

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИНИХ ПОЛІМЕРІВ

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Гомеля М.Д.

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване природокористування»

на тему: «Кондиціонування артезіанської води для енергетичних систем
Товариства з обмеженою відповідальністю «Боена Ел Джи» »

Виконала:

студентка IV курсу, групи ЛЕ-51

Добкіна Марія Геннадіївна _____

Керівник:

Доцент, к.т.н., доцент

Іваненко О. І. _____

Консультант з розділу «охорона праці»:

Доцент, к.т.н., доцент

Ковтун І. М. _____

Рецензент: _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2019 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП ХХХХ. 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	54	
3	A1	ДП ХХХХ. 01.000 ТК		1	
4	A1	ДП ХХХХ. 02.000 ТК		1	
5	A1	ДП ХХХХ. 03.000 ТК		1	
6	A1	ДП ХХХХ. 04.000 ТК		1	
7	A1	ДП ХХХХ. 05.000 ТК		1	
8	A1	ДП ХХХХ. 06.000 ТК		1	
9	A1	ДП ХХХХ. 07.000 ТК		1	

				ДП ЛЕ51 04.019.ТК		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробила.	Добкіна М. Г.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Іваненко О. І.				1	54
Консульт.	Ковтун І.М.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЕтаТРП Гр. ЛЕ-51	
Н/контр.						
Зав.каф.	Гомеля М.Д.					

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Кондиціонування артезіанської води для
енергетичних потреб Товариства з обмеженою
відповідальністю "Боена Ел Джи" »

Київ – 2019 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИНИХ ПОЛІМЕРІВ
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки (програма професійного спрямування) – **6.040106**
«Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Гомеля М.Д.

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студентки

Добкіної Марії Геннадіївни

1. Тема проекту «Кондиціонування артезіанської води для енергетичних систем Товариства з обмеженою відповідальністю «Боена - Ел Джи»», керівник проекту: доцент, к.т.н., Іваненко О. І., затверджені наказом по університету від «22» травня 2019 р. № 1323-С
2. Термін подання студентом проекту: 10 червня 2019 року
3. Вихідні дані до проекту: продуктивність станції 10 м³/добу; жорсткість води 4,6 мг-екв/дм³, жорсткість води - 4,6 мг-екв/дм³; вміст Са²⁺ - 3,2 мг-екв/дм³; вміст Mg²⁺ - 1,3 мг-екв/дм³.
4. Зміст пояснювальної записки: 1 - Технологічна частина; 2 – Технологічні та гідравлічні розрахунки; 3 – Будівельна частина; 4 – Охорона праці.
5. Перелік графічного матеріалу: технологічна схема; характеристика вихідної води; план на відмітці ± 0,000; поперечний переріз; повздовжній переріз.
6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Ковтун І. М.		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	15.04 – 19.05	
2	Обґрунтування технологічної схеми	20.05 – 23.05	
3	Виконання розрахунків	24.05 – 31.05	
4	Оформлення поснювальної записки	01.06 – 04.06	
5	Виконання креслень	05.06 – 09.06	

Студент

Добкіна М.Г.

Керівник проекту

Іваненко О.І.

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект: 54 ст., 7 табл., 10 рис., 3 додатків, 6 креслень на форматі А1, 7 першоджерел.

Тема дипломного проекту – розробка та проектування системи кондиціонування артезіанської води для ТОВ «Боєна – Ел Джи».

Дипломний проект включає в себе пояснювальну записку та графічний матеріал. Пояснювальна записка складається з чотирьох розділів: технологічна частина, технологічні та гідравлічні розрахунки очисних споруд, будівельна частина та охорона праці. В технологічній частині обґрунтовано вибір технологічної схеми та приведено розрахунок матеріального балансу, на основі якого проведено технологічні та гідравлічні розрахунки споруд. В будівельній частині обґрунтовано вибір будівлі для розміщення обладнання. В розділі охорони праці наведено заходи з покращення умов праці у цеху. Креслення виконані на форматі А1.

УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЯ, ІОННИЙ ОБМІН, ЗВОРОТНИЙ ОСМОС,
ЕНЕРГЕТИЧНА ВОДА, МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС, ТЕХНОЛОГІЧНА
СХЕМА.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

SUMMARY

Thesis Project: 54 p., 7 tables., 10 pictures., 3 appendixes, 6 drawings in A1 notation, 7 primary sources.

The topic of the Thesis Project is The design and engineering of conditioning system of artesian water for “BosnaLG” LLC.

The Thesis Project includes an explanatory note and graphic matter. The explanatory note consists of four sections: process part, technological and hydraulic calculations of cleansing structures, constructional part and labor safety. There is a reasonable choice of process flow diagram and the calculation of the material balance is made, on the basis of which the technological and hydraulic calculations of the structures are carried out. The choice of the structure for equipment placement is grounded in constructional part. Measures to improve working conditions in the production unit are given in the labor safety section. The drawings are made in A1 notation.

ULTRAFILTRATION, ION EXCHANGE, REVERSED OSMOSE, POWER WATER, MATERIAL BALANCE, PROCESS FLOW DIAGRAM.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	11
1.1 Характеристика стічної води та вимоги до очищеної води.....	11
1.2 Розробка та обґрунтування технологічної схеми.....	12
1.3 Опис технологічної схеми.....	14
1.4 Теоретичні дані про хімічні, біологічні та фізичні процеси, що реалізуються в даній технології.....	15
1.5 Розрахунок матеріального балансу.....	20
2 ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	30
2.1 Розрахунок іоннообмінної установки	30
2.2 Розрахунок реактора.....	31
2.3 Розрахунок витратного баку з розчином NaOH.....	31
2.4 Розрахунок витратного баку з розчином Na ₂ CO ₃	31
2.5 Розрахунок витратного баку з розчином NaCl	32
2.6 Розрахунок фільтру змішаної дії.....	32
2.7 Розрахунок резервуару з чистою водою.....	33
2.8 Розрахунок шламосховища.....	33
2.9 Підбір ультрафільтраційної установки.....	34
2.10 Підбір установки зворотнього осмосу.....	35
2.11 Підбір вакуумно-стрічкового фільтру.....	36
2.12 Підбір насосного обладнання.....	36
3 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	37
3.1 Об'ємно-планувальне вирішення будівлі.....	37
3.2 Конструктивне вирішення будівлі.....	38
3.3 Розміщення технологічних споруд.....	43
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	44
ВИСНОВКИ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51
ДОДАТКИ.....	52

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

Вода є однією з найпоширеніших речовин в природі, і є унікальним з'єднанням, завдяки якому на Землі виник та продовжує існувати такий феномен як життя і все, що ми називаємо біосферою.

Тільки для підтримки життя, людині потрібно близько 2 літрів води щодня, а мешканцю сучасного добре розвиненого міста на добу потрібно до 1000 л. Споживання прісної води в промисловості ще більше: для виготовлення однієї тонни сталі витрачається 150 – 200 м³, міді - 500, паперу 450-1000, штучне волокно 2000–6000 м³.

У зв'язку з тим, що відбувається глобальне забруднення поверхневих вод, централізоване водопостачання все більше орієнтується на підземні води. Це пояснюється тим, що підземні води як джерело води мають переваги над поверхневими водами. Перш за все, підземні води, як правило, більш високої якості, більш надійно захищені від забруднення та інфекцій, менш схильні до сезонних і багаторічних коливань, і в більшості випадків їх використання не вимагає дорогого очищення.

Воду яку беруть з поверхневих джерел, потрібно освітлювати, знебарвлювати, усунути присмак та запахи, а також знезаражувати.

Знезалізнення підземних вод, вміст заліза в яких не більше 10 мг/л, рекомендують здійснювати методом фільтрування з попередньо спрощеною аерацією.

Якщо показник кольоровості води не перевищує 35-40°, установка може працювати за безреагентною схемою, але тоді її продуктивність знижується в чотири рази. Натомість якщо показник кольоровості перевищує 40°, потрібно застосовувати реагенти.

Тиск насосів перед установкою має бути не меншим ніж 20 м. До того ж варто брати до уваги втрати напору в установці (4 м) і позначки води в промивній башті (не менше ніж 12 м).

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Метою даного проекту є створення системи кондиціонування артезіанської води для потреб ТОВ «Босна – Ел Джі». Продуктивність станції 10 м³/добу.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристики природної води, вимоги до очищеної води

Таблиця 1.1 – Характеристики артезіанської води, гігієнічні вимоги до води питної згідно ДСанПіН 2.2.4-171-1

Характеристика води	Артезіанська вода	Норми питної води 2.2.4-171-10
Мінералізація	200 мг/дм ³	< 1000 мг/дм ³
Кольоровість	9 град	< 35 град
Мутність	0,6 мг/дм ³	< 3,5 мг/дм ³
Жорсткість	4,6 мг-екв/дм ³	< 10 мг-екв/дм ³
Кальцій	3,1 мг-екв/дм ³	не визначається
Магній	1,3 мг-екв/дм ³	не визначається
Лужність	4 мг-екв/дм ³	не визначається
Сульфати	45 мг/дм ³	< 500 мг/дм ³
Хлориди	90 мг/дм ³	< 350 мг/дм ³
Залізо загальне	0,4 мг/дм ³	< 1,0 мг/дм ³
pH	8,2	6,5 – 8,5

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Таблиця 1.2 – Допустимі концентрації забруднюючих речовин у стічних водах, які скидаються до міської каналізації

Найменування показників	Одиниці виміру	Допустима концентрація
Загальна жорсткість	мг-екв/дм ³	1,5 – 7,0
Загальна лужність	мг-екв/дм ³	0,5 – 6,5
Загальна мінералізація	мг/дм ³	100 - 1000
Магній	мг-екв/дм ³	10 – 50
Кальцій	мг-екв/дм ³	25 - 75

1.2 Розробка та обґрунтування технологічної схеми

Артезійська свердловина яка сягає бучакського водоносного горизонту, який простягається майже по всій території Києва. Глибина якої становить 95 метрів. Мергельні глини потужністю до 25 м, що залягають у покрівлі горизонту надійно захищають води від поверхневого забруднення. Однак, аналіз води яку було взято на аналіз показав велику концентрацію кальцію, яка становить 3,1 мг-екв/дм³ та магнію 1,3 мг-екв/дм³.

Ця технологічна схема забезпечує очищення артезійської води до відповідних стандартів якості.

Продуктивність станції становить 10 м³/добу. Спочатку артезійська вода надходить до ультрафільтраційної установки, для того, щоб затримати солі важких металів, заліза та зменшити кольоровість.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

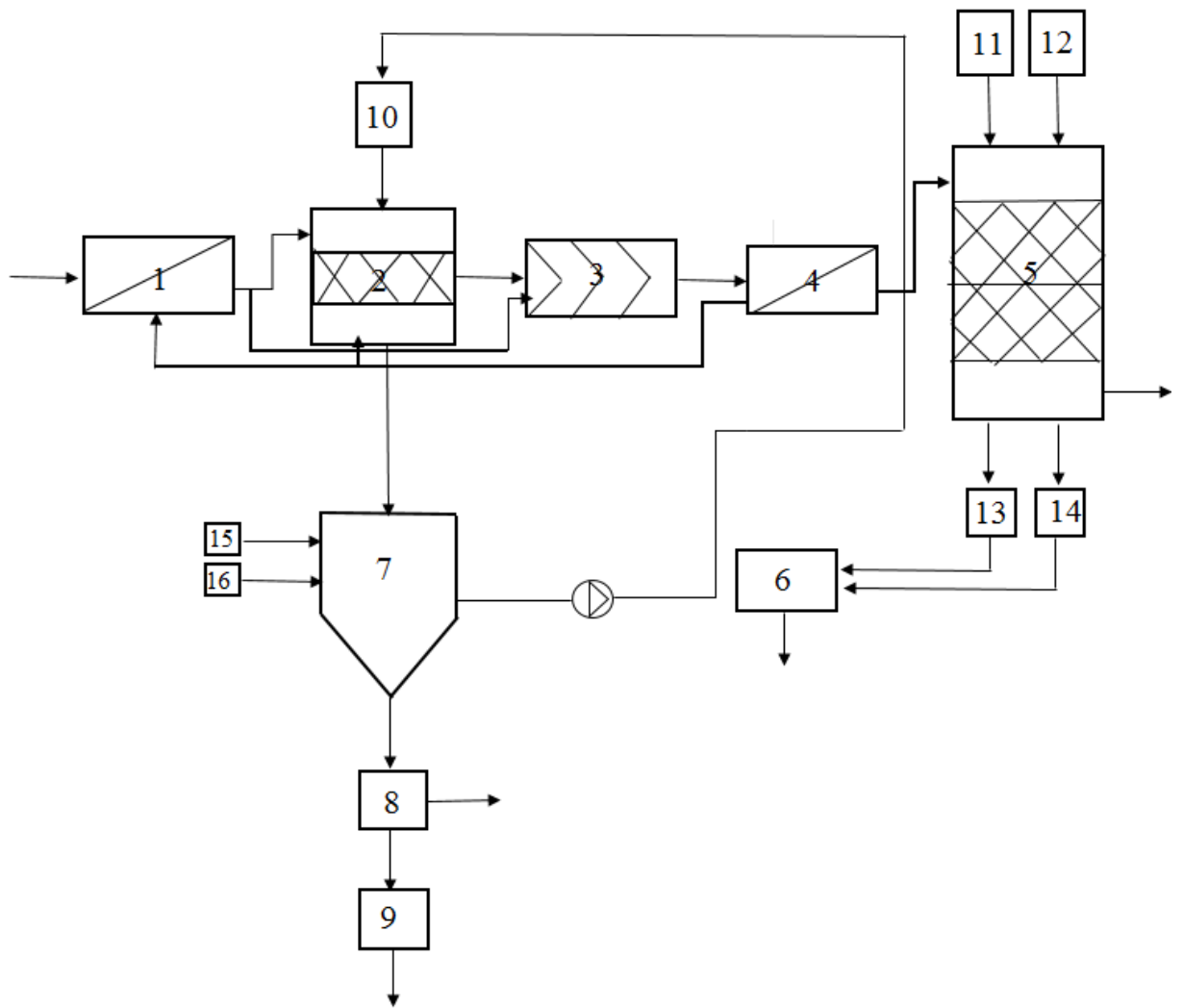


Рисунок 1.1 – Технологічна схема кондиціонування артезіанської води:

1 – ультрафільтраційна установка; 2 – іоннообмінна установка; 3 – йоршовий змішувач; 4 – зворотньо-осмотична установка; 5 – фільтр змішаної дії; 6 – нейтралізатор;
 7 – регенераційний реактор; 8 – шламосховище; 9 – фільтр-прес; 10, 12, 14, 16 – баки з кислотою; 11, 13, 15 – баки з лугом

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП ЛЕ51 04.019.ТК

Арк.

13

Далі вода надходить до іоннообмінної установки для пом'якшення, щоб не відбулося швидке зношення зворотньоосмотичної мембрани. Так як після іоннообмінної установки вода дуже кисла, то щоб підвищити рН до йоршованого змішувача двома потоками надходить вода, з ультрафільтраційної та іоннообмінної установки, де відбувається перемішування вод з реагентами.

Метод зворотнього осмосу полягає в фільтрування розчинів через напівпроникну мембрану з розмірами пор, порівнянними з розмірами окремих іонів, що пропускають розчинник і повністю або частково затримують молекули або іони розчинених речовин.

Тому було встановлено зворотньоосмотичну мембрану, яка доочищає концентрат з попередньої мембрани, за рахунок чого ми втрачаємо менше води, а також скидаємо менше концентрату у каналізацію.

Принцип роботи фільтру змішаної дії заснований на напірній фільтрації води через шар зернистого матеріалу. В якості завантажувального шару застосовується суміш катіоніту (H_2SO_4) та аніоніту ($NaOH$).

Фільтр змішаної дії застосовується, як остання ступінь очищення. Після цього чиста вода подається до машин лиття з системою охолодження, а концентрат нейтралізується та подається до каналізації.

1.3 Опис технологічної схеми

Продуктивність станції становить $10\text{ м}^3/\text{добу}$. Спочатку артезіанська вода надходить до ультрафільтраційної установки, де затримуються солі важких металів, заліза, тд.

Після ультрафільтраційної установки вода подається на іоннообмінну установку, для пом'якшення, яке відбувається за рахунок H^+ - катіонних фільтрів. Застосовують сильно кислотний катіоніт Dawex Mac – 3 у H^+ формі. Катіоніт цього типу поглинає сполуки жорсткості (Ca^{2+} та Mg^{2+}).

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Регенерацію H^+ - катіоніту проводять 10 % водним розчином $NaCl$. Після регенерації відбувається промивання катіоніту від надлишку сольового розчину, що залишився між зернами. Регенераційні стоки що утворилися потрапляють до реактора, де відбувається нейтралізація регенераційних розчинів з допомогою Na^2CO^3 та $NaOH$, осад що утворився потрапляє до фільтр-пресу та шламосховища. Осад після фільтр-пресу надходить до каналізації. Простота процесу є однією з переваг іонного обміну. Недоліком – це необхідність переробки або утилізації регенераційних розчинів.

Далі вода прямує до йоршового змішувача, в якому відбувається перемішування води з реагентами, що надходять з іоннообмінної установки, а звідти подається до зворотньо-осмотичної установки. Звідси вода подається на фільтр змішаної дії. В цих фільтрах зерна катіоніта та аніоніта перемішані одні з одними і утворюють велику кількість активних пар, що поглинають із води практично всі катіони та аніони. Регенераційні стоки що утворилися надходять до нейтралізатора, звідки надходить до каналізації.

1.4 Теоретичні дані про хімічні, біологічні та фізичні процеси, що реалізуються в даній технології

Артезіанські води – це напірні підземні води, що розташовані у водоносних шарах між водонепроникними шарами ґрунту.

Артезіанські води знаходяться у западинах, розбитих тріщинах, кристалічних породах та тектонічних розривах. Райони з відповідною геологічною будовою, що характеризуються системою водоносних горизонтів, які з глибиною змінюють один одного, називаються артезіанськими басейнами.

В Україні існують такі артезіанські басейни як Дніпровсько-Донецький, Причорноморський та Львівський. У вертикальному розрізі цих басейнів верхні горизонти підземних вод (до глиб. 400 – 600 м. у північній

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

половині країни, та 100 – 300 м. у південній) прісні, більш глибокі горизонти мають солонувату або солону воду.

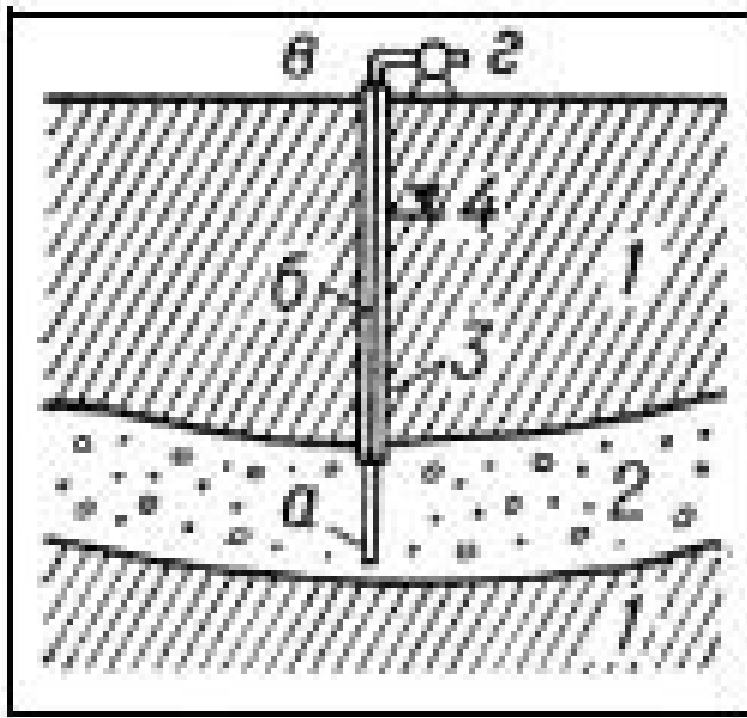


Рисунок 2.1 – Артезіанський колодязь:

1 – водонепроникні гірські породи; 2 – водоносний горизонт; 3 – артезіанська свердловина; 4 – верхній рівень води у свердловині: а – водоприймальна частина; б – водопровідна частина; в – оголовок; г – насос

Артезіанські води вважаються найкориснішими та абсолютно безпечними для вживання.

На хімічний склад артезіанської води впливають елементи, що знаходяться в шарах земної кори які її оточують з двох сторін. Залізна руда та вапно, що мають контакт з водою, призводять до появи заліза та солей. Також до води можуть потрапити більш небезпечні елементи як фтор та марганець, тому дуже часто артезіанські води в своєму складі мають фтор, залізо, кальцій та магній.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Показники засоленості артезіанської води зазвичай перевищують прийняті норми, а саме: кількість заліза не повинна бути більше 0,2 мг/дм³, показник жорсткості не повинен перевищувати значення рівня 7 мг-екв/дм³, кількість магнію обмежується значеннями в 20-50 мг/дм³, кальцію – 30-140 мг/дм³. Склад артезіанських вод не залежить від пори року, зміни клімату, кількості опадів та температури.

За хімічним складом забруднень і домішок артезіанська вода сильно відрізняється від водопровідної.

Для артезіанських вод характерно:

- висока мінералізація (високий вміст солей);
- високі концентрації заліза;
- висока кількість механічних домішок – речовини, що вимиваються з ґрунту;
- солі жорсткості (карбонати кальцію та магнію), що перевищують гранично допустимі концентрації;
- мікроорганізми – представлені слабо, але можуть зустрічатися більш шкідливі мікроорганізми;
- нітрати – через ненормативне застосування мінеральних добрив в сільському господарстві.

Для забирання артезіанських вод устатковують артезіанські свердловини. В зоні водоносного горизонту кожна артезіанська свердловина має водоприймальну частину, яка в рихлих породах обладнується сітчастим фільтром, трубчасту водопровідну частину та оголовок на поверхні, через який вода надходить для практичного використання.

По всій території Києва та Київській області поширений Бучакський водоносний горизонт та зустрічається він на глибині від 35 до 95 метрів. Мергельні глини потужністю до 25 м, що залягають у покрівлі горизонту надійно захищають води від поверхневого забруднення.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Вибрана технологічна схема забезпечує очищення води до відповідних стандартів. Перед подачею води на іоннообмінну установку, вода проходить через ультрафільтрацію.

Ультрафільтрація – це баромембранний процес, який полягає в тому, що рідина під тиском "продавлюється" через фільтруючу мембрану з розміром пор 0,03 мкм. При цьому проводиться фізичне видалення зважених часток, колоїдів, мікроорганізмів, органічних речовин з великою молекулярною масою.

Ультрафільтраційні мембрани мають розмір пор від 0,002 – 0,1 мкм та дозволяє затримувати тонко дисперсні та колоїдні домішки, макромолекули, одноклітинні мікроорганізми, бактерії та віруси. Таким чином, використання мембранної ультрафільтрації для очистки дозволяє зберегти її сольовий стан та здійснювати освітлення та знезараження води без застосування хімічних речовин, що робить цю технологію перспективною з екологічної та економічної точки зору.

Іонний обмін – це процес, в якому відбувається обмін протиіонів матеріалу на іони, що знаходяться у воді. Як правило, протиіонами, які знаходяться в іоніті і які можуть переходити в розчин є катіони H^+ , K^+ , Na^+ та аніони Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- .

Із розчину можуть сорбуватися на катіоніти Ca^{2+} , Mg^{2+} , катіони важких металів, аміни та амонійні органічні сполуки та інші органічні сполуки, що можуть утворювати катіони.

В технології підготовки води дуже часто застосовують органічні катіоніти штучного походження з такими функціональними групами як фосфорні групи (PO_3^-), сильнокислотні сульфогрупи (SO_3^-) та слабокислотні карбоксильні групи (COO^-).

Катіони поділяються на сильнокислотні, які можуть обмінювати іони в будь-якому середовищі, та слабокислотні – вони можуть обмінювати іони лише в лужному середовищі.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

При пропусканні регенераційного розчину NaCl зверху вниз, відбувається регенераційний обмін H^+ на Ca^{2+} та Mg^{2+} у верхніх шарах фільтру. При пропусканні регенераційного розчину зверху вниз відбувається зростання концентрації катіонів Ca^{2+} та Mg^{2+} які витісняються з катіонітів і знижується концентрація катіонів H^+ .

Після йоршованого змішувача встановлюємо зворотньоосмотичну установку. Зворотньоосмотична система захищає майже від будь-яких домішок.

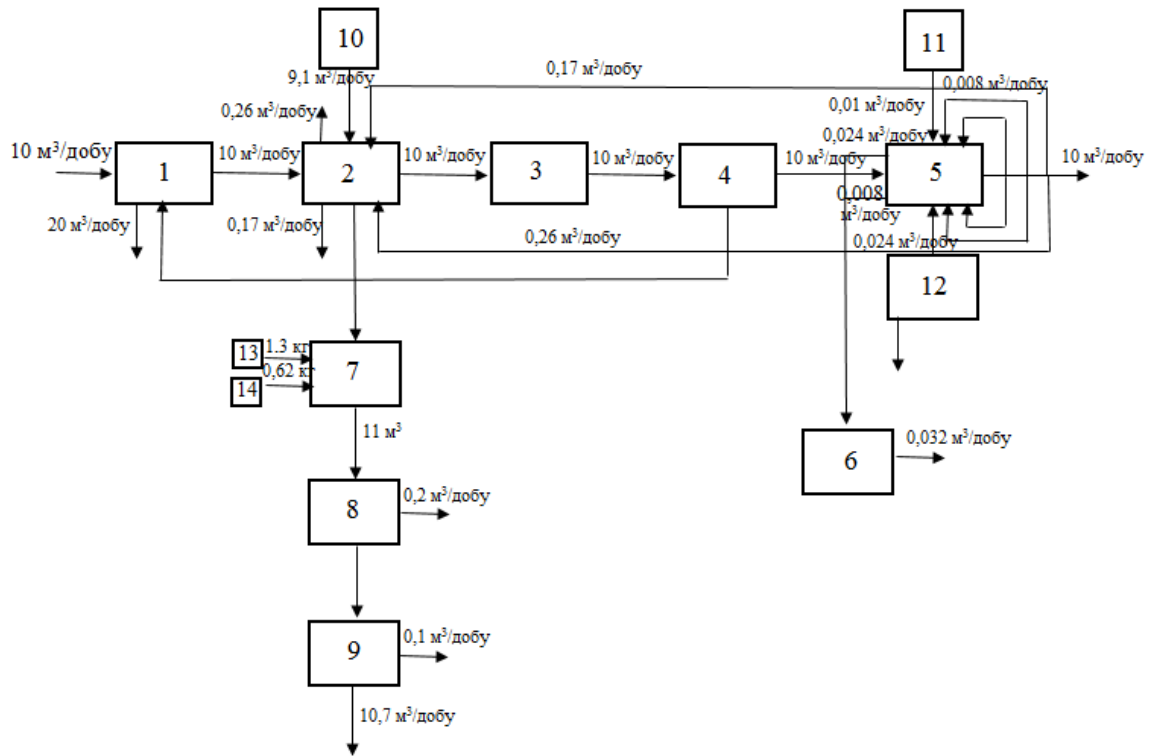
Зворотній осмос – це технологія очищення води в якій використовують напівпроникні мембрани. В процесі роботи розчинена речовина затримується з однієї сторони мембрани під дією тиску, в результаті цього очищена вода переходить на іншу сторону.

З метою усунення розчинених речовин відбувається продавлювання води під дією тиску через напівпроникну мембрану. Процес зворотнього осмосу полягає у ході води з менш насиченого розчину у більш насичений. Відбувається створення тиску в нисиченій зоні (вода з домішками), в результаті чого молекули води просочуються через напівпроникну мембрану в зону насиченого розчину (очищена вода).

В фільтрах змішаної дії зерна катіоніту та аніоніту змішані і утворюють безліч іонообмінних пар, які поглинають із води всі катіони та аніони.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

1.5 Розрахунок матеріального балансу



1 – ультрафільтраційна установка; 2 – іоннообмінна установка; 3 – йоршовий змішувач; 4 – зворотньо-осмотична установка; 5 – фільтр змішаної дії; 6 – нейтралізатор;
7 – регенераційний реактор; 8 – фільтр-прес; 9 – шламосховище; 10, 11, 13 – баки з кислотою; 12, 14 – баки з лугом

Розраховуємо ультрафільтраційну установку.

Об'єм концентрату, що утвориться в процесі ультрафільтрації, при її ефективності 95%, складає: $10 \cdot 0,05 = 0,5 \text{ м}^3/\text{добу}$

Тривалість фільтроциклу ультрафільтрації складає 30-90 хвилин, приймемо, що, в середньому, мембрани повинні промиватися один раз на

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

годину протягом 5 хвилин, з витратою води 10 м³/год, тоді витрата води на промивку ультрафільтраційної установки складе: $24 \cdot 10 \cdot 5 / 60 = 20$ м³/добу

У вхідній воді перевищує допустиму концентрацію лише показник жорсткості, тому технологічна схема спрямована на зниження цього показника.

Розраховуємо об'єм іоніту в іонообмінній установці, м³:

$$W = \frac{Q(C_{\text{поч}} - C_{\text{пр}})}{nE_p} \quad (1.1)$$

Q - об'єм води, який знесолюють протягом доби, м³;

C_{поч} – початкова концентрація даного типу іонів у воді, г-екв/м³ (C_{поч} = 5,2 мг-екв/м³)

C_{пр} – концентрація проскоку даного типу іонів, г-екв/м³;

n – число регенерацій фільтру (1 раз на 100 діб).

$$W = \frac{10(5,2 - 0,1)}{0,01 \cdot 1590} = 3,2 \text{ м}^3$$

Розраховуємо робочу ємність іоніту:

$$E_p = \alpha E_n - K q_n C_n \quad (1.2)$$

E_n - повна динамічна обміна ємність іоніту, г-екв/м³; α - коефіцієнт, котрий враховує ефективність або повноту регенерації іоніту (0.6-0.91); q_n – питома витрата води на промивку іоніту м³/м³, (q_n ≈ 3 ÷ 5 м³/м³); K – коефіцієнт, який враховує повноту видалення іонів із промивної води, (K=0.5 для катіонітів); C_n - концентрація іонів у промивній воді.

$$E_p = 0,8 \cdot 2000 - 0,5 \cdot 4 \cdot 5,2 = 1590 \text{ г-екв/м}^3$$

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрата води на промивку фільтру:

$$q_{\text{пр1}} = 4 \cdot W \quad (1.3)$$

W - об'єм іоніту в іонообмінній установці

$$q_{\text{пр1}} = 4 \cdot 4,2 \cdot 0,01 = 0,17 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрата води на спущення фільтру:

$$q_{\text{в1}} = \frac{60}{1000} \cdot FIt \quad (1.4)$$

F – площа фільтру, м²; I – інтенсивність подачі води на спущення (3-4 дмЗ/с·м²); t – час спущення іоніту (5-7 хв)

$$q_{\text{в1}} = \frac{60}{1000} \cdot 2,1 \cdot 3,5 \cdot 6 = 2,6 \text{ м}^3$$

Площу фільтру розраховують виходячи з об'єму іоніту та висоти шару іоніту:

$$F = \frac{W}{H} \quad (1.5)$$

H - висота шару іоніту, яка дорівнює 2 м.

$$F = \frac{4,2}{2} = 2,1 \text{ м}^2$$

Витрата реагенту на регенерацію на добу:

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$G_{p1} = \frac{W}{10m} E_p N q_p \quad (1.6)$$

$$G_{p1} = \frac{4,2}{10 \cdot 10} \cdot 1590 \cdot 58,5 \cdot 2,5 = 9,7 \text{ т/добу}$$

$$G_p = 9,7/10 = 1 \text{ т NaCl /добу}$$

$$G_p - G_p^* = 9,7 - 1 = 8,7 \text{ т води/добу}$$

Об'єм 10%-ну NaCl:

$$V = G_p / \rho \quad (1.7)$$

$$V = 9,7 / 1,07 = 9,1 \text{ м}^3 \text{ / добу}$$

Відомо, що у воді концентрація іонів:

$$Ca^{2+} = 3,1 \text{ мг-екв/дм}^3, Mg^{2+} = 1,2 \text{ мг-екв/дм}^3.$$

Визначаємо дозу NaOH: $1,2 \text{ г-екв/м}^3 \cdot 10 \text{ м}^3 \cdot 40 \text{ г-екв} = 0,5 \text{ кг/добу}$

Визначаємо дозу Na₂CO₃: $4 \cdot 10 \cdot 53 = 0,12 \text{ кг/добу}$

Для NaOH, витратний бак (концентрація розчину 20%):

$$0,5 \text{ кг} - 20\% \quad x = 0,8 \text{ кг води}$$

$$x - 80\%$$

Для Na₂CO₃, витратний бак (концентрація розчину 40%):

$$0,12 \text{ кг} - 40\% \quad x = 0,5 \text{ кг води}$$

$$x - 80\%$$

У реатор відправляється $0,5+0,8+0,12+0,5=1,9 \text{ кг}$ розчинів

Маса осаду CaCO₃: визначимо масу іонів кальцію у воді :

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m(\text{Ca}^{2+}) = M_{\text{екв}}(\text{Ca}^{2+}) \cdot C(\text{Ca}^{2+}) \cdot q_{\text{води}} \cdot 10^{-6} \quad (1.8)$$

$$m(\text{Ca}^{2+}) = 20 \cdot 3,2 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 0,8 \text{ кг}$$



$$m(\text{CaCO}_3) = (0,8 \text{ кг} \cdot 100\text{г/моль}) / 40\text{г/моль} = 2 \text{ кг}$$

Маса осаду $\text{Mg}(\text{OH})_2$: визначимо масу іонів магнію у воді :

$$m(\text{Mg}^{2+}) = M_{\text{екв}}(\text{Mg}^{2+}) \cdot C(\text{Mg}^{2+}) \cdot q_{\text{води}} \cdot 10^{-6} \quad (1.9)$$

$$m(\text{Mg}^{2+}) = 12 \cdot 1,2 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 0,14 \text{ кг}$$



$$m(\text{Mg}(\text{OH})_2) = (0,14 \text{ кг} \cdot 58\text{г/моль}) / 24 \text{ г/моль} = 0,34 \text{ кг}$$

$$m_{\text{заг}}(\text{осаду}) = 2 + 0,34 = 2,34 \text{ кг}$$

Концентрація осаду в розчині: $C = 2,34 \text{ кг} / 11 \text{ м}^3 = 0,2 \text{ кг/м}^3 = 212 \text{ г/м}^3$

Розрахунок об'єму осаду:

$$W = \frac{Q(C-m)}{\delta} \quad (1.10)$$

m – концентрація завислих речовин на виході з реактора; $m = 10 \text{ мг/дм}^3$

δ – концентрація твердої фази в осаді; $\delta = 100000 \text{ мг/дм}^3$

$$W = \frac{11(212-10)}{100000} = 0,02 \text{ м}^3$$

На стрічковий фільтр відправляється:

$$Q = 11 - 0,02 = 10,8 \text{ м}^3 \text{ розчину } (C_{\text{зав.реч}} = 10 \text{ мг/м}^3)$$

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Розрахунок маси сухого осаду:

$$M_{\text{сух.ос.}} = \frac{Q \cdot (C-m)}{10^6} \quad (1.11)$$
$$M_{\text{сух.ос.}} = \frac{11 \cdot (212-10)}{10^6} = 0,002 \text{ т}$$

Розрахунок води, що міститься в осаді після зневоднення його до 50%:

$$M_{\text{сух.ос.}} = M_{\text{води}} = 0,0023 \text{ т,}$$
$$V_{\text{води}} = 0,0023 \text{ м}^3 \text{ (повертається на очищення)}$$

Розрахунок маси осаду після зневоднення:

$$M_{\text{ос.}} = V_{\text{в.}} + M_{\text{сух.ос.}} \quad (1.12)$$
$$M_{\text{ос.}} = 0,002 + 0,002 = 0,004 \text{ т}$$

Об'єм осаду у стрічковому фільтрі:

$$W = \frac{QM_{\text{сух.ос.}}}{(100-B)} \quad (1.13)$$
$$W = \frac{11 \cdot 0,002}{(100-95)} = 0,044 \text{ м}^3$$

Розрахунок маси осаду після фільтру:

$$M_{\text{сух.ос.}} = \frac{Q \cdot (C-m)}{10^6} \quad (1.14)$$
$$M_{\text{сух.ос.}} = \frac{11 \cdot (10-0)}{10^6} = 0,0001 \text{ т} = 0,1 \text{ кг}$$

Розраховуємо модуль зворотнього осмосу. Об'єм концентрату, що утвориться в процесі зворотнього осмосу, при його ефективності 75%, складає: $10 \cdot 0,25 = 2,5 \text{ м}^3/\text{добу}$

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тривалість фільтроциклу зворотнього осмосу складає 120-180 хвилин, прийємо, що, в середньому, мембрани повинні промиватися один раз на 150 хвилин протягом 3 хвилин, з витратою води 20 м³/год, тоді витрата води на промивку зворотньо-осмотичної установки 1-го ступеня складе:

$$24 \cdot 60 / 150 \cdot 20 \cdot 3 / 60 = 9,6 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розраховуємо фільтр змішаної дії. В якості катіоніту був обраний КУ-2-8, в якості аніоніту – АН-17-8.

Об'єм катіоніту в іонообмінній установці:

$$W = \frac{Q \cdot (C_{\text{поч}} - C_{\text{пр}})}{n \cdot E_p} \quad (1.15)$$

$$W = \frac{10 \cdot (0,1 - 0,001)}{0,01 \cdot 1200} = 0,075 \text{ м}^3$$

Робоча ємність катіоніту:

$$E_p = \alpha \cdot E_n - K \cdot q_n \cdot C_{\text{пр}} \quad (1.16)$$

$$E_p = 0,6 \cdot 2000 - 0,5 \cdot 4 \cdot 0,001 = 1200 \text{ мг} - \text{екв}/\text{дм}^3$$

Число регенерацій приймаємо $n=0,01$ (1 раз на 100 діб).

Об'єм аніоніту в іонообмінній установці:

$$1,5 W_k = 2 W_a$$

$$W_a = \frac{1,5 \cdot W_k}{2} \quad (1.17)$$

$$W_a = \frac{1,5 \cdot 0,075}{2} = 0,06 \text{ м}^3$$

Робоча ємність аніоніту:

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

$$E_p = \alpha \cdot E_n - K \cdot q_n \cdot C_{пр} \quad (1.18)$$

$$E_p = 0,6 \cdot 1500 - 0,8 \cdot 4 \cdot 0,001 = 900 \text{ мг} - \text{екв/дм}^3$$

Число регенерацій:

$$n_a = \frac{Q \cdot (C_{поч} - C_{пр})}{W \cdot E_p} \quad (1.19)$$

$$n_a = \frac{10 \cdot (0,3 - 0,001)}{0,06 \cdot 900} = 0,06$$

Отже, регенерація аніоніту проводиться 1 раз на 17 діб.

З метою одночасної регенерації іонітів, прирівнюємо $n_k = n_a = 0,06$.

Площа фільтру:

$$F = \frac{W}{H} \quad (1.20)$$

$$F = \frac{0,075 + 0,06}{1} = 0,14 \text{ м}^2$$

Висоту фільтру приймаємо $H = 1 \text{ м}$.

Діаметр фільтру

$$D = 2 \sqrt{\frac{F}{\pi}} \quad (1.21)$$

$$D = 2 \sqrt{\frac{0,14}{\pi}} = 0,4 \text{ м}$$

Витрата реагенту на регенерацію катіоніту для регенерації 1 раз на 17 діб:

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$G_{p1} = \frac{W}{10m} E_p N q_p \quad (1.22)$$

$$G_{p1} = \frac{0,075}{10 \cdot 8} \cdot 1200 \cdot 36 \cdot 3 = 0,122 \text{ т}$$

Отже, визначаємо об'єм соляної кислоти, що витрачається на регенерацію: $\rho(\text{HCl}) = 1,19 \text{ г/см}^3$.

$$V(\text{HCl}) = m/\rho \quad (1.23)$$

$$V(\text{HCl}) = 0,122/1,033=0,1 \text{ м}^3.$$

Добова витрата $0,1 \cdot 0,06=0,006 \text{ м}^3/\text{добу}$

Об'єм води для розведення регенераційного розчину:

$$\begin{aligned} 0,006 - 100\% & \quad x=0,006 \cdot 8/100=0,0005 \text{ м}^3 \\ x - 8\% & \end{aligned}$$

$$V_{\text{води}} = 0,006-0,0005=0,0055 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрата реагенту на регенерацію аніоніту:

$$G_{p1} = \frac{W}{10m} E_p N q_p \quad (1.24)$$

$$G_{p1} = \frac{0,06}{10 \cdot 4} \cdot 900 \cdot 98 \cdot 3 = 0,4 \text{ т}$$

Отже, визначаємо об'єм NaOH, що витрачається на регенерацію:

$$\rho(\text{NaOH}) = 1,043 \text{ г/см}^3.$$

$$V(\text{NaOH}) = m/\rho = 0,4/1,043=0,4 \text{ м}^3.$$

Добова витрата $0,4 \cdot 0,06=0,024 \text{ м}^3/\text{добу}$

Об'єм води для розведення регенераційного розчину:

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$0,024 - 100\% \quad x=0,024 \cdot 4/100=0,001 \text{ м}^3$$

x - 4%

$$V_{\text{води}} = 0,024 - 0,001 = 0,023 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Площу фільтру розраховують виходячи з об'єму іоніту та висоти шару іоніту:

$$F = \frac{W}{H} \quad (1.25)$$

H - висота шару іоніту, яка дорівнює 0,5 м.

$$F = \frac{0,13}{0,5} = 0,26 \text{ м}^2$$

Витрата води на спущення іоніту:

$$q_{\text{в}} = \frac{60}{1000} \cdot F \cdot I \cdot t \quad (1.26)$$

$$q_{\text{в}} = \frac{60}{1000} \cdot 0,26 \cdot 3 \cdot 6 = 0,3 \text{ м}^3$$

З них на спущення катіоніту: $q_{\text{к}} = (0,075 + 0,06) \cdot 0,075 / 0,13 = 0,01 \text{ м}^3$

За добу: $0,01 \cdot 0,06 = 0,0005 \text{ м}^3/\text{добу}$

Відповідно на спущення аніоніту: $q_{\text{а}} = 0,3 - 0,01 = 0,02 \text{ м}^3$

За добу: $0,02 \cdot 0,06 = 0,001 \text{ м}^3/\text{добу}$

Витрата води на промивку фільтру після регенерації:

$$q_{\text{пр к}} = 4 \cdot W \quad (1.27)$$

$$q_{\text{пр к}} = 4 \cdot 0,075 = 0,3 \text{ м}^3$$

$$q_{\text{пр а}} = 4 \cdot 0,06 = 0,24 \text{ м}^3$$

Витрата води на промивку фільтру після регенерації за добу:

$$q_{\text{пр к}} = 0,3 \cdot 0,06 = 0,02 \text{ м}^3$$

$$q_{\text{пр а}} = 0,24 \cdot 0,06 = 0,01 \text{ м}^3$$

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Таблиця 1.3 – Таблиця матеріального балансу

Назва потоку	Значення	
	м ³ /добу	кг/добу
подача води на очистку	10	
подача води на ультрафільтраційні мембрани	10	
відведення концентрату з ультрафільтрації	0,5	
подача води на промивку ультрафільтраційних мембран	20	
подача води на зворотній осмос	10	
подача води на іонообмінний фільтр	10	
подача води на спущення та промивку катіоніту	0,43	
подача води на фільтр змішаної дії	10	
подача води на спущення та промивку іоніту	0,03	
подача кислоти на регенерацію іоніту	0,008	
подача лугу на регенерацію іоніту	0,024	
подача очищеної води	10	

ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД

2.1 Розрахунок іонообмінної установки

Обираємо H^+ -катіонітний фільтр.

Площу фільтру розраховують виходячи з об'єму іоніту та висоти шару іоніту:

$$F = \frac{W}{H} \quad (2.1)$$

H - висота шару іоніту, яка дорівнює 2 м.

$$F = \frac{4,2}{2} = 2,1 \text{ м}^2$$

Діаметр фільтру:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{F}{\pi}} \quad (2.2)$$

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

Тривалість фільтроциклу апаратів розраховуємо за формулою:

$$T_0 = \frac{24E_p W}{Q(C_{\text{поч}} - C_{\text{пр}})n} \quad (2.3)$$

$$T_0 = \frac{24 \cdot 1590 \cdot 4,2}{10(4,2 - 0,1)0,01} = 24 \text{ год}$$

Далі розраховуємо швидкість фільтрування:

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

$$V = \frac{Q}{T_0 n F} \quad (2.4)$$

n – число регенерацій.

$$V = \frac{10}{24 \cdot 1 \cdot 2,36} = 17 \text{ м/год}$$

2.2 Розрахунок реактора

Обираємо реактор об'ємом 11 м^3 , прямокутний в розрізі, висота реактора становить 4 м, тому його площа:

$$F = \frac{W}{H} \quad (2.1)$$

$$F = \frac{16}{4} = 2,75 \text{ м}^2$$

Задаємося довжиною 2 м, отримуємо ширину реактора:

$$B = \frac{F}{L} \quad (2.5)$$

$$B = \frac{2,75}{2} = 1,4 \text{ м}$$

2.3 Розрахунок витратного баку з розчином NaOH

Розраховуємо площу перерізу, приймаємо висоту $h=1 \text{ м}$

$$F = \frac{W_p}{h} \quad (2.6)$$

$$F = \frac{1,9}{1} = 1,9 \text{ м}^2$$

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Розраховуємо діаметр :

$$D = 2 \sqrt{\frac{1,9}{3,14}} = 1,6 \text{ м (2.2)}$$

2.4 Розрахунок витратного баку з розчином Na₂CO₃

Розраховуємо площу перерізу, приймаємо висоту h=1 м

$$F = \frac{0,6}{1} = 0,6 \text{ м}^2 \text{ (2.6)}$$

Розраховуємо діаметр :

$$D = 2 \sqrt{\frac{0,6}{3,14}} = 0,9 \text{ м (2.2)}$$

2.5 Розрахунок витратного баку NaCl

Розраховуємо площу перерізу приймаючи висоту h=4м:

$$F = \frac{9,1}{4} = 2,3 \text{ м}^2 \text{ (2.6)}$$

Розраховуємо діаметр :

$$D = 2 \sqrt{\frac{2,3}{3,14}} = 1,7 \text{ м. (2.2)}$$

2.6 Розрахунок фільтру змішаної дії

Таблиця 2.1 Характеристика іонообмінних фільтрів

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Марка фільтру	Розмір гранул іоніту, мм	Вміст		Насипна густина товарного	Питомий об'єм набряклого іоніту, м ³ /т
		Робочої фракції	вологи		
КУ-2-8	0,315-1,25	93,0	40-60	0,72-0,8	2,9
АВ-17-8	0,355-1,25	92,0	40-60	0,74	2,9

Загальний об'єм колони ФЗД:

$$W_{\text{колони}} = 0,075 + 0,06 = 0,13 \text{ м}^3.$$

Діаметр фільтра визначається за формулою:

$$D = 2 \sqrt{\frac{0,13}{\pi}} = 0,4 \text{ м. (2.2)}$$

2.7 Розрахунок нейтралізатора

Приймаємо об'єм нейтралізатора рівним максимальному об'єму води, що надходить у нього.

Сумарна добова кількість води, що надходить до нейтралізатора

$$\Sigma Q_{\text{н}} = 0,03 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Приймаючи висоту рівною 5 м, розраховуємо площу:

$$F = \frac{W}{H} \quad (2.6)$$

$$F = \frac{0,03}{0,5} = 0,06 \text{ м}^2.$$

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Визначаємо нейтралізатор прямокутним у плані:

$$B = L = \sqrt{0,06} = 0,25 \text{ м}$$

2.8 Розрахунок шламосховища

Площа шламосховища розраховується за формулою:

$$F_{\text{ш}} = \frac{W_{\Sigma}}{H} \quad (2.7)$$

де W_{Σ} - сумарний об'єм, який надходить у шламосховище; H – висота шламосховища, м.

$$F_{\text{ш}} = \frac{10,8}{3} = 3,6 \text{ м}^2$$

Діаметр шламосховища:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{3,6}{3,14}} = 2,1 \text{ м.} \quad (2.2)$$

2.9 Підбір технологічного обладнання

Установка ультрафільтрації

В даній технологічній схемі процес ультрафільтрації забезпечується за допомогою ультрафільтраційних елементів DOW INTEGRAPAC-77. Вузол ультрафільтрації складається з двох блоків ЕКОСОФТ МУ-170. Кожен блок складається з двох незалежно працюючих ультрафільтраційних модулів продуктивністю 80-90 м³/год кожен. Розмір пор ультрафільтраційних мембран складає 0,03 мкм, продуктивність за водою з р. Десенка 60-70

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

дм³/(м²·год). Мембранні елементи виготовлені з гідрофілізованого полівініліденфториду (ГПВДФ) і мають високу міцність і хімічну стійкість. Кожен мембранний елемент являє собою корпус з розташованими всередині пучками полімерних трубчастих мембран діаметром 0,7-2,0 мм, поверхня фільтрації 1-го елемента - 77 м², напрямок фільтрації - ззовні всередину.

Основні технічні характеристики наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики ультрафільтраційної установки DOW INTEGRAPAC-77

характеристики ультрафільтраційної мембрани	
тип мембранного елемента	DOW IntegraPac IP-77
розміри, мм	360 x 350 x 2452
площа фільтрації, м ²	77
тип фільтрації	ззовні всередину
максимальний тиск на вході при температурі 25°C, МПа	0,6
максимальний перепад тиску, МПа	0,21
максимальний тиск зворотної промивки, МПа	0,25
максимальна температура води, °C	40
максимальний вміст хлору в воді, мг/дм ³	2000
діапазон рН в роботі	2-11
вимоги до попередньої очистки, мкм	200
максимальна каламутність води, NTU	300

Установка зворотнього осмосу

Вузол зворотно-осмотичної демінералізації складається з двох блоків ЕКОСОФТ-МО-124, продуктивністю 120-125 м³/год кожний. Кожен блок

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

складається з двох незалежно працюючих модулів. В модулях відбувається розподіл води на частково-знесолену воду (пермеат) і концентрат зворотного осмосу першого ступеню у співвідношенні 3:1.

Режим роботи зворотно-осмотичних модулів практично безперервний: тільки кілька разів на добу потрібна гідравлічна промивка мембран, яка проводиться протягом 1-3-х хвилин прямим струмом води зі скиданням всієї промивної води до баку запасу концентратів, також така промивка проводиться перед зупинкою роботи модуля, наприклад перед примусовим відключенням при заповненні баків. Гідравлічна промивка мембран проводиться в автоматичному режимі. Характеристики мембран наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики мембранного зворотно-осмотичного елемента Filmtec HRLE-440i

тип мембранного елемента	Filmtec HRLE-440i
площа фільтрації, м ²	41
розміри (довжина, діаметр) мм	L = 900, D = 201
підключення, дюйми (мм)	стандарт 1,125 ID (29)
система з'єднання мембран	iLEC™
максимальний робочий тиск, МПа	4
максимальна робоча температура, ° C	45
максимальний перепад тиску, МПа	0,1
допустимий вміст вільного хлору в воді, мг/л	не більше 0,1
діапазон рН в роботі	2-11
діапазон рН при короткочасній дії (<30 хвилин)	1-12

Вакуумно-стрічковий фільтр

Обрано фільтр-прес ПВО-ТЕС міні, масою 2,4 т, габаритами 2,4 х 2,4 х 2,0 м та продуктивністю до 8 м³/годину.

Насоси

Для перекачування води основним потоком використовується відцентрові горизонтальні насоси типу Д, а саме 1Д630-90а, з такими основними характеристиками:

- подача – 550 м³/год;
- напір – 74 м;
- частота обертання – 1450 обертів/хвилину;
- потужність – 178 кВт;
- тип насосу – відцентровий горизонтальний насос з двостороннього входу типу 1Д.

Для дозування реагентів використовуються мембранні дозуючі насоси типу ВТ. ВТ - серія мембранних дозуючих насосів з аналоговим і мікропроцесорним управлінням. Антикислотний алюмінієвий корпус, покритий двома шарами епоксидної фарби. Панель управління насоса захищена прозорою кришкою з полікарбонату. Продуктивність насосів від 0,5 до 80 м³/год, протитиск до 20 бар. Клас пиловолого захисту: IP65. Насоси з вбудованими контролерами рівня рН, RedOx, вільного і загального хлору. В якості найбільш універсального обрано насос ВТ-8001.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Об'ємно-планувальне вирішення будівлі

Будівля одноповерхова, каркасного типу, одно прольотна, ширина прогону 30 м, крок колон 6 м, висота поверху становить 14,4 м, довжина будівлі 108 м. В будівлі встановлений мостовий кран вантажопідйомністю 30 т, відмітка голівки кранового рельсу складає 11,75 м.

Адміністративно-побутові приміщення розташовані в прибудові. Сітка колон складає 6х3 м, висота 3,6 м.

Зовнішні стіни будівлі великопанельні, з одношарових піносілікатних панелей, товщина стіни складає 300 мм.

Прив'язка до крайніх поперечних розбивочних осей становить 500 мм, до крайніх поздовжніх – 250 мм. Колони при торцевих зовнішніх стінах і в температурному шві зміщені від поперечних розбивочних осей на 500 мм.

Колони залізобетонні двогілкові; крок колон – 6 м; фундамент колон залізобетонний, стаканного типу.

В якості несучих конструкцій покриття прийняті залізобетонні балки двотаврового перерізу. Покриття зі збірних залізобетонних плит 6×3 м. Вікна стрічкові з розмірами 6×7,2 м. Ворота розпашні, 4×4,2 м.

3.2 Вибір конструктивних елементів будівлі

Вибрані залізобетонні двогілкові колони серії КЭ-01-52 для одноповерхових промислових будівель з мостовим краном: ширина колони $b = 800$ мм, $h = 600$ мм, $h_H = 1400$, $h_{вет} = 300$, висота $H = 15600$, висота верхньої частини колони $H_B = 4200$. Колони розраховані на установку крану вантажопідйомністю 30 т.

Конструкція колон зображена на рисунку 3.1.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

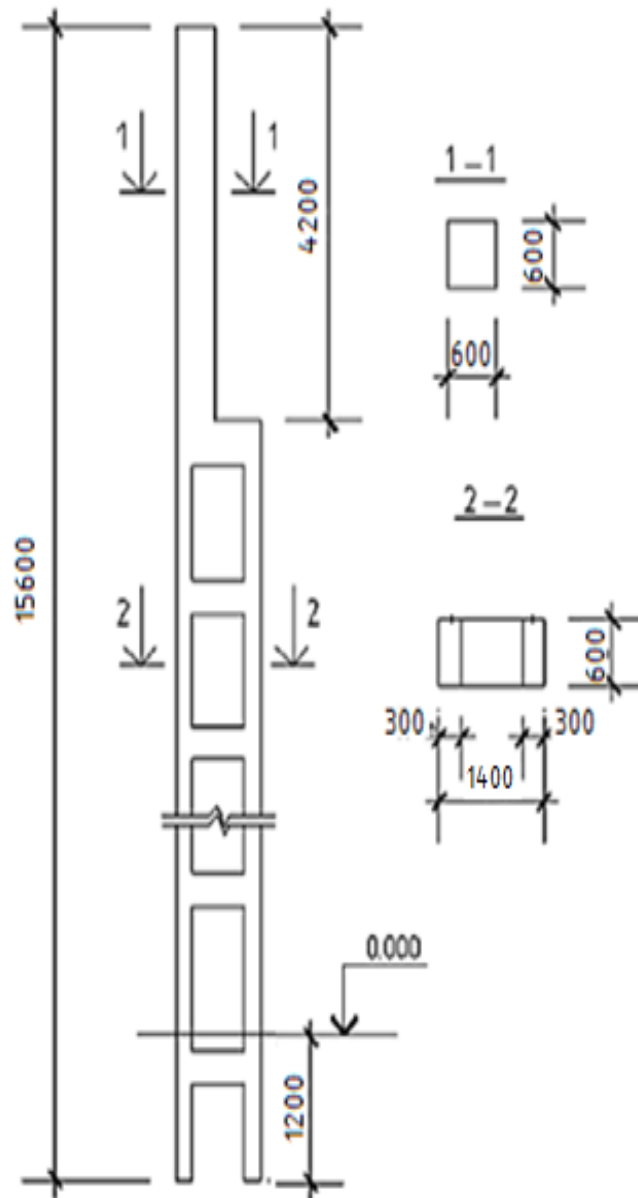


Рисунок 3.1 - Залізобетонна колона крайніх рядів

Для двогілкової колони з розмірами поперечного перерізу 500x1400 мм приймаємо підколонник з розмірами поперечного перерізу 2100x1200 мм.

Під колони вибраний стовпчастий двоступінчатий фундамент (рис.3.2), розмір склянки 1500x700 мм, підколінника 2100x1200 мм, підошва 2700x2100 мм, щаблі 3600x3000 мм, сходи плит висотою 300 мм.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

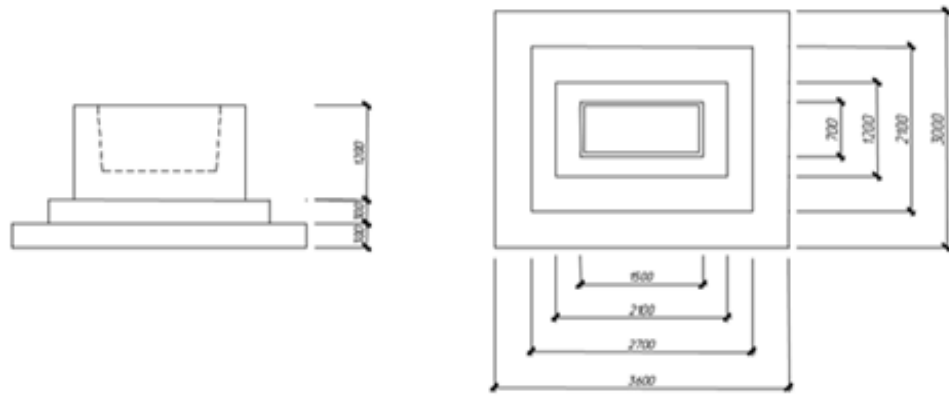


Рисунок 3.2 - Фундамент колон

Колони фахверку (рис 3.3) влаштовані вздовж прогону, висота колон 13700 мм, $a*b=600*400$ мм.

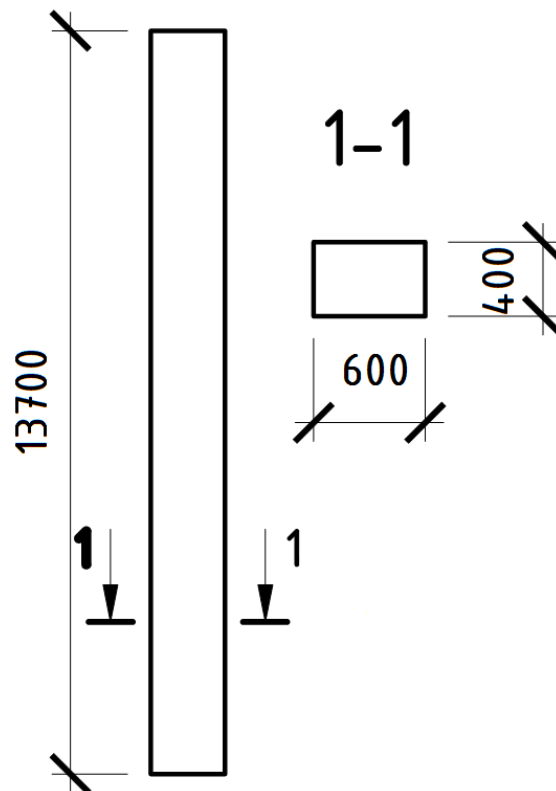


Рисунок 3.3 – Фахверкові колони (4КФ137-1)

Під колони фахверку вибраний фундамент: переріз колон 400x400 мм, підколонник 1000x1000 мм, підошва 1700x1700 мм, 2500x2500 мм, глибина стакана $h_c = 800$ мм.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Підкранову балку (рис.3.4) двотаврового перерізу, довжиною 12 м.

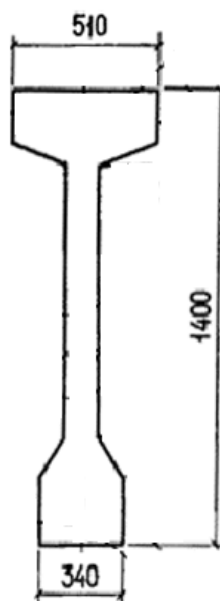


Рисунок 3.4 – Підкранова балка двотаврового перерізу

Покриття влаштовано залізобетонними плитами (рис.3.5) розміром 6х3 м.

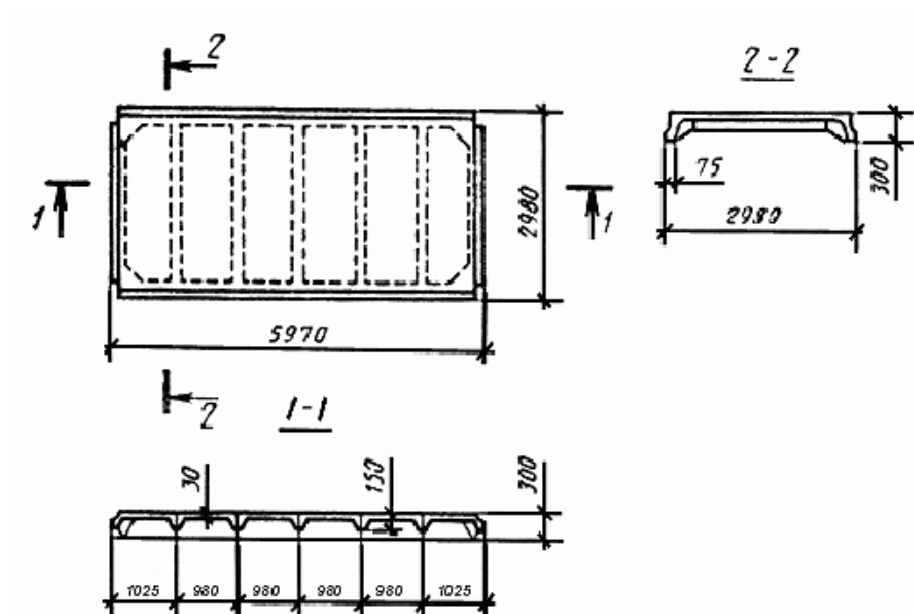


Рисунок 3.5 – Залізобетонні плити покриття

Проліт споруди становить 30 м, було обрано залізобетонну ферму (рис.3.6) покриття із паралельними поясами довжиною 30 м і висотою 3000 мм.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

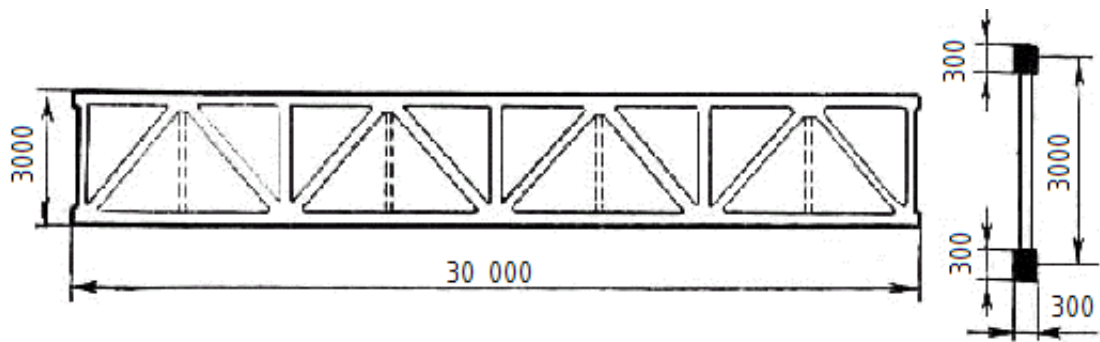


Рисунок 3.6 – Залізобетонна ферма покриття

Склад підлоги: гравій 100 мм, бітум (30 мм), бетон (50 мм), - основа – ущільнений ґрунт.

Склад покриття: обмазка бітумом (10 мм), мінеральна вата (100 мм), цементно-піщана стяжка (10 мм), три шари руберойду на бітумній мастиці, гравій, втоплений в бітум (20 мм).

Вікна стрічкові (рис.3.7), вздовж стін будівлі встановлено 2 ряди вікон з дерев'яним переплетенням одинарного застління. Ширина вікон складає 6000 мм, висота 7200 мм.

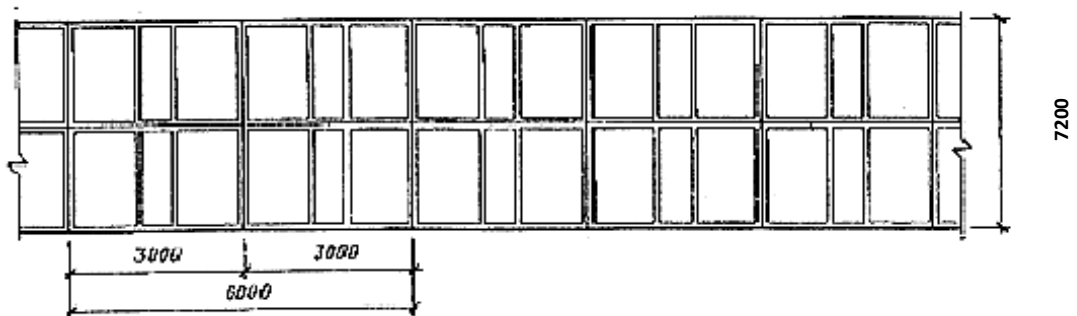


Рисунок 3.7 – Стрічкові вікна

Зовнішні двері будівлі однопільні. Полотно глухе, дерев'яне. Ширина дверей складає 1200 мм, висота 2000 мм.

За конструкцією ворота розпашні, складаються з двох дерев'яних полотен зі сталеву рамою. Ширина воріт 4000 мм, висота 4200 мм. Кількість воріт 1.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

В адміністративно-побутовому приміщенні колони мають розміри 400×400 мм. Під колони обраний фундамент стаканного типу. Він має такі розміри: склянки - $a_H \times b_H = 600 \times 600$ мм, підколонника - $a \times b = 1000 \times 1000$ мм, підошва - $a_1 \times b_1 = 2300 \times 1500$ мм, щаблі - $a_2 \times b_2 = 1500 \times 1000$ мм. Сходи плит всіх фундаментів мають єдину уніфіковану висоту 300 мм. Глибина склянки $h_c = 800$ мм.

Зовнішні стіни будівлі великопанельні, з одношарових піносілікатних панелей, товщина стіни складає 300 мм. Ригелі висотою 800 мм, плити покриття 3х6 м, висотою 450 мм.

Склад підлоги: 100 мм утрамбованого у ґрунт гравію, 100 мм гравію, 50 мм стяжка з бетону, 150 мм мінеральна вата, 25 мм цементна стяжка, 20 мм паркет.

Вікна роздільні з простінками, з верхнім підвісом. Ширина вікон становить 1500 мм, висота - 1420 мм. Двері одностулкові з глухим дерев'яним полотном. Ширина дверей становить 1200 мм, висота 2000 мм.

3.3 Розміщення очисних споруд

Очисні споруди знаходяться у виробничому приміщенні на відмітці +0,000 м. На початку процесу встановлено дві ультрафільтраційні установки (360 x 350 x 2452), далі на відстані 2 м встановлено іонообмінні фільтри (D=2,3 м), бак з регенераційним розчином (D=1,7 м) та регенераційний реактор (B=1,4 м; L=2 м). Далі на відстані 1,5 м встановлено бак з NaOH (D=1,6 м) та Na_2CO_3 (D=0,9 м), поруч розміщено нейтралізатор.

На відстані 2 м від попереднього обладнання встановлено дві зворотньоосмотичні установки (L = 900, D = 201 мм) та далі на відстані 3 м фільтр-прес. Праворуч розміщено фільтри змішаної дії (D=0,4 м), шламосховище (D=2,1 м), та змішувач, відстань між обладнанням 1,5 м.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

ОХОРОНА ПРАЦІ

1) Згідно зі статтею 23 закону України «Про охорону праці», прийнятим 14 жовтня 1992 р., всі приміщення, виробничі будови, технологічні процеси та обладнання мають відповідати вимогам, що задовольняють безпечні умови праці. Обладнання та технологічні процеси повинні задовольняти вимогам санітарії та виробничій безпеці.

Охорона праці – це чинна (що діє на підставі відповідних законодавчих та інших нормативних актів) система соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, які забезпечують збереження здоров'я і працездатність людини під час праці.

2) Дипломний проект на тему : «Кондиціонування артезіанської води для енергетичних систем ТОВ «Босна – Ел джі»» має за мету створення системи кондиціонування артезіанської води.

Для безпечної роботи персоналу на підприємстві «Босна – Ел Ді» велике значення має стан виробничих приміщень, повітряного середовища, їхнє освітлення, наявність вібрації й шуму, а також пожежна безпека. Обладнання для станції спроектовано та виготовлено згідно всіх принципів охорони праці.

Цех, де працює інженер, має такі параметри: площа – 60 м², об'єм – 120 м³.

Повітря робочої зони

Мікроклімат виробничих приміщень - це сукупність параметрів повітря у виробничому приміщенні, які діють на людину у процесі праці, на його робочому місці, у робочій зоні.

Робоче місце – це територія постійного або тимчасового знаходження людини у процесі праці.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Робоча зона - це частина простору робочого місця, обмежене по висоті 2 м від рівня підлоги.

За ступенем впливу на тепловий стан людини мікрокліматичної умови поділяють на оптимальні та допустимі.

Для робочої зони виробничих приміщень встановлюються оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови з урахуванням важкості виконуваної роботи та періоду року (ДСН 3.3.6.042-99). При одночасному виконанні в робочій зоні робіт різної категорії важкості рівні показників мікроклімату повинні встановлюватись з урахуванням найбільш чисельної групи працівників.

Всі нормовані параметри зводимо в таблицю 4.1

Таблиця 4.1 – Оптимальні норми температури, відносної вологості й швидкості руху повітря в робочій зоні заводу

Пора року	Категорія роботи	Температура повітря, С		Швидкість руху повітря, м/с		Відносна волога, %	
		Фактична	Допустима	Фактична	Допустима	Фактична	Допустима
У зимовий період	Пб	17-19	23	0,2	0,3	40-60	Не більше 65
У літній період	Пб	22-24	29	0,2	0,3	40-60	Не більше 65

Отже, для нормального теплового самопочуття людини важливо, щоб температура, відносна вологість і швидкість руху повітря перебували у певному співвідношенні.

Промислове освітлення

Організація грамотного промислового освітлення є одним з основних чинників створення оптимальних умов для функціонування виробничих процесів.

Використовуване в робочих процесах світлотехнічне устаткування має вибиратися з розрахунком створення безпечного для зору людини світлового режиму з урахуванням конкретних особливостей виробництва.

Існують державні стандарти, що регламентують правила освітлення виробничих приміщень і заводських територій, на підставі яких і вибираються всі компоненти освітлювальних систем. Одним з таких документів є один з розділів Державних будівельних норм (ДБН «Природне та штучне освітлення»).

Промислове освітлення поділяють на два види:

- природне - виробничі приміщення освітлюються прямим сонячним світлом, або ж світлом, що потрапляє через віконні отвори;
- штучне – реалізується за допомогою різних моделей світильників промислового призначення.

Штучне освітлення може бути загальним і комбінованим.

Загальним називають освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно (загальне рівномірне освітлення), або з урахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення).

Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його доцільно застосовувати при роботах високої точності, а також якщо

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

необхідно створити спрямований або змінний в процесі роботи, напрямок світла. Місцеве освітлення створюється світильниками, які концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Застосування тільки місцевого освітлення не допускається зважаючи на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань.

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне та чергове.

Для штучного освітлення приміщень слід використовувати, як правило, найбільш економічні розрядні лампи, або світлодіодні лампи, в яких

Для промислового освітлення більш актуальні техніко-експлуатаційні параметри, а не презентабельний зовнішній вигляд і естетика. Воно повинно бути в першу чергу безпечним, стійким до впливу вібрацій і перепадів температур, безвідмовним та зносостійким. Також актуальна останнім часом вимога екологічної чистоти освітлювальних пристроїв та економічна складова сучасних видів освітлення.

Для освітлення великих виробничих приміщень, найпоширенішими є підвісні світильники, які дають можливість вибору оптимальної висоти установки світильника, що особливо доцільно для приміщень з високими стелями.

Виробничий шум

Більшість виробничих процесів в будівництві супроводжується дією на працюючих шуму, що виникає при роботі машин, енергетичних установок. Механічні коливання вузлів і деталей викликають коливання повітря і сприймаються органами слуху людини як звуки. Комплекс хаотичних звуків, різних за частотою та інтенсивністю, які викликають неприємні суб'єктивні відчуття, називається шумом. Інтенсивність шуму вимірюється в децибелах, а частота – в герцах. Шуми різняться за гучністю (в фонах) і за висотою

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

(менше як 350 Гц – низькочастотні; 350–800 Гц – середньочастотні; понад 800 Гц – високочастотні).

Звуки з частотою до 16 Гц називаються інфразвуками, а понад 20 000 Гц – ультразвуками. Хоча вони вухом не сприймаються, зате відчуваються тканинами організму.

На виробництві шум може бути постійним і непостійним, коли рівень його під час роботи змінюється більше ніж на 5 дБ. Непостійні шуми поділяються на перервні, імпульсні та флюктуючі, коли рівень шуму весь час коливається.

Ступінь негативного впливу шуму залежить від сили і частоти звуку, тривалості його дії, фізичного і психічного стану людини.

Збільшення тривалості роботи в умовах підвищеного шуму супроводжується прогресивним розвитком втрати слуху. При цьому спочатку виникає слухова адаптація – зниження слухової чутливості і швидке відновлення слуху після припинення дії шуму. Згодом процес відновлення слуху затягується, а втома слухового аналізатора переходить у перевтому.

Основними напрямками боротьби з шумом на виробництві є:

- розробка і впровадження заходів технічного характеру, які виключали б причини генерування шуму;
- виведення персоналу із зон з високим рівнем шуму за рахунок впровадження дистанційного управління;
- впровадження фізіологічно обґрунтованих режимів праці і відпочинку;
- застосування індивідуальних захисних засобів тощо.

Враховуючи виконання вищезгаданих рекомендацій, шумовий режим на підприємстві задовольняє ДСН 3.3.6.037-99.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пожежна небезпека

Пожежа – це неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі і просторі та створює загрозу життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу.

Основними причинами пожеж на виробництві є:

- необережне поводження з вогнем;
- незадовільний стан електротехнічних пристроїв та порушення правил їх монтажу та експлуатації;
- порушення режимів технологічних процесів;
- несправність опалювальних приладів;
- невиконання вимог нормативних документів з питань пожежної безпеки;
- коротке замикання.

З метою попередження пожежі проводяться інструктажі з пожежної безпеки; дотримуються правила протипожежної безпеки; перевіряється електрообладання.

На даному підприємстві необхідно дотримуються наступних правил пожежної безпеки:

- забороняється палити на робочому місці;
- забороняється залишати без догляду ввімкнені електроприлади;
- забороняється зберігати на робочому місці легкозаймисті речовини у великій кількості.

З метою своєчасного сповіщення, на підприємстві встановлено протипожежну сигналізацію. Проходи та запасні виходи є вільними. Пожежний щит розміщується в доступному місці та містить первинні засоби пожежогасіння: вогнегасник, лопату, відро, простирадло, ящик з піском.

Відповідальний за пожежну безпеку керівник виробничої дільниці.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

ВИСНОВКИ

1. В ході виконання дипломного проекту, було розроблено схему кондиціонування артезіанської води для енергетичних систем, що задовольняє санітарно-гігієнічні норми та відповідає фізіологічним показникам за мінеральним складом.

Технологічна схема яка запропонована в дипломній роботі дозволяє ефективно очищати воду з артезіанських джерел м. Боярка до певних норм, які зазначені в гігієнічних нормах до питної води.

2. В дипломній роботі були виконані такі задачі: підібрана ультрафільтраційна установка; розрахована іоннообмінна установка; підібраний вакуумно-стрічковий фільтр. Розраховано витратні баки з розчинами NaOH, NaCl; підібрана установка зворотнього осмосу, розрахован фільтр змішаної дії, також розраховано було шламосховище та були підібрані насоси.

3. Було описано об'єктно-планувальне вирішення будівлі, були підібрані конструктивні елементи будівлі та сплановано розміщення очисних споруд.

4. Було розроблено робоче місце інженера, яке знаходиться в цеху. Описані фактори вразливості (повітря робочої зони, пожежна небезпека, виробничий шум, промислове освітлення).

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гомеля М.Д. Очистні споруди. Основи проектування. Навч. посібник/ Крисенко Т.В., Дейкун І.М. / - К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 176 с.
2. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».
3. Кожинів В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. – М.: Издательство литературы по строительству, 1971. – 273 с.
4. ГОСТ 2874-82. Вода энергетическая. Технологические требования и контроль за качеством. – М.: 1982.
5. Обработка воды обратным осмосом и ультрафильтрацией / А.А. Яминов, А.К. Орлов, Ф.Н. Карелин, Я.Д. Рапопорт. – М.: Стройиздат, 1978. – 120 с.
6. БНіП II-М.2-62. Виробничі будівлі промислових підприємств. Норми проектування.
7. Трепененко Р.И. Альбом чертежей конструкций и деталей промышленных зданий: М, 1978 – 378 с.

					ДП ЛЕ51 04.019.ТК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53