, 8-шайба; 4, 5, 6-фланець

Основним процесом з'єднання двох фланців з трубопроводом виглядає наступним чином:

1. Обидва фланці повинні бути належним чином підготовлені до з'єднання. Це означає що необхідно видалити будь які забруднення, окарбованих фарб або інші матеріали з поверхонь фланців.

2. Кінці труб мають бути ретельно оброблені, щоб усунути гострі краї та

забезпечити рівність та герметичність з'єднання.

3. Ущільнювальне кільце поміщається між двох фланців, що служить для запобігання витоку рідини.

4. Болти просовуються через отвори в фланцях, і гайки закручуються для фіксації фланцевого з'єднання. Болти необхідно затягувати крок за кроком, спочатку слабше, а потім сильніше, забезпечуючи рівномірний тиск на ущільнювальне кільце.

5. Після затягування болтів важливо перевірити герметичність з'єднання, для уникнення витоку рідини.

4.4. Правила монтажу, та технічного сервісу модернізованого обладнання.

Фільтр розрахований на встановлення в закритому приміщенні та експлуатацію при позитивній температурі та відносній вологості навколишнього повітря, при якій забезпечується відсутність запотівання поверхні апарату та трубопроводів.

1. Монтаж фільтра провадиться в наступній послідовності:

- Використовуючи для стропування вуха, розташовані на верхньому днищі фільтра, встановити фільтр на фундамент вертикально (по схилу) з допустимим відхиленням поздовжньої осі корпусу від вертикалі не більше 2 мм. на 1 м висоти.

- приварити опори апарату до закладних елементів фундаменту;

- розкрити кришки лазів;

- провести огляд внутрішньої поверхні апарату на наявність заводських дефектів;

- Встановити горизонтально верхній розподільний пристрій ВРУ.

- Провести контрольне складання розподільчих труб нижнього розподільчого пристрою НРУ для забезпечення необхідної якості монтажу.

Необхідно також звернути увагу на ретельну підгонку конусів розподільчих труб в отворах колектора, на правильне розташування та приварювання до

труб пластин у місцях кріплення їх до спеціальних смуг. Провести при розбиранні маркування труб.

2. Роботи зі збирання технологічних трубопроводів:

- очистити внутрішні порожнини трубопроводів від забруднень та промити їх струменем води;
- зняти заглушки зі штуцерів фільтра та приєднати до них технологічні трубопроводи та здійснити приєднання ФОВ до трубопроводів без натягу.

3. 3. Після припинення монтажних робіт піддати фільтр гідравлічному випробуванню в заданому порядку:

- заповнити фільтр та технологічні трубопроводи водою;
- довести тиск, поступово збільшуючи його до величини пробного гідравлічного тиску ($P_T=0,9$ МПа) та витримати фільтр при пробному тиску протягом 10 хвилин;
- знизити тиск до робочої величини та провести ретельний зовнішній огляд фільтру та трубопроводів;
- необхідно простежити під час проведення гідравлічного випробування у тому, щоб у фільтрі був " повітряного мішка " , тобто щоб фільтр повністю заповнений водою;
- забороняється під час гідравлічного випробування проведення будь-яких робіт, крім підтягування гайок, болтів та фланцевих шпильок та інших з'єднань.

4. Фільтр вважається таким, що витримав гідравлічне випробування, якщо в процесі не виявлено:

- падіння тиску (за манометром);
- ознак розриву, протікання;
- потіння в зварних з'єднаннях та в основному металі;
- течі та потіння у фланцевих роз'ємах;
- Видимих залишкових деформацій металу.

Далі скинути тиск у фільтрі до атмосферного, здренувати воду, відкрити лаз, зробіть демонтаж внутрішніх пристроїв.

5.ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ КЕРУВАННЯ

Автоматизація повсюдно рахується головним, найбільш перспективним напрямком в розвитку промислового виробництва. Завдяки звільненню людини від безпосередньої участі у виробничих процесах, а також високій концентрації основних операцій значно поліпшуються умови праці і економічні показники виробництва. Саме визначення автоматизації можна трактувати так:автоматизація –це застосування технічних засобів з метою повної або часткової заміни участі людини в процесах отримання або перетворення ,а також передачі та використання енергії,матеріалів та інформації.

Принцип роботи автоматичного управління системою можна умовно розділити на системи управління окремими блоками ліній, які взаємопов'язані між собою. Керування роботою обладнання лінії здійснюється програмованими логічними контролерами (ПЛК),контроль за їхнім перебігом технологічного процесу та внесенням в нього змін операторами забезпечує програмовані термінали. Для їхнього дистанційного контролю та управління технологічного процесу в режимі реального часу використовується ПК з окремо встановленим програмним забезпеченням для комп'ютерної візуалізації Omron CX-Supervisor

Автоматизація 1000	Оаоі-га осаіааігу Веіа-оє Д. Е.	Аєа аієоіагоа Ітуірааєіа саіепа	Ііааооі аієоіагоа			
Аєаігее аієоіагоа 1000	Вісїагее аієоіагоа Ааі аєоіеа АІ. Аієоіаго саааааігу Веіа-оє І А	Гааа, аіааоєгаа гааа Принципи автоматизованого управління об'єкта	221855.І Д.10.005 ІС Ча. сїу. Ааа аєааігу І гаа UA Ааааа 1/3			

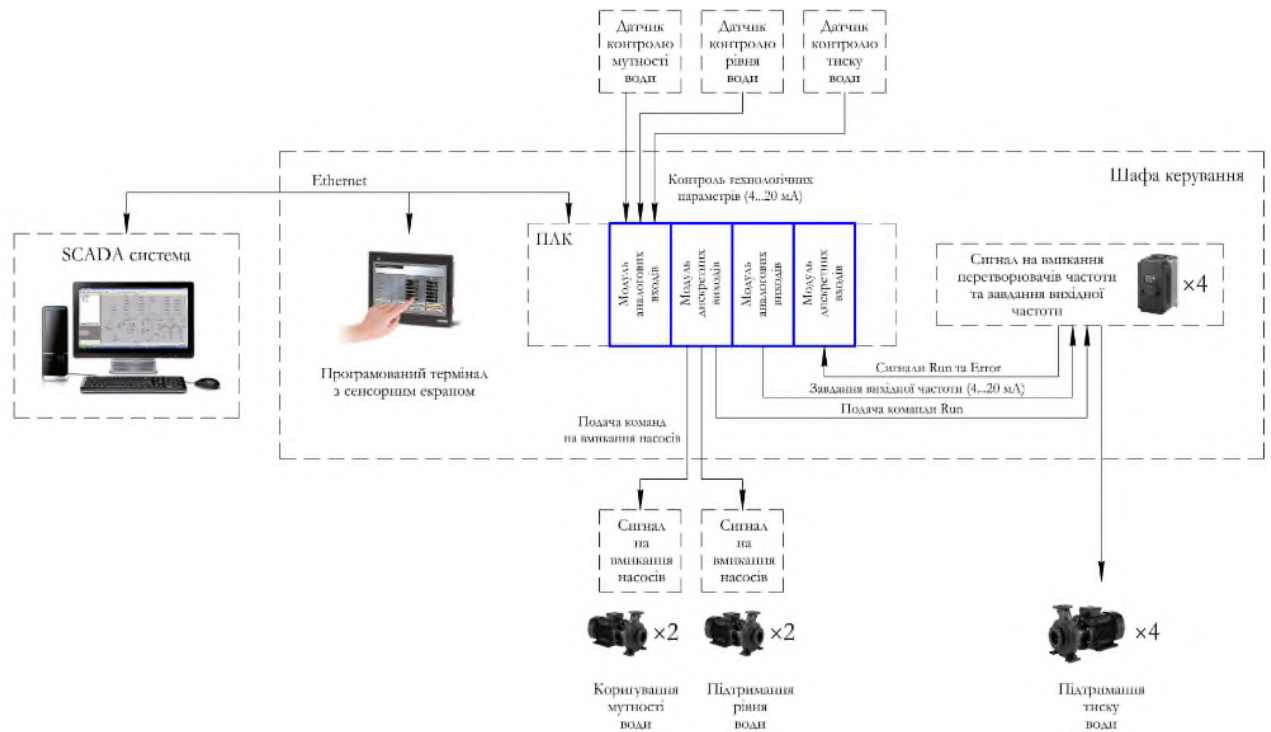


Рис. Структурна схема автоматичного управління системою

Таб. Елементи автоматичного управління системою

SCADA система	Система, що проводить збір, обробку, відображення та архівування інформації щодо об'єкту в реальному часі.
Програмований термінал з сенсорним екраном	Термінал котрий призначений для керування роботою системи, а саме вибір режиму роботи, відображення інформації про перебіг технологічних операцій.
Шафа керування	Комплекс з контролюючих та керуючих пристроїв, котрий зібраний в єдиному корпусі .
Датчик контролю рівня води	Пристрій, що призначений для визначення рівня рідини, зокрема води в резервуарах
Датчик контролю тиску рідини	Вимірювальний прилад, що встановлюється у трубопровідних системах та деяких резервуарах.

Контроль технологічних параметрів

Передбачає перевірку реєстрації параметрів: тиск, витрата, «пуск», «зупинка» насосів та вентиляторів, сигналізацію про вихід параметрів за допустимі межі.

6. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

У сучасному виробничому середовищі окремі заходи щодо поліпшення умов праці та запобігання травматизації не ефективними. Тому підсистеми управління охороною праці були створені та інтегровані в загальну систему управління виробництвом. Таким чином, управління охороною праці – це комплекс, що охоплює програми з підготовки, прийняття та реалізації рішень (організаційних, технічних і лікувально-профілактичних заходів), спрямованих на забезпечення безпеки, збереження здоров'я і працездатності людини на робочому місці.

Відомо, що відповідає за безпеку праці роботодавець. Одним із його обов'язків є організація і проведення інструктажів з охорони праці.

Навчання та інструктаж з питань охорони праці має проводитися з усіма працівниками під час їх трудової діяльності незалежно від форми власності і видів діяльності підприємства. Крім того, наказом Держгірпромнагляду від 23.12 1993 р. № 196 затверджений Перелік робіт з підвищеною небезпекою, який передбачає спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці не рідше одного разу на рік.

Відповідальність за організацію навчання та перевірку знань з охорони праці на підприємстві покладається на його керівника, а в структурних підрозділах (цеху, дільниці, лабораторії, майстерні тощо) — на керівників цих підрозділів. Контроль за навчанням і періодичністю перевірки знань з питань охорони праці здійснює служба охорони праці.

Вступний інструктаж з охорони праці проводиться з усіма працівниками, які тільки працевлаштувалися незалежно від їх освіти, стажу роботи за професією, працівниками, які перебувають у відрядженні на підприємстві і беруть безпосередню участь у виробничому.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Дембицька ДМ.	<i>Назва, додаткова назва</i> Заходи з охорони праці та охорони довкілля	221855.МР.10.005 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/8

Первинний інструктаж проводять на робочому місці до початку роботи з: працівником, який тільки прибув на підприємство, працівником, якого переводять з одного цеху виробництва в інший тощо. Повторний інструктаж проводять на робочому місці з усіма робітниками: на роботах з підвищеною небезпекою — 1 раз на квартал, на інших роботах — 1 раз на півріччя. Позаплановий інструктаж проводять з працівниками на робочому місці або у кабінеті охорони праці під час запровадження нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці. Цільовий інструктаж проводять з працівниками за виконанні разових робіт, не пов'язаних з безпосередніми спеціальності (навантаження, розвантаження, разові роботи за межами підприємства, цеху тощо).

За даними Міжнародної організації праці(МОП), щороку у світі відбувається близько 125 мільйонів нещасних випадків на виробництві, з яких 10 мільйонів серйозні, а 220000-зі смертельними наслідками. Наразі зареєстровано близько 60 - 150 мільйонів професійних захворювань, 60 мільйонів працівників піддаються впливу канцерогенів, а 500 мільйонів працівників не можуть працювати через невідповідність гігієнічним вимогам.

Шум та вібрація

Деякі з виробничих процесів тісно пов'язані із вібраційними коливаннями. Вібрацією можна назвати тремтіння усього тіла чи окремих його складових у разі проведення певних виробничих процесів.

Ці процеси здатні завдати серйозної шкоди людському здоров'ю, зокрема:

- перевтомлення
- порушення у нормального функціонування серцевої системи
- розлади нервової та судинної систем
- струс мозку

Виробничий шум та вібрація частотою 200 Гц і більше можуть сильно виснажувати нервову систему та призводять до збільшення навантаження на психіку.

Основними джерелами шуму та вібрації в цехуочищення води є насоси та змішувачі. Для контролю рівня шуму використовують шумомір SL130. Рівень шуму в цеху – 80 дБА.

Нормативна методологія при вимірювання виробничих коливань: 1 - на початку та в кінці вимірів здійснюється калібрування апаратури; 2 - виробничий шум та вібрація підлягають вимірам у реальних виробничих умовах застосування обладнання; 3 – процес вимірювань здійснюють через рівні часові відрізки або без перерв; 4 - має бути проведено не менше 3-х вимірювань.

Коли під час вимірів отримана розбіжність між значеннями перебільшує 3 дБ, потрібно здійснити два нових виміри.

Заходи, що здійснюються на підприємстві для зниження рівня шуму:

- використання засобів індивідуального захисту обслуговуючого персоналу. сюди відносяться навушники та вушні затички, що зменшують рівень шуму на 15 дБА

- встановлення ізоляції на основні джерела шуму : покриття на мінераловатних плит, сталеві листи, спінений поліетилен. можна досягти зменшення рівня шуму до 10 дБА

- встановлення звукоізоляційних камер для персоналу-операторів. можливі варіанти побудови камери з цегли чи скла. фактичний рівень шуму становить 60 дБА.

Електробезпека

Електробезпека – це система організаційних та технічних заходів, що спрямовані на захист людей від небезпечного впливу електричного струму.

Вплив електричного струму на організм людини можна поділити на три групи:

- термічна – спричиняє опіки ділянок тіла, нагрівання судин, та інших органів, через які проходить струм. Призводить до виникнення функціональних розладів

- електролітична дія – призводить до електrolітичного розкладу крові та інших рідин. Як наслідок, присутні суттєві порушення їх фізичного та хімічного складу; механічна дія струму також спричиняє ушкодження: розриви та розшарування тканин організму

- біологічна дія - призводить до збудження клітин та тканин організму. При цьому струм може проходити безпосередньо через ці тканини або ж викликати рефлекторну дію на органи через центральну нервову систему.

Основними причинами виникнення електричних травм є:

- недостатня інформованість робочого персоналу;
- порушення правил безпеки експлуатації електроустановок та електрозахисного обладнання;
- дотик до неізольованих частин електроустановок;
- порушення правил виконання робіт в охоронних електричних зонах;
- несправність ізоляції, що призводить до подачі струму на металеві неструмопровідні частини обладнання;
- обрив заземлювальних провідників;
- виконання ремонтних робіт на установка з увімкненою напругою.

На основі державних стандартів для забезпечення безпечного обслуговування електроустановок, передбачається:

- захисне відключення електроустановок;
- захист електричних частин від механічних ушкоджень прокладенням дротів у трубах;
- використання індивідуальних захисних засобів: використання ізольованих інструментів, діалектичних рукавичок та калош;
- застосування обгороджування для захисту електричних частин електроустановок;

- відключення та вживання заходів проти помилкового зворотного включення обладнання, що ремонтується.

Пожежна безпека

Пожежна безпека – стан об'єкта, за якого з регламентованою ймовірністю унеможливаються виникнення і розвиток пожежі та вплив на людей її небезпечних чинників, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Можливими причинами виникнення пожеж в цеху є недостатня ізоляція дротів, порушення технологічного процесу, накопичення статичної електрики в несправних виробничих установках.

Згідно норм пожежної безпеки – очистка водид відноситься до категорії Д. В основі очисних споруд лежать незаймісті матеріали, отож технологічна схема може вважатися пожежобезпечною.

Місця складування та транспортування хімічних реагентів повністю відповідають нормам. Для дотримання даних норм цех обладнаний засобами пожежогасіння.

Для відвернення небезпечних ситуацій, наслідком яких може бути спричинена пожежа, категорично забороняється :

- прокладати кабелі через зони підвищеної пожежонебезпеки та вибухонебезпеки;
- використання проводів які мають пошкодженою ізоляцією;
- залишати під напругою провода та кабелі з неізольованими струмопровідними жилами;
- використання саморобних (кустарного виробництва) подовжувачів, які не відповідають вимогам ПУЕ;
- обігрівати приміщення саморобним електронагрівальним обладнанням
- використовувати пошкоджене електрообладнання та розетки

- залишати електрообладнання що знаходиться під напругою без нагляду.

У разі виникнення пожежі, необхідно виконувати наступні дії:

- знеструмити електрообладнання
- вимкнути припливно-витяжну вентиляцію
- увімкнути димо-очищуючу вентиляцію
- викликати пожежну охорону та почати гасити пожежу підручними засобами
- довести до відому керівництво.

Під час виникнення пожеж, в цеху використовуються порошкові вогнегасники ВП - 3. Вони призначені для гасіння займань класів: А (горіння твердих речовин), В1 (горіння рідких речовин, нерозчинних у воді), С (горіння газоподібних речовин). Механізмом тушіння вогню є перешкодження надходження кисню до поверхні матеріалу що зайнявся.

Важливим моментом є наявність іонів Mg^{2+} в очисних фільтрах та шламосховищі. Магній за певних умов може самозайматись на повітрі. Температура самозаймання становить для: компактного металу – 650 °С, стружки – 510 °С, пилу – 420 °С. Нижня межа поширення полум'я становить 10 - 20 г/м³. Пил і стружка магнію і його сплавів за наявності залишків мастила можуть самозагорятись. Ще більш небезпечним є вологий магнієвий пил, горіння якого протікає надзвичайно інтенсивно і також має характер вибуху. При роботі з магнієм безпеку мають і пиловловлювальні установки з водяним зрошенням (водяними фільтрами). Магнієвий пил нагромаджується на поверхні води, а через незадовільну вентиляцію фільтрів в них можливе утворення вибухонебезпечної концентрації водню, яка утворюється внаслідок взаємодії магнію з водою. Магній горить сліпучо-білим полум'ям при температурі 2200 °С. Після горіння утворюється порошок білого кольору – магній оксид.

Для гасіння магнію та його сплавів використовуються такі методи та способи гасіння:

- використання сухого графіту
- використання меленого флюсу
- використання трихлориду бору. При взаємодії BrCl_3 з палаючим магнієм, утворюється MgCl_2 , який перешкоджає попаданню повітря.

Охорона довкілля

Знезалізнення води, як і будь-які інші процеси з обробки та очищення води, має важливі екологічні аспекти. Ось кілька ключових екологічних аспектів знезалізнення води:

1. Вплив на водні екосистеми: Залізо, яке може бути присутнє в воді, може мати негативний вплив на водні екосистеми. Високі концентрації заліза можуть призвести до змін в рослинному та тваринному складі водних екосистем, знищенню риб та інших водних організмів, а також до зміни водних біотопів.

2. Викиди та відходи в процесі знезалізнення: Процеси знезалізнення води можуть включати в себе використання хімічних речовин або матеріалів, що можуть бути потенційно шкідливими для довкілля. Наприклад, деякі методи знезалізнення можуть використовувати хімічні коагулянти або фільтри, які потребують належної утилізації або обробки, щоб запобігти забрудненню довкілля.

3. Енергоефективність та сталість процесів: Важливо враховувати енергоефективність та сталість процесів знезалізнення води. Деякі методи можуть вимагати значних енергетичних витрат або матеріалів, що може призвести до збільшення викидів парникових газів або інших негативних екологічних наслідків.

4. Повторне використання ресурсів та відходів: Екологічною важливістю є також можливість повторного використання ресурсів та відходів, що виникають під час процесів знезалізнення води. Наприклад,

відходи від фільтрації води можуть бути перероблені для використання в інших процесах або для виробництва інших продуктів.

Узагалі, ефективне знезалізнення води потребує збалансованого підходу, який враховує якість води, вплив на довкілля та енергоефективність процесів, з метою забезпечення екологічно сталого управління водними ресурсами.

7.МАРКЕТИНГОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Водоочищення кілька тисячоліть назад

Напевно, ви аж ніяк не здивуєтеся, якщо сказати що першим способом очиски води було саме кип'ятінням та його шикоро використовували в медицині в Стародавньому Єгипті. Там же вони винайшли фільтр для очищення води, котрий був невеликим клаптиком лляного полотна складеним в декілька разів.

Саме падіння великої Імперії спричинило те .що на багато тисячоліть зникло водопостачання. Відновлюватися вони потроху почали у 15 столітті . Саме поява мікроскопа позитивно вплинула на більшість історичних подій. Зокрема на фільтрації рідини, придатної для споживання.

В Україні ж знайдені розкопки вказують на те,що перші трубопровідні системи були у Львові. Труби що виготовлялися з глини, прокладалися в фортецях котрі уцілилі і до наших днів.

Перший фільтр для очищення води.

Вперше в історії про зворотній осмос заговорили у 1748 році, саме тоді коли французький фізик Антуан Фуркруа описав явище осмосу. Його опис звучав так: Осмос-це процес, при якому рідина проходить через напівпроникну мембрану з менш концентрованого розчину в більш концентрований.

Вже набагато пізніше,а саме у 1854 році був винайдений перший напівпроникний мембранний фільтр шотландським фізиком Т.Грант. Данний фільтр застосовувався для очищення морської води,але був малоефективним.

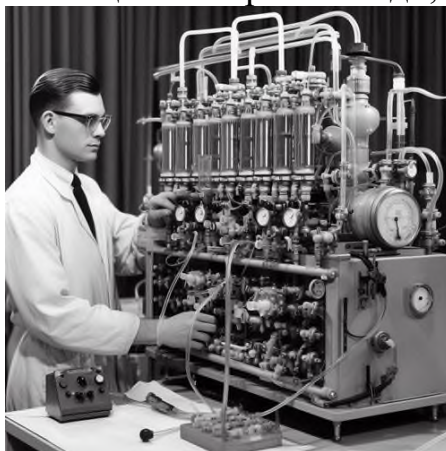


Рис. Перший напівпроникний мембранний фільтр

Український ринок промислових фільтрів для очищення води демонструє постійне зростання, котре обумовлене збільшенням виробничих потужностей, посиленням екологічних норм та стандартів якості води,а також необхідністю модернізації застарілих систем.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якимчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Дембицька ДМ.	<i>Назва, додаткова назва</i> Маркетингове обґрунтування проекту	221855.МР.10.007ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/4

Серед найбільш відомих виробників можна назвати: Organic water technology. Компанія котра спеціалізується на розробці та виробництві обладнання для очищення води у фармацевтиці, харчовій промисловості, у будівництві та сфері ЖКГ.



Рис. Комплекс напірних фільтрів Аквафор. Хоча компанія більш відома своїми рішеннями для домашнього використання, вона також пропонує рішення промислового застосування.



Рис. Система ультрафільтрації з поволоконною мембраною 0.01 мікрон Водолій. Компанія, що пропонує широкий спектр обладнання для очищення води, включаючи промислові фільтри, системи зворотного осмосу, а також ультрафільтрації.



Рис. Фільтр зворотного осмосу

Зростання інвестицій у водоочисну інфраструктуру збільшуються, оскільки багато українських підприємств оновлюють свої системи водопідготовки з метою забезпечення відповідності екологічним стандартам та нормам.

Українські компанії все більше й більше звертають свою увагу на екологічні аспекти своєї діяльності, включаючи зниження водоспоживання та мінімалізацію забруднення водойм.

Більшість промислових підприємств в Україні використовують застаріле обладнання для очищення води, оновлення якого потребує значних інвестицій.

Незважаючи на регулярні зміни в законодавстві та посилення екологічних стандартів вимагають від компаній швидкої адаптації та інвестиції у нові технології.

Саме висока конкуренція між місцевими та міжнародними компаніями створена у сегменті передових технологій очищення води.

Впровадження іноваційних технологій, таких як нанотехнологій та мембранна фільтрація, може відкрити нові можливості як для нових компаній так і для тих котрі вже є на ринку.

Українські ж виробники можуть розширити свою присутність на міжнародних ринках, пропонуючи високоякісні та конкурентоспроможні рішення для очищення води.

Висновки

Ринок промислових фільтрів для очищення води в Україні продовжує розвиватися, адаптуючись до змінних екологічних, економічних та технологічних умов.

Висновки

У ході виконання поточної роботи було досліджено проведено сучасний аналіз зразків систем знезалізнення води. Провівши дослідження було визначено, що досить ефективним способом вилучення розчинних сполук заліза (Fe) з водних джерел є метод котрий передбачає застосування каталітичного фільтрувального завантажень із нанесеною окислювальною плівкою поверх гранул матеріалу. Експеримент було проведено за допомогою на кокосовому гранульованому активованому вугіллі Ecosoft ECOCARB з каталітичною засипкою KDDF. Також було визначено як відбувається заміна фільтруючого матеріалу до напірного фільтру. Був встановлений принцип заміни фільтруючого матеріалу. А також були підібрані конструкційні матеріали.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Дембицька ДМ.	<i>Назва, додаткова назва</i> Висновки	221855.MP.10.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук МВ.		<i>Інд. змін</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гончаренко, Б. М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій : підручник / Б. М. Гончаренко, А. П. Ладанюк. – К. : НУХТ, 2014. – 530 с.
2. Справочник специалиста пищевых производств. Кн. 1. : Механика [Текст] / А. И.Соколенко, А. И. Украинец, В. Л. Яровой, К. В.Васильковский,А. Е. Шевченко, В. А. Поддубный, Н. Г.Добровольская, И. Ф. Максименко, В. И. Лензион ; под ред. А. И. Соколенко. - Киев : АртЭк, 2001. – 304 с.
3. Основи охорони праці : підручник / М. П. Купчик, М. П. Гандзюк, І. Ф. Степанець, В. Н. Вендичанський, П. М. Литвиненко, О. В. Іваненко. - К. : Основа, 2000. - 416 с.
4. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Навч. посібник / В. Г. Мирончук, Л. О. Орлов, А. І. Українець та ін. – Вінниця : Нова книга, 2004. – 288 с.
5. Методичні рекомендації до випускової кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» освітньо-професійної програми «Інжиніринг харчових виробництв» денної та заочної форми навчання[Електронний ресурс] / Уклад. В.Г. Мирончук, В.М. Якимчук, О.М. Гавва, Д.М. Люлька, О.М. Чепелюк – Київ: НУХТ, 2022. – 52 с.
6. Сайт «FilterPoint»: Що таке зворотний осмос? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://filterpoint.com.ua/scho-take-zvorotnij-osmos-ua>. 15.01.2024.
7. Технологія та обладнання одержання питної та технічної води: Практикум (Частина 2). [Електронний ресурс]: навчальний посібник для

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Якобчук Р. Л.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Дембійська Д.М.	<i>Назва, додаткова назва</i> Список використаних літературних джерел	221855.MP.10.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук В.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/4

студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / Н.М. Толстопалова, М.І. Літинська, Т.І. Обушенко, І.М. Астрелін, О.В. Сангінова; КПІ ім. Ігоря Сікорського – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 181 с

8. Твердохліб, М. М. Інтенсифікація процесів очищення води від сполук заліза та марганцю : дис. ... канд. техн. наук : 21.06.01 – екологічна безпека технічні науки / Твердохліб Марія Миколаївна. – Київ, 2019. – 235

9. Розрахунок і вибір технологічного обладнання та розробка графіків роботи переробного підприємства. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з дисципліни: «Проектування переробних підприємств з основами промислового будівництва» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 181 «Харчові технології» – Таврійський державний агротехнологічний університет 2018 – 20 с.

10. Технології захисту водних ресурсів. Методичні рекомендації до виконання практичної роботи «Розрахунок основних параметрів споруд глибокого очищення (доочищення) стічних вод методом фільтрування» для студентів освітньо-професійних програм «Екологія» та «Технології захисту навколишнього середовища» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти» [Текст] / Д.В. Кулікова, О.С. Ковров. НТУ «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2021. – 96с.

11. Водопостачання та водовідведення промислових підприємств. Навчальний посібник з дисциплін «Водопостачання промислових підприємств», «Системи водовідведення промислових підприємств» для студентів спеціальності «Водопостачання і водовідведення» / Уклад.: Прутцьков Д.В., Сокольник В.І., Добровольська О.Г., Коляда В.П., Василенко

Т.Г., Чиганов С.Л., Світлична В.Б. - Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2018. – 194 с.

12. Орлов В. О. Водоочисні фільтри із зернистою засипкою – Рівне: НУВГП, 2005. 163., іл..

13. Вода. Екологія. Суспільство: Тези доповідей та інформаційні матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції, Харків, 1–2 жовтня 2020 р. / За ред. К. Б. Сорокіної ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 182 с.

14. Сайт «Планета H₂O»: Історія очищення води. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://planetah2o.com.ua/this-is-interesting/istorija-ochistki-vodi>. 20.01.2024.

15. Сайт «Євроспецкран»: Особливості нержавіючої сталі марки AISI 316. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eurospetskran.com.ua/blog/osoblyvosti-nerzhaviyuchoyi-stali-marky-aisi-316/>. 15.01.2024.

16. Технологія питної води та водопідготовки харчових виробництв [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. О. В. Олабоді] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2021. – 191 с.

17. Квартенко О. М. Інтенсифікація роботи станції знезалізнення слабокислих підземних вод з низьким лужним резервом. Вісник НУВГП. Технічні науки. Збірник наукових праць, 2016. Вип. 2(74). С. 205–214.

18. ДСанПіН 2.2.4–171–10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsanpin_2_2_4_171_10/25-1-0-1180. 23.12.2023.

19. Теоретичні основи видалення заліза та марганцю з води. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://multifilters.com.ua/articles/theoretical-basisfor-iron-and-manganese-removal-water>. 24.11.2023.

20. Квартенко О. М. Дослідження процесу знезалізнення підземних вод на фільтрах з різними типами наповнювачів [Електронний ресурс] / О. М. Квартенко // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. – 2013. – Вип. 22. – С. 46–56. – Режим доступу до електронних ресурсів Наукової бібліотеки ім. В. І. Вернадського : http://nbuv.gov.ua/UJRN/PVVG_2013_22_7 (дата звернення: 22.01.2024). – Назва з екрана.

21. Стасюк С. Р. Розрахунок установок для знезалізнення і зм'якшення підземних вод у системах сільськогосподарського водопостачання [Електронний ресурс] / С. Р. Стасюк, Т. П. Хомуцька, П. Д. Хоружий // Меліорація і водне господарство. – 2015. – Вип. 102. – С. 20–24. – Режим доступу до електронних ресурсів Наукової бібліотеки ім. В. І. Вернадського : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mivg_2015_102_6 (дата звернення: 22.01.2024). – Назва з екрана.