

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

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ М.Д. Гомеля

«_____» _____ 2024 р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності - 161 Хімічні технології та інженерія

на тему: «Удосконалення технологічної схеми підготовки енергетичної води СП
«Київські ТЕЦ» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО»

Виконав:

студент IV курсу, групи ЛЦ-01

Драмарецький Є.О.

Керівник:

доц., доц., к.х.н., Овсянкін В. О.

Консультант з розділу «охорона праці»:

Із розробки заходів з охорони праці на виробництві

Ст.викл., к.т.н., Ковтун А.І.

Рецензент:

Київ – 2024 року

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Удосконалення технологічної схеми
підготовки енергетичної води СП «Київські ТЕЦ»
КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО»

Київ – 2024 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра екології та технології рослинних полімерів

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки (програма професійного спрямування) –
«Екологічна безпека»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Гомеля М.Д.

«___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студента
Драмарецького Єгорія Олеговича

- На тему: «Удосконалення технологічної схеми підготовки енергетичної води СП «Київські ТЕЦ» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО»
- Вихідні дані до проекту: витрата води – 6000 м³/добу; загальна жорсткість – 3,6 мг-екв/дм³; завислі речовини – 33,2 мг/дм³; Ca²⁺ – 2,7 мг-екв/дм³; Mg²⁺ – 0,9 мг-екв/дм³; окисненість – 12,5 мг O₂/дм³; кремнію – 22,1 мг/дм³; хлориди – 3,2 мг/дм³; сульфати – 7,9 мг/дм³; рН 8,4.
- Зміст пояснювальної записки: вступ, техніко-економічне обґрунтування, технологічна частина, технологічні та гідравлічні розрахунки очисних споруд, будівельна частина, охорона праці, висновок, список використаної літератури.
- Перелік графічного матеріалу: план розміщення споруд на місцевості; технологічна схема; блок-схема матеріального балансу; план цеху на відмітці +0,000.

3.1. Консультанти розділів проекту

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

3.2.

Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	16.04 – 19.05	
2	Обґрунтування технологічної схеми	22.05 – 27.05	
3	Оформлення пояснювальної записки	28.05 – 03.06	
4	Технологічні та гідравлічні розрахунки очисних споруд	03.06 – 04.06	
5	Оформлення розділу «Охорона праці»	05.06 – 06.06	
6	Виконання креслень	06.06-08.06	

Студент

Драмарецький Є.О.

Керівник проекту

Овсянкіна В.О.

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітки
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП ЛЦ0106. 01.006	Пояснювальна записка	66	
3	A4	ДП ЛЦ0106. 01.006	Характеристика води до та після очистки	1	
4	A1	ДП ЛЦ01.01.004	План розміщення споруд на місцевості	1	
5	A1	ДП ЛЦ 01.02.004	Технологічна схема	1	
6	A1	ДП ЛЦ 01.03.004	Блок-схема матеріального балансу	1	
7	A1	ДП ЛЦ 01.04.004	План цеху на відм. +0,000	1	
8	A1	ДП ЛЦ 01.05.004	Поздовжній розріз цеху 1-1	1	

				ДП ЛЦ0106. 01.006		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Драмарецький Є.О.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Овсянкіна В.О.				1	1
Консульт.	Ковтун І.М.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЕтаТРП Гр. ЛЦ-01	
Н/контр.						
Зав.каф.	Гомеля М.Д.					

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект: 73 стор., 5 табл., 12 рис., 7 додатки, 5 креслень,
10 джерел.

Тема дипломного проекту: «Удосконалення технологічної схеми
підготовки енергетичної води СП «Київські ТЕЦ» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО».

Метою дипломного проекту є розробка технологічної схеми
водопідготовчої установки на ТЕЦ-5, що забезпечить глибоке знесолення води
та дасть змогу використовувати її для підживлення парових котлів.

Дипломний проект включає в себе пояснювальну записку, ілюстративні
матеріали та додатки до них. Пояснювальна записка складається з: вступу,
техніко-економічного обґрунтування проекту, технологічної частини, технічних
і гідравлічних розрахунків, будівельної частини, розділу «Охорона праці»,
висновків, списку використаних джерел та додатків.

Під час виконання дипломного проекту були виконані креслення: план
розміщення споруд на місцевості; технологічна схема; план цеху на відмітці
+0,000; повздовжній переріз цеху.

ТЕПЛОЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛЬ, УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЯ, ЗНЕСОЛЕННЯ,
ІОНООБМІННИЙ ФІЛЬТР, ВОДООЧИСТКА, МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС,
РЕГЕНЕРАЦІЯ.

					НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»						
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата							
Розробив		Драмарецький Є.О.			Пояснювальна записка				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів		Овсянкіна В.О.									
					ІХФ, ЛЦ-01						

ANNOTATION

Diploma project: 73 pp., 5 tables, 12 figures, 7 appendices, 5 drawings, 10 references.

Theme of the diploma project: "Improvement of the technological scheme for the preparation of power water at the JV 'Kyiv CHP' of KP 'Kyivteploenergo'.

The purpose of the diploma project is to develop a technological scheme of the water treatment plant at CHP-5, which will provide deep desalination of water and allow it to be used for feeding steam boilers.

The diploma project includes an explanatory note, illustrative materials, and appendices. The explanatory note consists of: introduction, feasibility study of the project, technological part, technical and hydraulic calculations, construction part, section "Occupational Safety", conclusions, list of references and appendices.

The following drawings were made during the diploma project: a plan for the location of structures on the ground; a technological scheme; a plan of the workshop at +0.000; a longitudinal section of the workshop.

COMBINED HEAT AND POWER PLANT, ULTRAFILTRATION, DESALINATION, ION EXCHANGE FILTER, WATER TREATMENT, MATERIAL BALANCE, REGENERATION.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1.ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ.....	12
1.1 Загальні характеристики.....	12
1.2 Історія ТЕЦ-5.....	14
1.3 Існуючий стан.....	17
1.4 Водопідготовка на ТЕЦ-5.....	18
1.5 Способи вирішення проблем за допомогою очищення води для ТЕЦ.....	20
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	21
2.1. Характеристики вихідної води та вимоги до очищеної.....	21
2.2.Обґрунтування технологічної схеми очистки води, що надходить на знесолення.....	22
2.3 Технологічна схема модернізації водопідготовчої установки на ТЕЦ-5.....	22
2.4 Установа Ультрафільтрації.....	25
2.5 іонообмінне знесолення води.....	31
3.ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД.....	34
3.1 Матеріальний баланс.....	34
3.2 Розрахунок механічних фільтрів.....	43
3.3 Розрахунок установки ультрафільтрації.....	44
3.4 Розрахунок іонообмінних фільтрів.....	46
3.5 Розрахунок приймальної камери.....	47
3.6 Розрахунок ємності УФ-перміату.....	48
3.7 Розрахунок баків регенераційних розчинів.....	48
3.8 Розрахунок баків кислих, лужних стоків та баків знесоленої води.....	49
4. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	51
4.1 Об'ємно-планувальне вирішення будівлі.....	51
4.2 Конструктивне вирішення будівлі.....	51
5.ОХОРОНА ПРАЦІ.....	54
5.1 Призначення установки знесолення води.....	54
5.2 Експлуатація насосів водопідготовчої установки ХВО.....	54
5.3. Експлуатація механічних фільтрів.....	55
5.4. Експлуатація установки ультрафільтрації.....	56
5.5 Експлуатація іонообмінних фільтрів.....	58
5.6 Вимоги техніки безпеки та пожежобезпеки.....	60
6.ВИСНОВКИ.....	64
7.СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	65
8.ДОДАТОК.....	67

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

ТЕЦ - теплоелектроцентрально

КП – комунальне підприємство

ХВО – хімічна водоочистка

ВПУ – водопідготовчі установки

РВП- радіовипромінювальні пристрої

УФ – ультрафільтрація

CIP - clean in place,

СЕВ - chemical enhanced backwash

ПТФЕ - політетрафторетилен

ПС - полісульфон

ПЕС - поліефірсульфон

ПВДФ - полівініліденфторид

НАПБ – нормативний акт пожежної безпеки

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Енергетика України є основоположним сектором економіки країни та однією з найстаріших галузей. Виробництво електроенергії базується на атомній енергетиці, спаленні мазуту і вугілля, використанні біопалива та природного газу. Окрім того, в Україні активно використовуються відновлювані джерела енергії, такі як сонячні панелі, вітряні турбіни та гідроелектростанції. Цей сектор є пріоритетним для держави і складає значну частку національної економіки.

В енергетичній галузі України працює близько 450 тисяч осіб, що становить 3% населення, і вона займає перше місце серед платників податків, забезпечуючи приблизно чверть всього бюджету країни. Енергетика формує 8% ВВП, а за рівнем споживання електроенергії Україна займає 28 місце в світі. Крім того, українські енергетичні компанії експортують електроенергію.

Теплоелектроцентрально (ТЕЦ) — це електростанція, яка виробляє як електричну, так і теплову енергію одночасно. Виробництво електроенергії на ТЕЦ здійснюється шляхом прямого перетворення енергії палива (зазвичай газу або вугілля) на електричну енергію.

Вода є важливим компонентом у виробництві електроенергії. Мета світової енергетики — використовувати менше води для виробництва більшої кількості електроенергії, але це важко досягти через брак довгострокових досліджень. Особливо гостро ця проблема стоїть для мегаполісів, які стикаються з дефіцитом води. Виробництво електроенергії споживає значну кількість води, а охолоджуюча вода є найбільшою категорією водоспоживання.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Охолоджуючі системи на електростанціях поділяються на системи з відкритим і закритим циклом циркуляції води. У відкритій системі вода подається з джерела водопостачання до конденсатора і повертається назад, що має низькі експлуатаційні витрати, але великий тиск на місцеві водні ресурси. Закриті системи циркулюють воду в замкнутому контурі, що потребує менше сирої води і менше впливає на довкілля, але вимагає більших капітальних інвестицій і витрат на обслуговування.

Підготовка води для теплових електростанцій проводиться, щоб запобігти забрудненню турбін та корозії і утворенню накипу в котлах і турбінах. Починаючи з другої половини ХХ століття, методи підготовки води вдосконалюються для вирішення проблем в роботі обладнання. Цей проект присвячений вдосконаленню технологічної схеми підготовки енергетичної води СП «Київські ТЕЦ» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО», щоб забезпечити глибоке знесолення води і зменшення витрат реагентів на регенерацію іонообмінних матеріалів.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1. ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

1.1 Загальні характеристики

Київська теплоелектроцентрально №5 є найбільшою та найпотужнішою ТЕЦ в Україні. Її встановлена теплова потужність становить 1874 Гкал/год, а електрична - дорівнює 700 МВт.

Київська ТЕЦ-5 забезпечує водопостачанням і централізованим опаленням п'ять районів столиці: Дарницький, Солом'янський, Печерський, Голосіївський і Шевченківський. Гаряча вода і тепло від цієї ТЕЦ надходить також до низки житлових масивів, зокрема на Осокорки, Позняки, Русанівку, Березняки, Теремки, а також житловий масив Харківський.



Рис. 1.1.1 - Ситуаційний план розташування промислового майданчика ТЕЦ.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Електрична потужність ТЕЦ-5 становить 700 МВт при повному тепловому навантаженні енергоблоків і 800 МВт у конденсаційному режимі. Теплова потужність ТЕЦ дорівнює 1874 Гкал/год.

Кожен з енергоблоків (№ 1 і 2) включає котлоагрегат ТГМ-964, турбіну Т-100-130, турбогенератор ТВФ-120-2 та блокові трансформатори. Енергоблоки № 3 і 4 складаються з котлоагрегатів ТГМП-314А, турбін Т-250/300-240, турбогенераторів ТВВ-320-2 та блочних трансформаторів. Електрична потужність передається з відкритого розподільного пристрою з напругою 330, 110, 35 та 10 кВ.

До шин 330 кВ підключено 2 лінії, до шин 10 кВ – 27 ліній, до шин 110 кВ – 8 ліній, до шин 35 кВ – 10 ліній.

Система хімічного водоочищення забезпечує високу якість очищення води. Продуктивність системи по знесоленій воді складає 250 т/год, по пом'якшеній воді – 1000 т/год. Останнім часом для водоочищення використовуються іонообмінні матеріали виробництва США, Німеччини, Франції та Англії, які забезпечують високу якість очищення води та високу продуктивність.

На ТЕЦ-5 встановлено сучасні прилади автоматичного контролю водно-хімічного режиму. Загальна продуктивність очисних споруд складає 850 тис.м3/рік. До очисних споруд подаються:

1. замазучений конденсат;
2. замаслена вода;
3. обмивні води РВП;
4. води від кислотних промивок теплоенергетичного обладнання;
5. скидні води установки з водопідготовки.

На очисних спорудах працюють фільтр-преси для видалення ванадій- і нікельвмісного шламу з обмивних вод РВП і котлів. Експлуатація очисних споруд ТЕЦ-5 розпочалася одночасно з введенням в експлуатацію першого

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

блоку. Вміст солей у стічних водах, які скидаються в Дніпро, відповідає встановленим нормам. На промисловому майданчику також було побудовано очисні споруди для зливових стоків.

1.2 Історія ТЕЦ-5

Минуло понад 50 років відтоді, як почалося будівництво нової київської теплоцентралі. Пригадаємо основні факти з історії будівництва станції:

- Проект ТЕЦ-5 було розроблено відповідно до Схеми теплопостачання міста Києва на 1970-1975 рр. Відповідно до проектного завдання ТЕЦ-5 призначалася для забезпечення теплових навантажень комунального сектора міста Києва. Передбачалося, що основним паливом для станції буде газ (96,6% річної потреби в паливі), резервним мазут (3,4%).
- Генеральним проектувальником станції було призначено Київське відділення інституту "Теплоэлектропроект".
- Для розміщення ТЕЦ і баз будівельних і монтажних організацій було обрано ділянку загальною площею понад 200 га на південній околиці міста Києва в районі хуторів Острів, Покал, П'ятихатки. Виділені для будівництва ТЕЦ ділянки землі були непридатні для сільсько-господарського виробництва і періодично затоплювалися паводковими водами. На майданчику під будівництво ТЕЦ було намито близько 6 млн м³ ґрунту, що дало змогу підняти позначку його поверхні на 3-4 м і завдяки цьому уникнути затоплення території майбутньої станції в періоди паводків.
- Проект передбачав встановлення на ТЕЦ 2-х енергоблоків електричною потужністю 100 МВт, тепловою потужністю 160 Гкал/год, 2-х енергоблоків електричною потужністю 100 МВт, тепловою потужністю 160 Гкал/год, 2-х енергоблоків. електричною потужністю по 250/300 МВт, тепловою по 330 Гкал/год. Для покриття пікових теплових навантажень згідно з пілотним проектом на станції було змонтовано 3 водогрійні котли тепловою потужністю по 180 Гкал/год.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Згідно з планами подальшого розвитку теплопостачання міста Києва, на станції планувалося змонтувати ще 4 водогрійні котли по 180 Гкал/год, з яких у теперішній час встановлені і введені в експлуатацію 2 котли.

Блок No1 100 МВт запущено в грудні 1971 року, блок No2 100 МВт - у липні 1972, блок No3 250/300 МВт - у грудні 1974, блок No4 250/300 МВт - у листопаді 1976 року. Нині експлуатуються також водогрійні котли ПТВМ-180 ст. No1, 2, 3, КВГМ-180 ст. No4, 5.

Витрати на будівництво станції окупилися протягом 6 років за норми 8 років. У 1978 році станцію ввели в постійну експлуатацію.

Ці та інші прогресивні рішення, застосовані під час будівництва головного корпусу, забезпечили високу заводську готовність його елементів, майже повну збірність і зменшення ваги споруди, зниження трудових витрат, підвищення продуктивності роботи і скорочення термінів будівництва корпусу, значне зниження вартості будівництва.

Нові рішення, вперше випробувані на ТЕЦ-5, застосовували під час будівництва інших електростанцій, як в Україні, так і в інших державах СНД. ТЕЦ-5 - одна з перших електростанцій, де було спроектовано і впроваджено нову схему очищення стічних вод. Слід зазначити, що очисні споруди станції ввели в експлуатацію одночасно з запуском першого енергоблока.

З плином часу на ТЕЦ-5 звісно провидилось чимало реконструкцій. Проведено реконструкцію головних паропроводів блоків No 1, 2, яка значно скоротила довжини паропроводів гострої пари, спростила схеми паропроводів без зниження надійності роботи блоків котел - турбіна.

Протягом останніх років значно підвищилися вимоги до забезпечення зниження шкідливих викидів з димовими газами. У зв'язку з цим реконструйовано палиникові пристрої, котли обладнано сучасними

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

приладами спостереження за процесом горіння і складом димових газів, проводять роботи з оптимізації процесу горіння в топках котлів.

Здійснені заходи сприяли зниженню вмісту токсичних сполук оксидів доту (NO_x) у димових газах і забезпечили їхні стабільні показники на 10-15% нижчими за встановлені норми. Для забезпечення потреби станції в пом'якшеній воді для підживлення тепломережі виконано роботи з розширення хімічного водоочищення (ХВО), що дало змогу збільшити її продуктивність з пом'якшеної води від 500 до 1000 т/год, які маємо сьогодні. Відповідно до програми Агентства з міжнародного розвитку для хімічного водоочищення ТЕЦ було поставлено сучасні іонообмінні смоли на суму близько до 1 млн дол.

Завдяки застосуванню нових фільтрувальних матеріалів знизилися витрати на реагенти (на 30%) і витрата води на власні потреби ХВО (на 30%), значно зменшилося скидання забруднювальних речовин у р. Дніпро. Досягнуте при цьому підвищення якості обробки води дало змогу скоротити кількість кислотних промивок енергетичних і водогрійних котлів, поліпшити стан систем опалення споживачів.

На ТЕЦ змонтовано й експлуатують сучасні прилади хімічного контролю, які забезпечують увесь необхідний обсяг контролю в системі хімічного водоочищення, у котлотурбінному цеху, на загальностанційному обладнанні. Вартість поставлених іноземними фірмами приладів хімічного контролю становить понад 900 тис. дол. У період будівництва станції нові засоби обчислювальної техніки лише починали розвиватися, їхнє широке застосування в системах контролю, управління й автоматики не стояло на порядку денному, проте згодом застосовано систему контролю за роботою обладнання на базі сучасних засобів обчислювальної техніки та моніторингу.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

1.3 Існуючий стан

Модернізації на ТЕЦ-5 дійсно проводилися, проте цеху ХВО це стосувалося не так часто. Водопідготовчі установки (ВПУ) і очисні споруди хімічного цеху ТЕЦ-5 призначені для приготування води потрібної якості і кількості для поповнення втрат пари і конденсату блоків з параметрами $P=140$ і 255 ата втрат у теплових мережах.

У склад технологічних схем входять:

- склад хімреагентів;
- установка попереднього очищення води (освітлювачі ЦНІИ, ВТИ), механічні двокамерні фільтри;
- установка Na-катіонування;
- триступенева установка знесолювання води;
- установка пом'якшення води з підлугуванням у освітлювачах і підкислюванням ;
- бакове господарство, насоси, арматура, трубопроводи, засоби автоматизації, механізації, контролю;
- очисні споруди з установками очищення води від нафтопродуктів, нейтралізації накопичувачами і відстійниками.

Вихідною (початковою) водою для ВПУ є технічна вода (р.Дніпро) після конденсаторів з параметрами $P = 5\div 6$ ата, $T = 28-32^{\circ}\text{C}$.

Технологічні схеми і обладнання ВПУ було розроблено 60 років тому і не дозволяють отримувати воду потрібної якості і кількості, крім цього, викликають великі фінансові витрати на хімреагенти, ремонт і обслуговування, зберігання і утилізацію відходів, які виникають у процесі гасіння вапна, шламів з освітлювачів, фільтрувальних матеріалів і регенеративних скидів.

Після 40 років експлуатації обладнання ВПУ (баки, трубопроводи, насоси, фільтри, арматура) фізично зношене, неодноразово ремонтувалось, занесене

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

відкладеннями у процесі вапнування води і впливу агресивних середовищ і абразивних речовин і потребує капітальних ремонтів, заміни і модернізації. У зв'язку з тим, що ВПУ були спроектовані у 60-х роках минулого століття, вимоги до ряду обладнання, технологічних процесів, зберігання і використання реагентів, які відносяться до прекурсорів, на цей час не відповідають нині діючим вимогам, що також потребує проведення реконструкції ряду обладнання і схем (баки ХВО, складу хімреагентів, очисних споруд).

1.4 Водопідготовка на ТЕЦ-5

На ТЕЦ-5 для підготовки додаткової води для енергетичних котлів та підживлювальної води теплових мереж використовують воду р. Дніпро, яка проходить стадії очистки на водопідготовчій установці.

Поверхнева річна вода містить домішки, які знаходяться:

- в істинно - розчинному стані (катіони та аніони – Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; Na^+ ; K^+ ; HCO_3^- ; Cl^- ; SO_4^{2-} ; NO_3^- ; NO_2^-), а також газу (O_2 ; CO_2 ; H_2S ; N_2);
- в колоїдно-розчинному стані. До них відносяться домішки органічного походження – гумусові речовини, які вимиваються із ґрунту, а також мінерального походження – кремнієва кислота, сполуки заліза;
- в грубодисперсному стані (рослинні залишки, частинки піску, глини).

Домішки води, що знаходяться в колоїдному та грубодисперсному станах, повинні бути видалені перед подачею води на іонітні фільтри водопідготовчої установки (ВПУ), оскільки деякі з них шкідливо впливають на стан іонітів, а інші недостатньо повно затримуються іонітами та можуть погіршити якість додаткової води котлів.

Сьогодні на ТЕЦ широко використовуються системи мембранного фільтрування, засновані на принципі нанофільтрації та зворотноосмотичної технології, що дозволяє значно зекономити на експлуатаційних витратах і зменшити негативний вплив на довкілля. Особливістю водоочищення на ТЕЦ

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

є необхідність боротьби із забрудненням поверхонь теплообміну. Для цього виконується безперервне або періодичне введення хімічних реактивів у воду, яка готується. Тип, доза та інтервал введення визначаються відповідно до вимог конкретної системи.

Новим, але інтенсивно досліджуваним напрямом є підготовка води для газотурбінних теплоелектроцентралей, і актуальність цієї проблеми з кожним днем зростає.

ТЕЦ генерують теплову та електричну енергію, які подаються до житлових будинків і промислових підприємств. Принцип роботи станцій полягає у нагріванні води шляхом спалювання палива. При нагріванні вода перетворюється на пару, яка обертає турбіни, що виробляють електрику. Після цього гаряча вода подається до систем тепlopостачання.

Основні проблеми при функціонуванні обладнання ТЕЦ:

1. Накип: осідає на внутрішніх поверхнях котлів, теплообмінників, труб, знижуючи ефективність роботи, скорочуючи термін служби обладнання та збільшуючи енерговитрати.
2. Корозія: спричиняється киснем, кислотами, лугами, вільною вуглекислою та хлоридами, що призводить до зниження ефективності роботи обладнання та скорочення його терміну служби, а також до аварій.
3. Бактерії: потрапляють у обладнання разом з неочищеною водою або під час ремонту, викликаючи корозію та засмічення, що знижує ефективність роботи, підвищує енергетичні витрати і може призводити до аварій та зупинок роботи ТЕЦ.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

1.5 Способи вирішення проблем за допомогою очищення води для ТЕЦ

Єдиний спосіб вирішення всіх перерахованих вище проблем на ТЕЦ – встановлення систем водоочистки та фільтрів для забезпечення якісного очищення води. Основні методи водопідготовки включають:

1. Попереднє механічне очищення:

Для видалення великих часток, іржі та піску на початку системи встановлюються дискові, сітчасті або безреагентні (колонного типу) фільтри, а також установки ультрафільтрації для більш глибокого очищення.

2. Сорбційні фільтри:

Для сорбційного очищення води на ТЕЦ використовуються фільтри з активованим вугіллям або іншими спеціальними завантаженнями, які видаляють солі, що містять хлор, важкі метали, а також усувають неприємний смак, колір і запах води.

3. Іонообмінне пом'якшення води:

Цей процес видаляє солі жорсткості, такі як магній і кальцій, які утворюють накип на обладнанні. Для цього використовуються фільтри з іонообмінними смолами, які перетворюють солі жорсткості на іони натрію, що забезпечує чисту воду для обладнання.

4. Очищення води зворотним осмосом:

Ця технологія є найефективнішою для очищення води з високою концентрацією солей. Вода під високим тиском проходить через дрібнопористі мембрани, які затримують до 99,9% органічних речовин, забруднень та солей, пропускаючи лише молекули води та повітря.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Характеристики вихідної води та вимоги до очищеної

На Київській ТЕЦ-5 для роботи парових котлів використовується вода з Дніпра.

Характеристика природної (сирої) води до очистки та вимоги до її якості наводяться в таблиці 2.1.1.

Таблиця 2.1.1 – Характеристика вихідної води та вимоги до очищеної води.

Показник	Вихідна вода р. Дніпро	Вимоги до очищеної води
Загальна жорсткість, мг-екв/дм ³	3,6	0,01
Концентрація Ca ²⁺ у воді, мг-екв/дм ³	2,7	-
Концентрація Mg ²⁺ у воді, мг-екв/дм ³	0,9	-
Вміст сульфатів, мг-екв/дм ³	7,9	3,5
Вміст хлоридів, мг-екв/дм ³	3,2	2,7
Вміст кремнієвої кислоти, мг/дм ³	22,1	20
Завислі речовини, мг/дм ³	33,2	-
Вміст нафтопродуктів, мг/дм ³	0,52	0,3
Окисненість, мгО ₂ /дм ³	12,5	0,03
рН	8,4	8 - 10
Колірність (градуси)	52	-
Каламутність (мг/дм ³)	4	-
Залізо (мг/дм ³)	0,12	0,03
Марганець (мг/дм ³)	0,16	0,007

2.2. Обґрунтування технологічної схеми очистки води, що надходить на знесолення

Київська ТЕЦ-5 є ключовим енергогенеруючим підприємством України, яке забезпечує теплом та електроенергією мільйони мешканців. Для надійної роботи ТЕЦ необхідна високоякісна вода, що відповідає строгим стандартам теплоенергетики.

Вода з Дніпра, що використовується на ТЕЦ-5, містить багато органічних та зважених речовин, а також солей жорсткості. Ці забруднення негативно впливають на котельне обладнання, знижуючи ефективність роботи ТЕЦ. Тому воду потрібно попередньо очистити від органічних та зважених речовин, освітлити, пом'якшити та глибоко знесолити, щоб продовжити термін служби котельного обладнання.

Для генерації пари та підживлення котлів необхідна високоякісна вода без шкідливих домішок. При модернізації водопідготовчої установки важливо впроваджувати екологічно чисті та енергоефективні технології.

2.3 Технологічна схема модернізації водопідготовчої установки на ТЕЦ-5

Опис технологічної схеми підготовки питної води за допомогою мембранних процесів Сировиною є неочищена вода з р. Дніпро. У процесі очищення вода проходить наступні стадії:

1. Фільтрування на механічних сітчастих фільтрах;
2. Фільтрування на ультрафільтраційній установці;
3. Очищення води від органічних сполук на катіонообмінних фільтрах.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

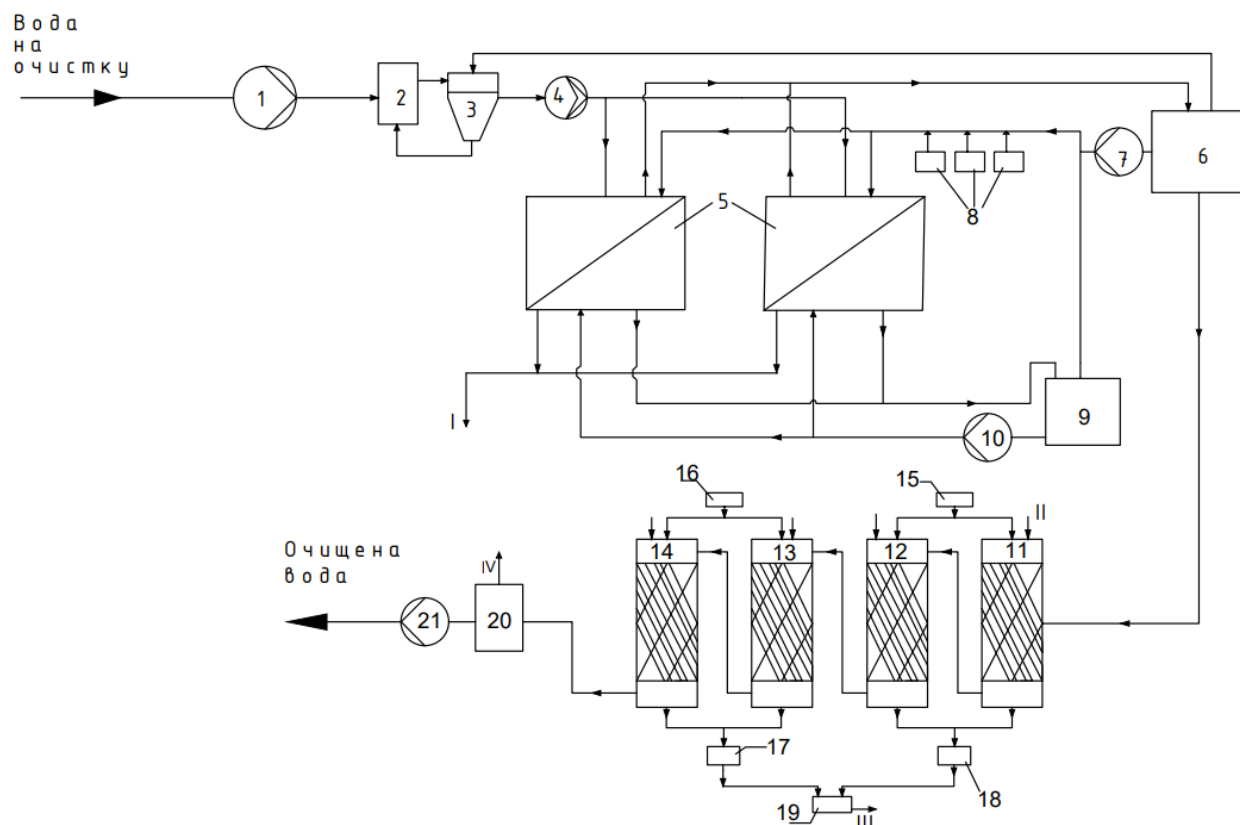


Рисунок 2.3.1 – Технологічна схема установки очищення води на ТЕЦ-5

1 – насосна станція подачі води, 2-приймальна камера, 3– сітчастий механічний фільтр, 4- компресор, 5 – УФ модуль, 6 – ємність уф-перміату, 7– насосна станція зворотного промивання УФ-модуля, 8 – станція СЕВ УФ модулів, 9 – станція СІР УФ модулів, 10- насосна станція зворотного промивання, 11 – катіонообмінний фільтр I-го ступеню; 12 - катіонообмінний фільтр II-го ступеню; 13 – аніонообмінний фільтр I-го ступеню; 14 - аніонообмінний фільтр II-го ступеню; 15-резервуар з розчином кислоти для регенерації катіонів; 16 – резервуари з розчином лугу для регенерації аніонів; 17 - резервуари кислих стоків; 18 - резервуари лужних стоків; 19– нейтралізатор; 20 - резервуари знесоленої води; 21 – насосна станція. I, III – відведення нейтральних стоків на утилізацію; II- подача води на промивку фільтрів; IV-подача води на розведення реагентів.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Сира вода подається з резервуара запасу вихідної води на установку насосною групою подачі сирої води. Далі вода надходить на сітчастий механічний фільтр, де проходить першу стадію очистки від грубодисперсних домішок.

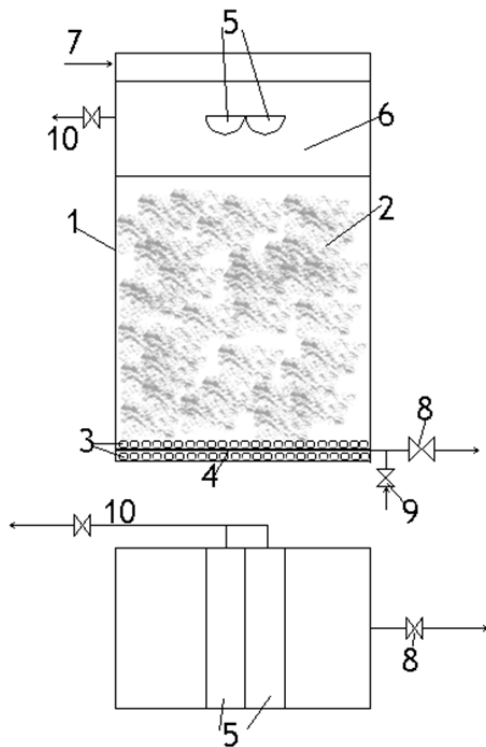


Рис. 2.3.2 - Механічний фільтр із зернистим завантаженням: 1 – корпус швидкого фільтру; 2 – зернистий фільтруючий матеріал; 3 – підтримуюча загрузка (щебінь, гравій); 4 – дренажна система; 5 – жолоба для збору промивної води; 6 – шар води; 7 – подача води в фільтр; 8 – вентиль на лінії відведення фільтрованої води; 9 – вентиль на лінії подачі води на промивку; 10 – вентиль на трубопроводі відведення промивної води.

Після цієї стадії утворюється перший твердий осад. Вода, яка пройшла грубу механічну фільтрацію, надходить на установку ультрафільтрації, де проводиться тонке очищення від зважених часток, високомолекулярних органічних речовин і мікроорганізмів. Ультрафільтраційні модулі потребують періодичної промивки очищеною водою, для чого використовуються накопичувальна ємність для пермеату та насосна станція промивання.

Наступний етап після механічного фільтра – ультрафільтраційна мембрана, яка видаляє дрібнодисперсні частинки, забезпечує дезінфекцію (видалення 99,99% бактерій і вірусів), освітлення води (зниження каламутності та кольоровості), високий ступінь очищення від заліза і

марганцю, а також ефективне видалення колоїдного кремнію та органічних речовин.

Відходи після цієї стадії з'являються переважно після промивки ультрафільтраційної мембрани. Вони включають осад з пластівців коагулянту, дрібнодисперсні частки, бактерії тощо.

Раз на 1-3 місяці звичайна промивка не забезпечує повного очищення мембрани, тому використовують СІР-промивку (clean in place), додаючи хімічні реагенти, такі як гіпохлорит натрію, кислота або луг. Для промивки використовуються концентровані розчини кислот і лугів, які пропускають через мембрану, а потім нейтралізують.

Частіше застосовується СЕВ-промивка (chemical enhanced backwash), яка полягає в інтенсивній промивці мембрани водою з хімічними реагентами, але в меншій концентрації.

Перемикання режимів роботи установки автоматизовано відповідно до заданої програми. Для хімічної промивки та регенерації мембран в установці є спеціальне обладнання: ємності для приготування розчинів, насоси для подачі реагентів, дозуючі насоси та контрольно-вимірювальні прилади.

Після ультрафільтрації вода подається на катіонообмінні фільтри. Наступний етап знесолення води включає двоступеневе катіонування та двоступеневе аніонування.

2.4 Установка Ультрафільтрації

Ультрафільтрація (УФ) – це процес мембранного розділення, при якому рідина фільтрується під дією різниці тисків до і після мембрани. Мембрани, що використовуються в цьому методі, являють собою пористі перегородки з певним розміром пор.

Механізм мембранного розділення базується на «ситовому» ефекті: вибірково видаляються всі частинки, розміри яких перевищують розмір пор

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

мембрани. Частинки, розмір яких більше за максимальний розмір пор, затримуються мембраною. Основна частина води та частинки, розмір яких менше за максимальний розмір пор, проходять через мембрану, утворюючи пермеат. При цьому сольовий склад води залишається незмінним. Технологія ультрафільтрації використовує пористі мембрани з діаметром пор від 0,01 до 0,1 мкм, визначаючи, які домішки будуть видалені.

Ультрафільтрація має кілька переваг перед традиційною фільтрацією:

1. Ефективне видалення домішок колоїдної дисперсності.
2. Ефективне видалення мікробіологічних домішок.
3. Відсутність ймовірності проникнення видалених домішок в очищену воду.
4. Необхідність значно менших площ для встановлення.
5. Менші витрати води на власні потреби.

Основні типи мембран для УФ включають неорганічні мембрани з керамічних матеріалів або металів, а також пористі полімерні мембрани з поліетилену, поліпропілену, політетрафторетилену (ПТФЕ), полісульфону (ПС), поліефірсульфону (ПЕС) і полівініліденфториду (ПВДФ).

Найважливіші характеристики таких мембран – розміри пор, механічна міцність, хімічна стійкість і ступінь змочуваності (гідрофільність або гідрофобність). Важливим показником є також розподіл пор за розмірами: найкращими вважаються мембрани, у яких більшість пор мають діаметри в вузькому діапазоні.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Приклад такого розподілу пор показаний на рисунку 2.4.1.

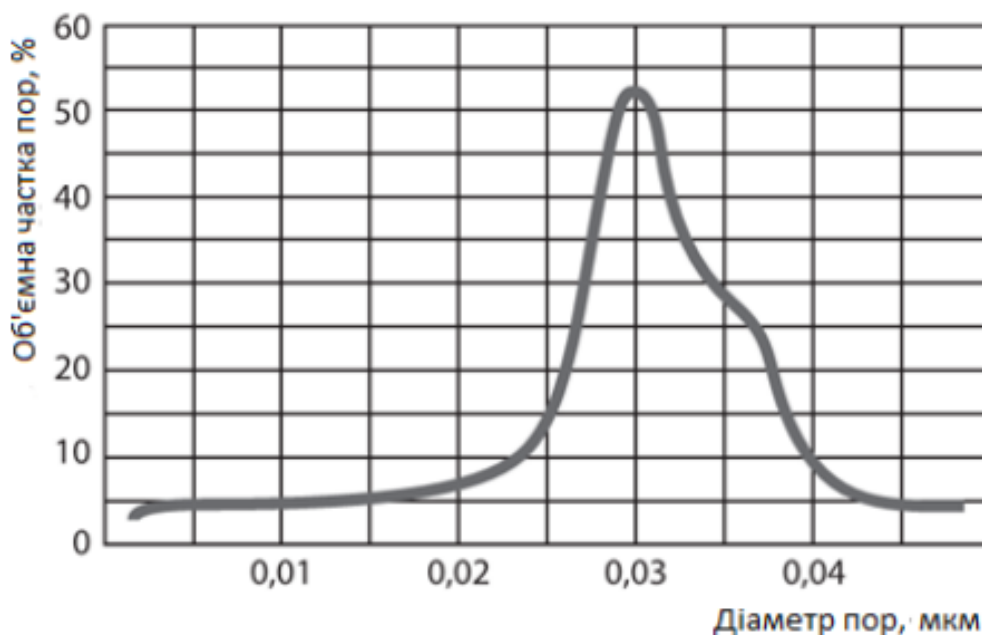


Рисунок 2.4.1 – Розподіл пор мембрани ультрафільтрації по розмірам.

Механічна міцність мембран, що визначається їх здатністю витримувати розриви та еластичністю, є ключовим показником для оцінки стійкості матеріалу до впливу тиску води. Найміцнішими на сьогодні є мембрани з полівініліденфториду (ПВДФ).

Хімічна стійкість мембран визначає, які типи води можна очищати за допомогою даної мембрани, а також наскільки інтенсивно можна проводити хімічні промивки. Основні показники хімічної стійкості включають інтервал рН та стійкість до активного хлору, які вказуються в специфікаціях мембранних елементів.

Показник гідрофобності або гідрофільності мембрани вказує на її здатність пропускати воду. Гідрофільні мембрани легко змочуються і пропускають воду, але також швидше забруднюються домішками. Гідрофобні мембрани менш схильні до забруднення, але мають меншу продуктивність. Останнім часом використовуються гідрофілізовані полімери, такі як гідрофілізований ПВДФ, для покращення характеристик мембран.

Найпоширеніші форми мембран для ультрафільтрації – це трубки і порожнисті волокна. Для цих форм мембран можливі два основні варіанти фільтрації:

1. Фільтрування "зсередини назовні": розділюючий шар знаходиться на внутрішній поверхні волокна, вода подається всередину волокна, а фільтрат відводиться назовні.
2. Фільтрування "зовні всередину": розділюючий шар знаходиться на зовнішній поверхні волокна, вода подається зовні, а фільтрат збирається у внутрішньому каналі.

Переваги способу фільтрування "зсередини назовні":

Висока витрата потоку фільтрату при зворотному промиванні, що сприяє ефективному очищенню поверхні. Можливість регулювання швидкості потоку для оптимізації гідродинамічного режиму та зниження осадоутворення та рециркуляції вод з високим вмістом зважених часток.

Недоліки способу "зсередини назовні":

Менша площа фільтрування і знімання фільтрату з одного волокна порівняно зі способом "зовні всередину". Вищі витрати енергії.

Переваги способу фільтрування "зовні всередину":

Більша площа фільтрування і вищий вихід фільтрату з одного волокна. Необхідність меншого тиску води, що знижує енерговитрати. Компактність установок, оскільки мембранні елементи не завжди повинні знаходитися в корпусах при безнапірному фільтруванні.

Недоліки способу "зовні всередину":

Низька витрата фільтрату при зворотному промиванні, що ускладнює регенерацію мембрани. Неможливість забезпечити однорідне омивання мембран, що призводить до нерівномірного осадоутворення та обмежує допустимий вміст зважених домішок у воді.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Схематично два описаних способи фільтрування зображені на рисунку 2.4.2.

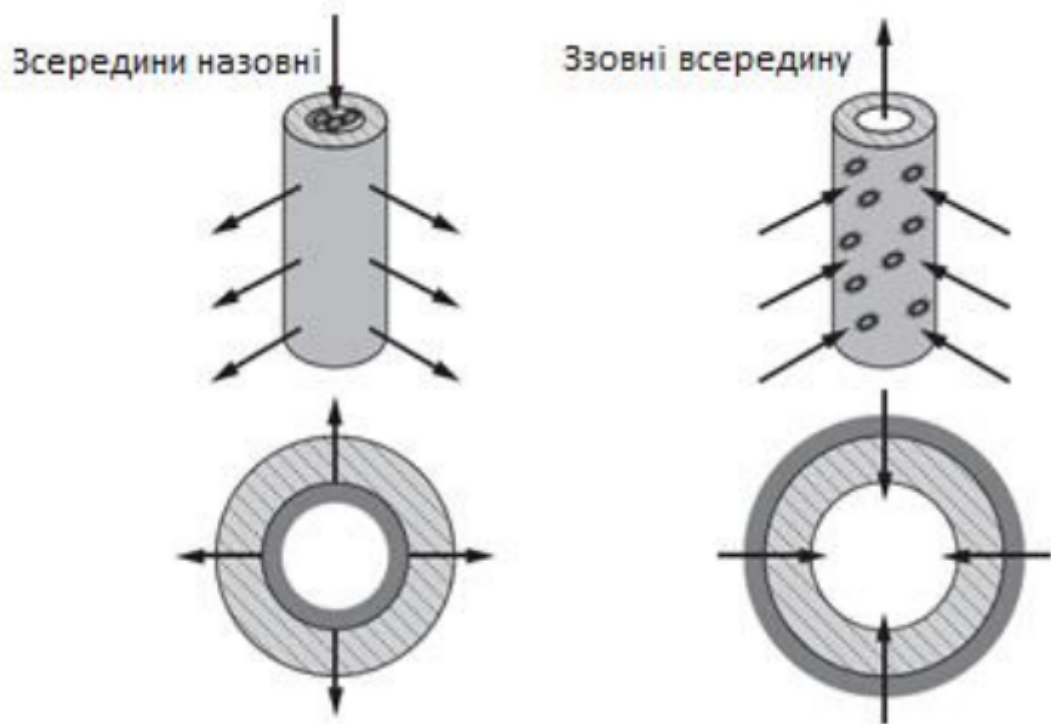
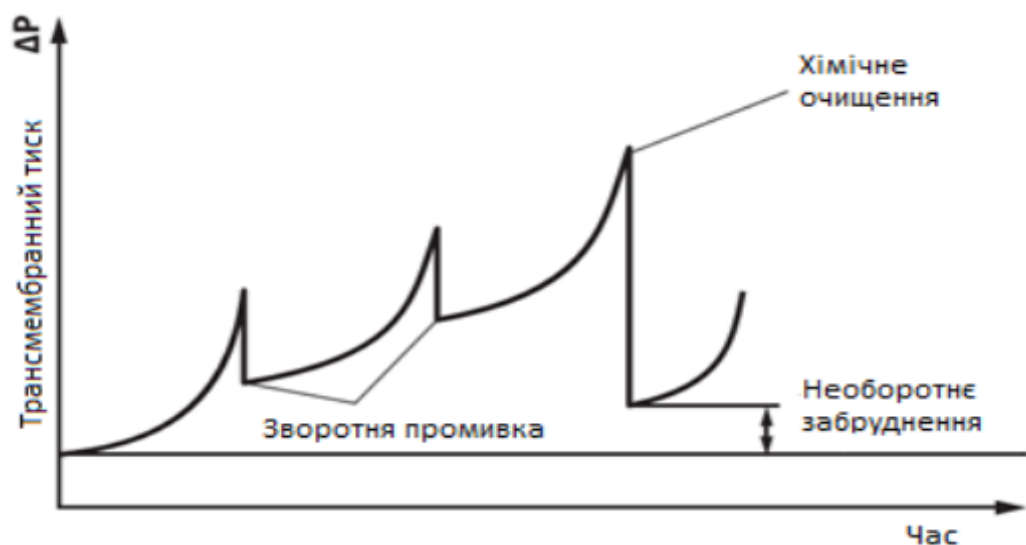


Рисунок 2.4.2 – Схематичне зображення фільтрацій "зсередини назовні" та "зовні всередину".

Рисунок 2.4.3 - Залежність трансмембранного тиску від час роботи при проведенні зворотних промивок і хімічної мийки (діаграма циклів роботи установки).



Звісноно, що під час фільтрації відкладення домішок будуть приводити до зростання трансмембранного тиску. При досягненні певного значення цього показника проводиться промивка мембранного елемента зворотним струмом води. Схематично робота такого елемента показана на рисунку 2.4.3.

Таким чином, стає зрозуміло, що відновлення властивостей пороволоконних мембран під час експлуатації є важливим етапом роботи установок ультрафільтрації.

Для фізичного усунення домішок з поверхні мембрани використовується зворотна промивка, яка проводиться періодично для забезпечення тривалої експлуатації мембрани. Якщо зворотна промивка не справляється з видаленням домішок (постійне зростання трансмембранного тиску), застосовують промивку з використанням хімічних реагентів, які розчиняють або руйнують накопичені домішки. В ультрафільтрації виділяють два типи хімічних промивок: СЕВ (Chemically Enhanced Backwash – зворотна промивка з хімічними реагентами) і СІР (Clean in Place – періодична хімічна промивка).

Частота проведення зворотних промивок, а також СЕВ і СІР залежить від якості вихідної води. При високій якості вихідної води хімічні промивки можуть бути не потрібні. Орієнтовні параметри хімічних промивок для мікрота ультрафільтраційних елементів наведені в таблиці 2.4.1. Слід зазначити, що для визначення оптимальних умов експлуатації, включаючи періодичність та параметри хімічних промивок, зазвичай необхідно проводити пілотні випробування технології на конкретній воді.

На сьогоднішній день основним типом ультрафільтраційних систем у промисловій водопідготовці є багатомодульні системи, що представляють собою один і більше модулів ультрафільтрації, розміщені на рамі разом з запірною арматурою, обладнані контрольно-вимірювальними приладами і засобами автоматизації (КВП) і іншими необхідними компонентами

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Таблиця 2.4.1 – Орієнтовні параметри проведення хімічних промивок мікро- і ультрафільтраційних елементів

СЕВ промивка		СІР промивка	
NaOH	Для видалення домішок органічної природи. NaOH концентрацією 0,5 г/дм ³ . Частота використання - кожні 10-12 годин.	NaOH концентрацією 1 г/дм ³ або 2 г/дм ³ . рН 12	Частота використання - кожні 1-3 місяці. Потужність потоку 1,5-2,0 м ³ /год на 1 модуль.
HCl	Для видалення колоїдних і неорганічних домішок. Кислота виступає окислю-вачем. Як правило, HCl концентрацією до 1 г/дм ³ . Частота використання - кожні 72 години.	Як правило, HCl концентрацією 2 г/дм ³ . рН 2	Тривалість – близько 120-150 хв. Рекомендується підігрів промивних розчинів

Промислова багатомодульна ультрафільтраційна система має низку переваг. Управління установкою повністю автоматизоване, з виведенням інформації на пульт оператора. Сучасні мембрани забезпечують високу якість очищеної води, яка зберігається навіть під час пікових підвищень каламутності вихідної води. Мембрани здатні витримувати високу концентрацію вільного хлору, що мінімізує утворення біовідкладень і збільшує інтервал між хімічними очистками. Система є простою в експлуатації, що знижує витрати і скорочує кількість обслуговуючого персоналу.

2.5 іонообмінне знесолення води

Технологія знесолення води включає двоступеневе катіонування і двоступеневе аніонування. Для видалення катіонів використовуються катіоніти, а для видалення аніонів – аніоніти. Іонний обмін передбачає заміну певних іонів у воді на іони з таким самим зарядом. Цей метод забезпечує більш повне знесолення води та зменшує витрати реагентів на регенерацію іонообмінних матеріалів. Низькоосновні аніоніти легше регенеруються лугом, що дозволяє застосовувати реагенти низької концентрації з мінімальним надлишком. Те ж саме стосується слабкокислотних і середньої сили катіонітів у порівнянні з сильнокислотними.

Багатозарядні іони важче видаляти зі сильнокислотного катіоніту, ніж однозарядні, тому на першій стадії катіонування при високій лужності води доцільно використовувати слабкокислотні та середньої сили катіоніти в H^+ -формі, які затримують катіони Ca і Mg . На другій стадії застосовують сильнокислотні катіоніти, що сорбують Na^+ , K^+ , NH_4^+ та інші одновалентні катіони.

Коли твердість води висока за відсутності лужності або при її низькому рівні, на першій стадії використовують сильнокислотні катіоніти, оскільки слабкокислотні та середньої сили катіоніти погано сорбують іони Ca і Mg за таких умов. Якщо на першій стадії застосовуються сильнокислотні катіоніти, двоступеневе катіонування є доцільним, оскільки воно значно скорочує витрати реагенту на регенерацію катіонних фільтрів другої стадії, де сорбуються однозарядні катіони.

Під час катіонування води катіоніти зазвичай використовують в H^+ -формі, що призводить до підкислення води. Тому на першій стадії аніонування доцільно використовувати низькоосновні аніоніти, які ефективно зв'язують сильні і середньої сили кислоти. На другій стадії аніонування застосовують високоосновні аніоніти для видалення аніонів слабких кислот. Для глибокого деіонування води використовують фільтри змішаної дії із сильнокислотними катіонітами в кислій формі та високоосновними аніонітами в основній формі.

Під час очищення іони у воді, такі як кальцій і магній, замінюють протиіони, наприклад натрій, на поверхні іонообмінної смоли. Один іон Ca^{2+} замінює два іони Na^+ . Після насичення іонообмінної смоли іонами кальцію та магнію необхідна регенерація, яка здійснюється обробкою смоли концентрованим розчином реагентів, таких як $NaCl$ або HCl .

Іонообмінні смоли – це пористі полімери з гелевою мікро- або макропористою структурою різної щільності. На поверхні пор знаходяться ковалентно зв'язані йоногенні групи з закріпленими обмінними іонами.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Гранули смоли зазвичай мають сферичну форму, якщо вони отримані шляхом полімеризації, і неправильну форму, якщо отримані поліконденсацією. Розмір гранул може коливатися від 10-20 мкм до декількох міліметрів.

Смоли діляться на два основних типи: катіоніти та аніоніти. Катіоніти мають протиіони з позитивним зарядом (H^+ , Na^+) і використовуються для пом'якшення води, добре регенеруються хлоридом натрію або харчовою сіллю. Аніоніти мають протиіони з негативним зарядом (OH^- , Cl^-) і застосовуються для розділення іонів металів та видалення різних аніонів, таких як гідрокарбонати та сульфати.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД

3.1 Матеріальний баланс

Таблиця 3.1.1. Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу.

№	Параметр	Одиниця виміру	Значення параметру
1	Витрата води	(м ³ /добу)	6000
2	Повна динамічна обмінна ємність катіоніту КУ-2-8	г-екв/м ³	1850
3	Повна динамічна обмінна ємність катіоніту Dowex MAC-3	г-екв/м ³	3800
4	Повна динамічна обмінна ємність аніоніту АВ-17-8	г-екв/м ³	900
5	Жорсткість води	мг-екв/дм ³	3,6
6	Концентрація Ca ²⁺ у воді, мг-екв/дм ³	мг-екв/дм ³	2,7
7	Концентрація Mg ²⁺ у воді, мг-екв/дм ³	мг-екв/дм ³	0,9
8	Вміст сульфатів	мг-екв/дм ³	7,9
9	Вміст хлоридів	мг-екв/дм ³	3,2
10	Коефіцієнт, що враховує повноту видалення іонів (катіоніт)		0,5
11	Коефіцієнт, що враховує повноту видалення іонів (аніоніт)		0,8
12	Висота шару іонітів	м	2,5
13	Повна динамічна обмінна ємність аніоніту Dowex Marathon	г-екв/м ³	1400
14	Концентрація HCl для регенерації	%	5
15	Густина 5 % HCl для регенерації:	г/см ³	1,032
16	Концентрація NaOH для регенерації	%	4
17	Густина 4 % NaOH для регенерації:	г/см ³	1,043

18	Коефіцієнт, що враховує повноту регенерації іоніту		0.8
19	Питома витрата води на промивку катіоніту	м ³ /м ³	4

Розрахунок повної виробничої потужності станції водоочистки з урахуванням коефіцієнту, що враховує витрати води на власні потреби станції:

$$Q = k \cdot Q_{\text{кор}}$$

де $k=1,03$ (коефіцієнт, який враховує витрати води на власні потреби очисної станції); $Q_{\text{кор}}$ – корисна виробнича потужність водочисної станції, м³/год.

$$Q = 250 \cdot 1,03 = 257,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

Сира вода направляється на механічні фільтри:

Розхід води для процесу розпушування кожного фільтра, рахується таким чином:

$$q_{\text{розп}} = f \cdot i \cdot t_{\text{розп}} \cdot 60/1000 ,$$

де f - площа фільтрування одного фільтра, м²; i – інтенсивність процесу розпушення, л/(с*м²); $t_{\text{розп}}$ – час потрібний на розпушення, хв;

$$q_{\text{розп}} = 8,6 \cdot 8 \cdot 4 \cdot 60/1000 = 16,5 \text{ м}^3$$

На відмивку фільтрів швидкістю 5,5 м/с за 10 хв рахується:

$$Q_{\text{відм}} = f \cdot \omega \cdot t_{\text{відм}} / 60 ,$$

де ω - швидкість фільтрування, м/год; $t_{\text{відм}}$ – час, який йде процес відмивання фільтра, хв;

$$Q_{\text{відм}} = 8,6 \cdot 5,5 \cdot 10/60 = 7,88 \text{ м}^3.$$

Витрата води на власні нестатки кожного фільтру рахується таким чином:

$$q_{\text{Г}} = (q_{\text{розп}} + q_{\text{відм}}) \cdot m \cdot n$$

де m – добова кількість відмивань кожного фільтра, 1-3;

$$q_{\text{Г}} = (16,5 + 7,88) \cdot 2 \cdot 4 = 194,88 \text{ м}^3.$$

Отже, вода на виході з мех фільтру:

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$6194,88 - 194,88 = 6000 \text{ м}^3$$

Далі рахуємо втрату води на установці ультрафільтрації

Для видалення забруднень з поверхні мембран необхідно розрахувати витрати води на зворотню промивку за формулою:

$$Q_i = \frac{n \cdot S \cdot q_i \cdot t_i}{3600 \cdot 1000}$$

де Q_i – витрати води на зворотню промивку, м^3 ;

q_i – питома витрата води на промивку 1-го елемента,

$\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$; t_i – тривалість однієї промивки, с.

$$Q_i = \frac{62 \cdot 50 \cdot 80 \cdot 120}{3600 \cdot 1000} \cdot 24 = 198,24 \text{ м}^3$$

Витрата води для приготування розчину гіпохлориту натрію становить:

$$V_{CIP} = n \cdot V_p$$

$$V_{CIP} = 64 \cdot 250 / 1000 = 16 \text{ м}^3$$

Отже вода на виході з системи ультрафільтрації становить:

$$6194,88 + (16 + 198,24) - (16 + 198,24) - 194,88 - 214,24 = 5785,76 \text{ м}^3$$

Розрахунок катіонітових фільтрів:

Щоб розрахувати робочу ємність іоніту використовуємо формулу:

$$E_p = \alpha \cdot E_n - K \cdot q_n \cdot C_n$$

K – це коефіцієнт, який враховує повноту видалення іонів із промивної води;

α – коефіцієнт, який враховує ефективність або повноту регенерації (0,8);

E_n – повна динамічна обмінна ємність катіоніту, (3800; 1850) г-екв/м³;

q_n – питома витрата води на промивку іоніту (4 м³/м³);

C_n – концентрація іонів у промивній воді.

$$E_{p1} = 0,8 \cdot 3800 - 0,5 \cdot 4 \cdot 3,6 = 3033 \text{ г-екв/м}^3$$

$$E_{p2} = 0,8 \cdot 1850 - 0,5 \cdot 4 \cdot 0,28 = 1479 \text{ г-екв/м}^3$$

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Об'єм іоніту в фільтрах(м³):

$$W = \frac{Q \cdot (C_{\text{поч}} - C_{\text{пр1}})}{n \cdot E_{\text{р1}}}$$

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

C_{поч} – початкова концентрація даного типу іонів у воді, г-екв/м³;

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

n – число регенерацій фільтру протягом доби n₁=0,5;

E_{р1} – робоча ємність іоніту, г-екв/м³.

$$W = \frac{5786 \cdot (3,6 - 0,02)}{0,5 \cdot 3033} = 13,66 \text{ м}^3$$

Для іонообмінних фільтрів, де вилучаються іони із меншими концентраціями, визначають число регенерацій:

$$n_2 = \frac{5786 \cdot (0,28 - 0,007)}{13,66 \cdot 1479} = 0,078$$

Щоб розрахувати витрату реагенту на регенерацію фільтру в одному циклі використовуємо формулу:

$$G_{\text{р}} = \frac{W}{10 \cdot m} \cdot E_{\text{р1}} \cdot q_{\text{р}} \cdot N$$

m – концентрація реагенту, 5 %;

q_р – питома витрата реагенту на регенерацію іоніту г-екв/ г-екв;

N – еквівалента маса реагенту, г-екв;

W - об'єм іоніту в фільтрах, м³;

E_{р1} - робочу ємність іоніту, г-екв/м³.

$$G_{\text{р1}} = \frac{13,66}{10 \cdot 5} \cdot 3033 \cdot 1,1 \cdot 36,5 \cdot 10^{-3} = 33,27 \text{ т}$$

$$G_{\text{р2}} = \frac{13,66}{10 \cdot 5} \cdot 1479 \cdot 2,5 \cdot 36,5 \cdot 10^{-3} = 36,9 \text{ т}$$

Розраховуючи об'єм хлориду натрію , що витрачається на регенерацію фільтру, використовуємо формулу:

$$V_{\text{р}}(\text{HCl}) = \frac{G_{\text{р1}}}{\rho} \cdot n$$

n – число регенерацій фільтру протягом доби;

G_{р1} - витрату реагенту на регенерацію фільтру в одному циклі т;

ρ - густина 5% HCl для регенерації г/см³.

$$V_{\text{р1}}(\text{HCl}) = \frac{33,27}{1,032} \cdot 0,5 = 16,12 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{P2}(HCl) = \frac{36,9}{1,032} * 0,078 = 2,8 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Площа катіонових фільтрів:

$$F = \frac{W}{H_K}$$

H_K – висота шару катіоніту, м;

W - об'єм іоніту в фільтрах м^3 .

$$F = \frac{13,66}{2,5} = 5,464 \text{ м}^2$$

Тривалість фільтроциклу:

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

Q – об'єм води, який знесолюють протягом доби, м^3 ;

$C_{\text{поч}}$ – початкова концентрація даного типу іонів у воді, г-екв/ м^3 ;

$C_{\text{пр}}$ – концентрація проскоку даного типу іонів, г-екв/ м^3 ;

n – число регенерацій фільтру протягом доби;

E_{p1} - робочу ємність іоніту, г-екв/ м^3 ;

W - об'єм іоніту в фільтрах м^3 .

$$T_0 = \frac{24 * 3033 * 13,66}{5785,76 * (3,6 - 0,01) * 0,5} = 96 \text{ год}$$

Швидкість фільтрування:

$$V = \frac{Q}{T_0 * n * F}$$

T_0 - тривалість фільтрування, год;

n - число регенерацій;

Q – об'єм води, який знесолюється протягом доби, м^3 ;

F - площа катіонових фільтрів (м^2).

$$V = \frac{5785,76}{96 * 0,5 * 5,464} = 22 \text{ м/год}$$

витрата води на спушення смоли:

$$q_{\text{сп}} = \frac{60}{10^3} * F * I * t$$

F – площа фільтру;

I – інтенсивність подачі води на спушення;

t – час спушення іоніту.

$$q_{\text{сп1}} = \frac{60}{10^3} * 5,464 * 4 * 5 * 0,5 = 3,28 \text{ м}^3/\text{доб}$$

$$q_{\text{сп2}} = \frac{60}{10^3} * 5,464 * 4 * 5 * 0,078 = 0,51 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Витрата води на промивку фільтру після регенерації та впуснення:

$$q_{\text{пр}} = 3 * W + q_{\text{сп}}$$

W - об'єм іоніту в фільтрах м³

$$q_{\text{пр1}} = 3 * 13,66 * 0,5 + 3,28 = 23,77 \text{ м}^3 / \text{доб}$$

$$q_{\text{пр2}} = 3 * 13,66 * 0,038 + 0,51 = 2,07 \text{ м}^3 / \text{доб}$$

Розрахунок аніонітових фільтрів:

робоча ємність іоніту:

$$E_p = \alpha \cdot E_{\text{п}} - K \cdot q_{\text{п}} \cdot C_{\text{п}}$$

K – це коефіцієнт, який враховує повноту видалення іонів із промивної води;

α – коефіцієнт, який враховує ефективність або повноту регенерації (0,8);

$E_{\text{п}}$ – повна динамічна обмінна ємність іоніту, (1400;900) г-екв/м³;

$q_{\text{п}}$ – питома витрата води на промивку іоніту (4 м³/м³);

$C_{\text{п}}$ – концентрація іонів у промивній воді.

$$E_{\text{р1}} = 0,8 \cdot 1400 - 0,8 \cdot 4 \cdot 11,1 = 1085 \text{ г-екв/м}^3$$

$$E_{\text{р2}} = 0,8 \cdot 900 - 0,8 \cdot 4 \cdot 22,1 = 650 \text{ г-екв/м}^3$$

Об'єм іоніту в фільтрах:

$$W = \frac{Q \cdot (C_{\text{поч}} - C_{\text{пр1}})}{n \cdot E_{\text{р1}}}$$

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

$C_{\text{поч}}$ – початкова концентрація даного типу іонів у воді, г-екв/м³;

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

n – число регенерацій фільтру протягом доби $n_1=1$;

$E_{\text{р1}}$ – робоча ємність іоніту, г-екв/м³.

$$W = \frac{5786 \cdot (7,9 - 3,5 + 3,2 - 2,7)}{1 \cdot 1085} = 26,1 \text{ м}^3$$

Для іонообмінних фільтрів, де вилучаються іони із меншими

концентраціями, визначають число регенерацій:

$$n_2 = \frac{5786 \cdot (22,1 - 20)}{26,1 \cdot 650} = 0,72$$

витрата реагенту на регенерацію фільтру в одному циклі:

$$G_p = \frac{W}{10 \cdot t} \cdot E_{\text{р1}} \cdot q_p \cdot N$$

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

m – концентрація реагенту, 4%;

q_p – питома витрата реагенту на регенерацію іоніту г-екв/ г-екв;

N – еквівалентна маса реагенту, г-екв;

W - об'єм іоніту в фільтрах, м³;

E_{p1} - робочу ємність іоніту, г-екв/м³.

$$G_{p1} = \frac{26,1}{10 * 4} * 1375 * 1,1 * 40 * 10^{-3} = 39,5 \text{ т}$$

$$G_{p2} = \frac{26,1}{10 * 4} * 650 * 2,5 * 40 * 10^{-3} = 42,4 \text{ т}$$

Об'єм NaOH, що витрачається на регенерацію фільтру,:

$$V_p(\text{NaOH}) = \frac{G_{p1}}{p} * n$$

n – число регенерацій фільтру протягом доби;

G_{p1} - витрату реагенту на регенерацію фільтру в одному циклі т;

p - густина 4% NaOH для регенерації г/см³.

$$V_{p1}(\text{NaOH}) = \frac{39,5}{1,043} * 1 = 37,9 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

$$V_{p2}(\text{NaOH}) = \frac{42,4}{1,043} * 0,72 = 29,3 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Площа фільтрів:

$$F = \frac{W}{H_K}$$

H_a – висота шару аніоніту, м;

W - об'єм іоніту в фільтрах м³.

$$F = \frac{26,1}{2,5} = 10,44 \text{ м}^2$$

тривалість фільтроциклу :

$$T_0 = \frac{24 * E_p * W}{Q * (C_{\text{пос}} - C_{\text{пр}}) * n}$$

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

C_{поч} – початкова концентрація даного типу іонів у воді, г-екв/м³;

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

n – число регенерацій фільтру протягом доби;

E_{p1} - робочу ємність іоніту, г-екв/м³;

W - об'єм іоніту в фільтрах м³.

$$T_0 = \frac{24 * 1085 * 26,1}{5785,76 * 4,9 * 1} = 24 \text{ год}$$

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Швидкість фільтрування:

$$V = \frac{Q}{T_0 * n * F}$$

T_0 - тривалість фільтрування, год;

n - число регенерацій;

Q – об'єм води, який знесолюється протягом доби, m^3 ;

F - площа катіонових фільтрів (m^2).

$$V = \frac{5785,76}{24 * 1 * 10,44} = 23,1 \text{ м/год}$$

витрата води на спушення смоли:

$$q_{\text{сп}} = \frac{60}{10^3} * F * I * t$$

F – площа фільтру;

I – інтенсивність подачі води на спушення;

t – час спушення іоніту.

$$q_{\text{сп1}} = \frac{60}{10^3} * 10,44 * 4 * 5 * 1 = 12,53 \text{ м}^3/\text{доб}$$

$$q_{\text{сп2}} = \frac{60}{10^3} * 10,44 * 4 * 5 * 0,72 = 9 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Витрата води на промивку фільтру після регенерації та впусення:

$$q_{\text{пр}} = 3 * W + q_{\text{сп}}$$

W - об'єм іоніту в фільтрах m^3

$$q_{\text{пр1}} = 3 * 26,1 * 1 + 12,53 = 90,83 \text{ м}^3/\text{доб}$$

$$q_{\text{пр2}} = 3 * 26,1 * 0,72 + 9 = 65,4 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Розхід води на приготування доз реагентів HCL та NaOH:

Для 5% HCL:

$$100 \% - (16,12 + 2,8) = 18,92$$

95-15% -- (X)

$$X = 80 * 18,92 / 100 = 15,1 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Для 4% NaOH:

$$100 \% - (37,9 + 29,3) = 67,2$$

96-50% -- (X)

$$X = 46 * 70,51 / 100 = 30,9 \text{ м}^3/\text{доб}$$

$$q_{\text{реар}} = 15,1 + 30,9 = 46 \text{ м}^3/\text{доб}$$

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

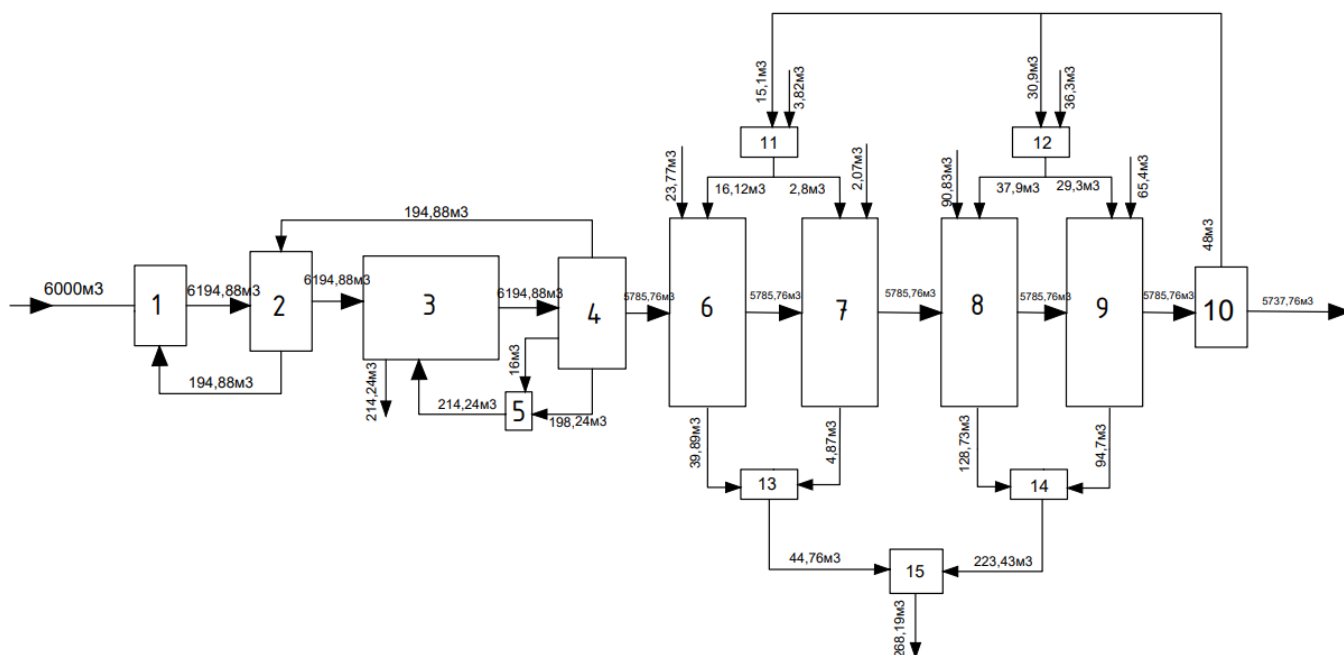


Рисунок 3.1.1 – Схематичне зображення матеріального балансу.

1 – бак сирової води, 2 – сітчастий механічний фільтр, 3 – УФ модуль, 4 – ємність уф-перміату, 5 – станція СЕВ УФ модулів, 6 – катіонообмінний фільтр I-го ступеню; 7 – катіонообмінний фільтр II-го ступеню; 8 – аніонообмінний фільтр I-го ступеню; 9 – аніонообмінний фільтр II-го ступеню; 10 – фільтр змішаної дії; 11 – бак знесоленої води; 12, 14 – резервуари з розчином кислоти для регенерації катіонітів; 13, 15 – резервуари з розчином лугу для регенерації аніонітів; 16 – резервуари кислих стоків; 17 – резервуари лужних стоків; 18 – нейтралізатор; 23 – резервуари освітленої води; 24 – насосна станція.

Таблиця 3.1.2. – Таблиця матеріального балансу

№	Назва потоку	Величина потоку
		м³/добу
1	Подача води на відмивання та впуснення механічних фільтрів	194,88
2	Витрата води на зворотню промивку системи УФ	198,24
3	Витрата води на реагентну промивку системи УФ	214,24
4	Витрата води для приготування розчину гіпохлориту натрію для реагентної промивки	16
5	Подача розчину 5% HCL на регенерацію катіоніту першого ступеня	16,12
6	Подача розчину 5% HCL на регенерацію катіоніту другого ступеня	2,8
7	Подача розчину 4% NaOH на регенерацію аніоніту першого ступеня	37,9
8	Подача розчину 4% NaOH на регенерацію аніоніту другого ступеня	29,3
9	Подача води на приготування 5% розчину HCL	15,1
10	Подача води на приготування 4% розчину NaOH	30,9
11	Подача води на промивку катіоніту першого ступеня	23,77
12	Подача води на промивку катіоніту другого ступеня	2,07
13	Подача води на промивку аніоніту першого ступеня	90,83
14	Подача води на промивку аніоніту другого ступеня	65,4
15	Подача води у резервуар кислих стоків	44,76
16	Подача води у резервуар лужних стоків	223,43
17	Подача води у нейтралізатор	268,19

3.2 Розрахунок механічних фільтрів.

Площа фільтрування рахується наступним чином:

$$F' = Q_0 / \omega = 250/10 = 25 \text{ м}^2.$$

де Q_0 – продуктивність фільтрів з урахуванням своїх нестатків, м³/год; ω – інтенсивність фільтрування у звичному режимі роботи фільтрів, 5-10 м/год.

Потрібна площа фільтрування одного фільтра рахується наступним чином:

$$f' = F' / n ,$$

де n - кількість фільтрів.

$$f' = 25/4 = 6,25 \text{ м}^2.$$

Обираємо 4 однокамерних фільтри.

f = 8,6 м², діаметр D = 3200 мм, висоту шару 1000 мм.

Розхід води для процесів наведено у розділі матеріального балансу.

3.3 Розрахунок установки ультрафільтрації

Забезпечення середньодобової продуктивності за очищеною водою становить 250 м³/год, потрібно знайти кількість обраних мембранних елементів за формулою:

$$n = (Q_c * 1000) / (S * q)$$

де n – кількість мембранних елементів;

Q_c – продуктивність технологічної схеми,

м³/год; S – площа 1-го мембранного

елементу, м²; q – питома продуктивність

елементу, дм³/(м²·год).

$$n = (250 * 1000) / (51 * 80) = 62$$

Одна ультрафільтраційна установка (модуль) містить 8 мембран.

Отже, необхідно передбачити 8 мембранних модулів.

Для видалення забруднень з поверхні мембран необхідно розрахувати витрати води на зворотню промивку за формулою:

$$Q_i = \frac{n \cdot S \cdot q_i \cdot t_i}{3600 \cdot 1000}$$

де Q_i – витрати води на зворотню промивку, м³;

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

q_i – питома витрата води на промивку 1-го елемента,
 $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$; t_i – тривалість однієї промивки, с.

$$Q_i = \frac{62 \cdot 50 \cdot 80 \cdot 120}{3600 \cdot 1000} = 8,26 \text{ м}^3/\text{год}$$

При зворотних промивках не відмиваються абсолютно всі частинки, що забили пори мембрани або відклалися на поверхні. Саме тому необхідно періодично проводити СЕВ та СІР промивки. СЕВ промивка складається з тих же стадій, що й зворотна, але з додаванням більшої кількості реагентів. СІР промивка – хімічне реагентне очищення мембран – проводиться приблизно раз на місяць.

Витрата води для приготування розчину гіпохлориту натрію становить:

$$V_{CIP} = n \cdot V_p$$

$$V_{CIP} = 64 \cdot 250 / 1000 = 16 \text{ м}^3$$

Розрахунок витрати реагентів, необхідних для приготування розчину гіпохлориту натрію. Гіпохлорит натрію у товарній формі (10%):

$$m_{\text{NaClO}} = \frac{C_{\text{NaClO}} \cdot V_{CIP} \cdot 100}{10}$$

де m_{NaOCl} – маса товарного гіпохлориту, необхідна для приготування розчину гіпохлориту натрію, г;

C_{NaOCl} – доза гіпохлориту для СІР, г/дм³.

$$m_{\text{NaClO}} = (2 \cdot 16 \cdot 100) / 10 = 320 \text{ г/дм}^3.$$

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Установка СІР промивки складається з: ємності 3 м³ з пристроєм для уловлювання випаровувань реагенту; насосу; картриджного фільтру; електронагрівача.

Усе обладнання змонтовано на рамі. Установку оздоблено всіма необхідними приладами контролю. Матеріал – поліпропилен.

Робочий тиск – під наливом. Місткість – 20 м³. Габаритні розміри – Ø 2000, Н 1550 мм.

3.4 Розрахунок іонообмінних фільтрів

На першій стадії катіонування використовують слабокислотний катіоніт Dowex MAC-3 в кислій формі. Регенерується 5% розчином HCl. ПОДС = 3800 мг-екв/дм³. Коефіцієнт надлишку реагенту при регенерації(qр) 1,10 - 1,15. На першій стадії аніонування використовують низькоосновний аніоніт Dowex Marathon в основній формі. Регенерується 4% NaOH. ПОДС = 1400 мг-екв/дм³. Коефіцієнт надлишку реагенту при регенерації(qр) 1,10.

На другій стадії катіонування використовують сильнокислотний катіоніт КУ-2-8 в кислій формі. Регенерується 5% розчином HCl. На другій стадії аніонування використовують високоосновний аніоніт АВ 17-8 в основній формі. Регенерується 4% NaOH.

Розрахунки наведено у розділі 3.1 (Матеріальний баланс)

Обираємо катіонітові фільтри першої та другої ступені:

Площа катіонових фільтрів:

$$F = \frac{W}{H_K}$$

H_к – висота шару катіоніту, м;

W - об'єм іоніту в фільтрах м³.

$$F = \frac{13,66}{2,5} = 5,464 \text{ м}^2$$

Отже обираємо по 2 фільтри типу ФІПа 1-2-6 на кожну ступінь.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Таблиця 3.4.1 Характеристики іонообмінних фільтрів

Характеристика фільтрата	ФИПа 1-1-6	ФИПа 1-1, 5-6	ФИПа 1-2-6	ФИПа 1-2, 6-6	ФИПа 1-3-6	ФИПа 1-3, 4-6
Робочий тиск, МПа	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Площа фільтрування, м ²	0,785	1,775	3,14	5,3	7,1	9,1
Діаметр фільтру, мм	1000	1500	2000	2600	3000	3400
Висота шару іоніту, м	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5
Об'єм завантаження іоніту, м ³	1	3,56	7,85	13,25	17,75	22,75
Маса фільтру (з арматурою), т	0,905	1,692	2,796	4,558	5,527	7,848
Питомий тиск на фундамент, МПа	0,65	0,69	0,6	0,65	0,68	0,65

Обираємо аніонітові фільтри першої та другої ступені:

Площа аніонових фільтрів:

$$F = \frac{W}{H_K}$$

H_a – висота шару аніоніту, м;

W - об'єм іоніту в фільтрах м³.

$$F = \frac{26,1}{2,5} = 10,44 \text{ м}^2$$

Отже обираємо по 4 фільтри типу ФИПа 1-2-6 на кожен ступінь.

3.5 Розрахунок приймальної камери

Об'єм камери:

$$V = Q * t = 6194/24 * 1 = 258,1 \text{ м}^3$$

Q - витрата води, м³/ год.

t - час перебування води в камері t = 1 год;

Кількість камер приймаємо N=2.

Тоді об'єм однієї камери:

$$V = 258,1/2=129,05 \text{ м}^3$$

Приймаємо висоту приймальної камери $H = 4 \text{ м.}$,

тоді площа приймальної камери:

$$F = V/H=129,05/4=32,3 \text{ м}^2$$

Приймаємо ширину приймальної камери $B = 5 \text{ м.}$

Тоді довжина приймальної камери:

$$L=F/B= 32,3/5= 6,5 \text{ м.}$$

3.6 Розрахунок ємності УФ-перміату

Об'єм:

$$V = Q * t = 6194/24*1= 258,1 \text{ м}^3$$

Q - витрата води, $\text{м}^3/\text{год.}$

t - час перебування води в ємності $t = 1 \text{ год.}$

Кількість ємностей уф-перміату приймаємо $N=2$.

Тоді об'єм однієї ємності:

$$V = 258,1/2=129,05 \text{ м}^3$$

Приймаємо висоту ємності $H = 4 \text{ м.}$,

тоді площа ємності уф-перміату:

$$F = V/H=129,05/4=32,3 \text{ м}^2$$

Приймаємо ширину приймальної камери $B = 5 \text{ м.}$

Тоді довжина ємності уф-перміату:

$$L=F/B= 32,3/5= 6,5 \text{ м.}$$

3.7 Розрахунок баків регенераційних розчинів

Проектування витратних баків HCl для регенерації катіонітів:

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Об'єм баку 5%-го HCl рівний об'єму розчину 5%-го HCl, що використовується для регенерації катіонітів:

$$V_{(HCl)} = 16,12 + 2,8 = 18,92 \text{ м}^3.$$

Кількість баків: $N=4$

Тоді об'єм одного баку:

$$V = 32,19 / 4 = 4,73 \text{ м}^3$$

Розраховуємо площу перерізу, приймаємо висоту $h = 2 \text{ м}$.

$$F = V/h = 4,73 / 2 = 2,37 \text{ м}^2$$

де V - об'єм баку, м^3 .

Розраховуємо діаметр:

$$D = 2 * \sqrt{\frac{F}{3,14}} = 2 * \sqrt{\frac{2,37}{3,14}} = 1,74 \text{ м}$$

Проектування витратних баків 4% NaOH для регенерації аніонітів:

Об'єм баку рівний об'єму розчину 4% NaOH, що використовується для регенерації аніонітів:

$$V_{(NaOH)} = 37,9 + 29,3 = 67,2 \text{ м}^3.$$

Кількість баків: $N = 4$.

Об'єм одного баку:

$$V_{(NaOH)} = 67,2 / 4 = 16,8 \text{ м}^3.$$

Розраховуємо площу перерізу, приймаємо висоту $h = 5 \text{ м}$.

$$F = V/h = 16,8 / 5 = 3,36 \text{ м}^2.$$

де V - об'єм баку, м^3 .

Розраховуємо діаметр:

$$D = 2 * \sqrt{\frac{F}{3,14}} = 2 * \sqrt{\frac{3,36}{3,14}} = 2,1 \text{ м}.$$

3.8 Розрахунок баків кислих, лужних стоків та баків знесоленої води

Об'єми баків приймаємо рівні об'ємам розчинів на регенерацію іонітів:

$$V_{\text{кислі}} = 44,76 \text{ м}^3$$

Кількість баків: $N = 2$.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Об'єм одного баку:

$$V_{(\text{NaOH})} = 44,76/2 = 22,4 \text{ м}^3.$$

Розраховуємо площу перерізу, приймаємо висоту $h = 6 \text{ м}$.

$$F = V/h = 22,4/6 = 3,75 \text{ м}^2.$$

де V - об'єм баку, м^3 .

Розраховуємо діаметр:

$$D = 2 * \sqrt{\frac{F}{3,14}} = 2 * \sqrt{\frac{3,75}{3,14}} = 2,2 \text{ м}.$$

Аналогічні розрахунки для баку лужних стоків.

$$V_{\text{лужні}} = 223,43 \text{ м}^3$$

Кількість баків: $N = 6$.

Об'єм одного баку:

$$V_{(\text{NaOH})} = 223,43/6 = 37,24 \text{ м}^3.$$

Розраховуємо площу перерізу, приймаємо висоту $h = 6 \text{ м}$.

$$F = V/h = 37,24/6 = 6,2 \text{ м}^2.$$

де V - об'єм баку, м^3 .

Розраховуємо діаметр:

$$D = 2 * \sqrt{\frac{F}{3,14}} = 2 * \sqrt{\frac{6,2}{3,14}} = 2,9 \text{ м}.$$

Бак знесоленої води обрахуємо так:

Об'єм баку:

$$V = Q * t = 5785,76/24 * 1 = 241,1 \text{ м}^3$$

Q - витрата води, $\text{м}^3/\text{год}$.

t - час перебування води в ємності $t = 1 \text{ год}$;

Кількість баків приймаємо $N=2$.

Тоді об'єм однієї ємності:

$$V = 241,1/2 = 120,55 \text{ м}^3$$

Розраховуємо площу перерізу, приймаємо висоту $h = 4 \text{ м}$.

$$F = V/h = 120,55/4 = 30,2 \text{ м}^2.$$

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

де V - об'єм баку, м^3 .

Розраховуємо діаметр:

$$D = 2 * \sqrt{\frac{F}{3,14}} = 2 * \sqrt{\frac{30,2}{3,14}} = 6,3 \text{ м.}$$

4. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Об'ємно-планувальне вирішення будівлі

Будівля, що проектується є одноповерховою. Довжина будівлі складає 54 м, ширина 34 м. Крок колон складає 6 м. Крайні колони мають нульову прив'язку до повздовжніх осей. Висота поверху 12,6 м. Зовнішні стіни є великопанельними з піносілікатних панелей, товщина 250 мм.

4.2 Конструктивне вирішення будівлі

Обрано збірні залізобетонні колони (рис. 4.2.1). Крайні колони мають однобічні, а середні — двобічні консолі. Також передбачене встановлення колон фахверку(рис. 4.2.2).

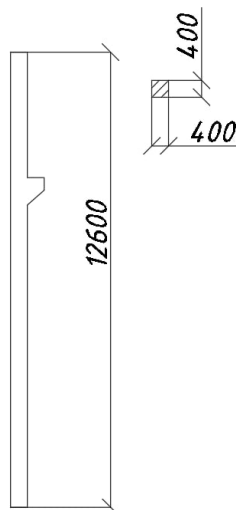


Рисунок 4.2.1 — Основні колони

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

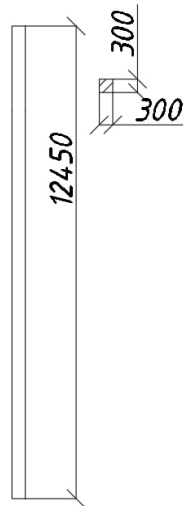


Рисунок 4.2.2 — Колони фахверку

Фундамент виконується стаканного типу (рис. 4.3) і встановлюється під усіма колонами, в тому числі колонами фахверку.

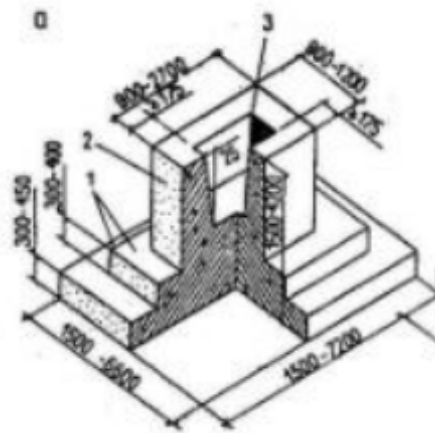


Рисунок 4.2.3 — Монолітний стовповий залізобетонний фундамент, стаканного типу

На основні колони встановлюється залізобетонна балка з отворами, яка виконує опорну функцію для плит покриття.

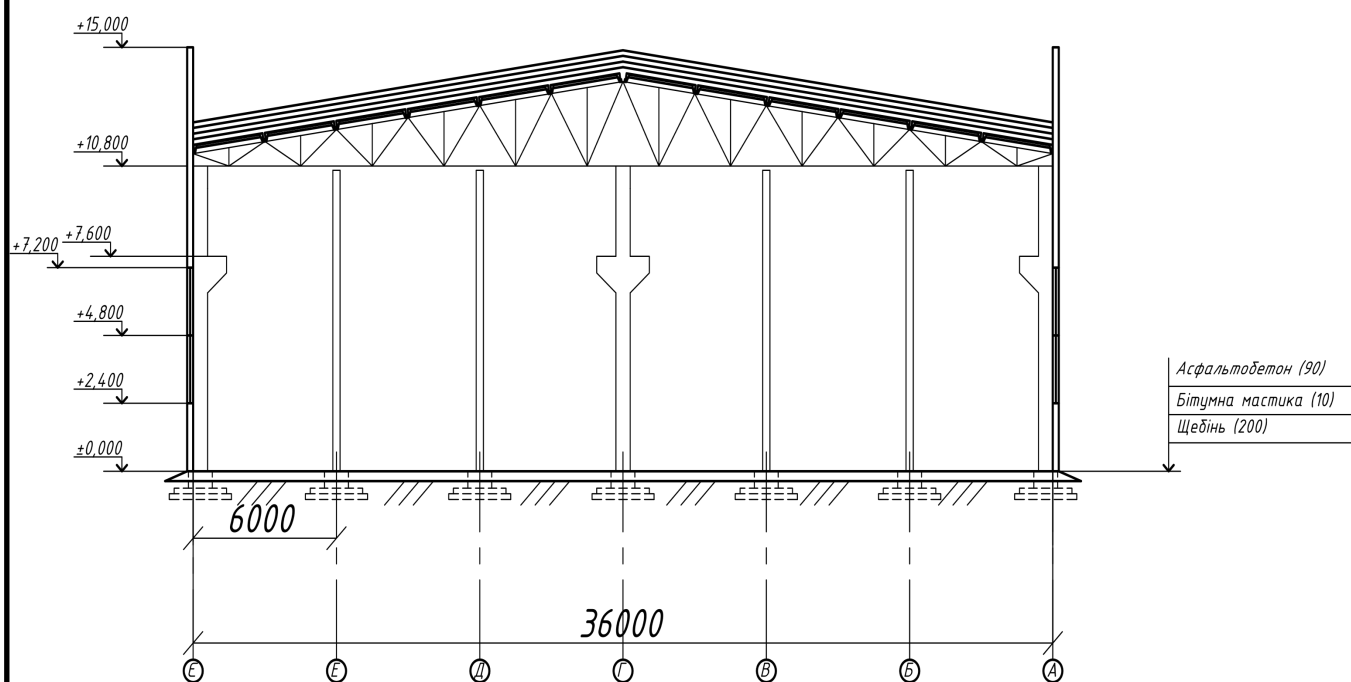


Рисунок 4.2.4 — зображення будівлі у розрізі.

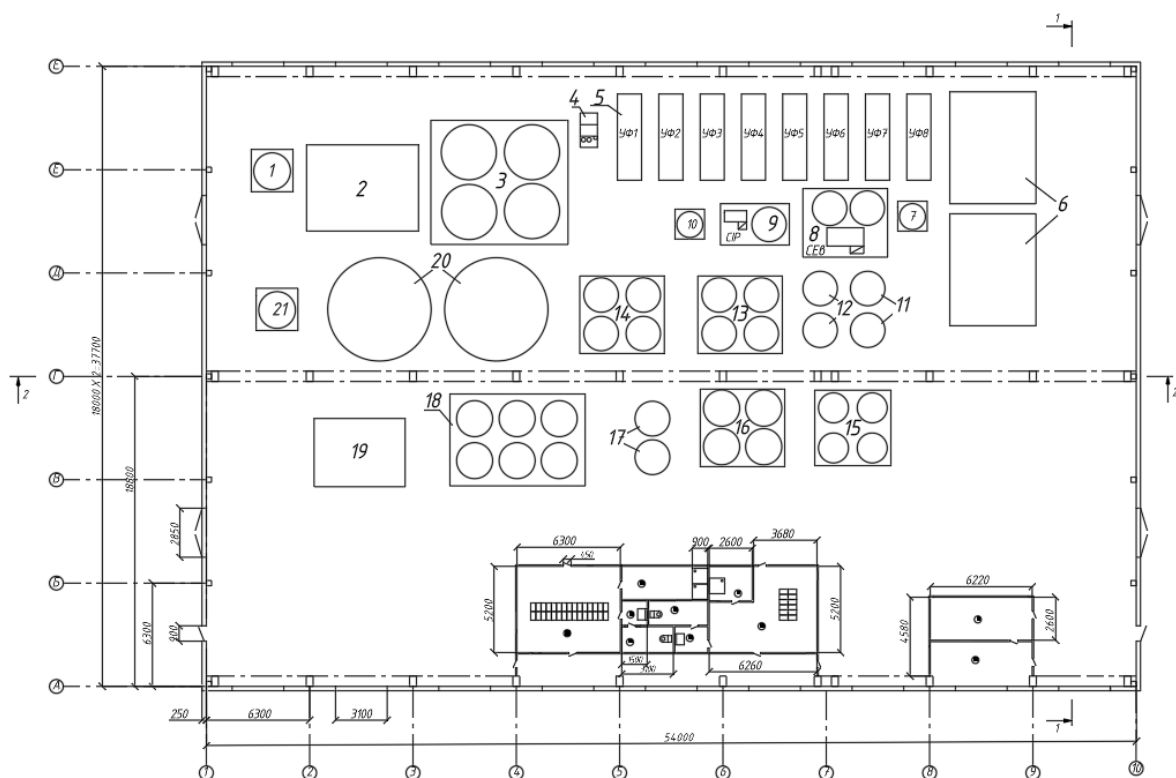


Рисунок 4.2.5 — план цеху

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Тема: Удосконалення технологічної схеми підготовки енергетичної води СП «Київські ТЕЦ» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО»

5.1 Призначення установки знесолення води.

Теплоенергетичне обладнання працює при високих теплових навантаженнях, що вимагає суворого контролю товщини відкладень на нагрівальних поверхнях для підтримання оптимального температурного режиму металу. Тому вода, що використовується як теплоносій, має бути практично без домішок.

Знесолююча установка ТЕЦ-5 (ХВО-1) продуктивністю 250 м³/год призначена для поповнення втрат пари і конденсату в пароводяному циклі електростанції. Отримана знесолена вода використовується як живильна вода для енергетичних котлів барабанного типу та прямоточних котлів надкритичних параметрів.

Установка здійснює глибоке, практично повне видалення всіх катіонів і аніонів солей, розчинених у воді, шляхом їх заміни еквівалентною кількістю катіонів водню і гідроксильних іонів. Це досягається фільтруванням освітленої води послідовно через шари катіоніту та аніоніту, що забезпечує високу якість знесоленої води.

5.2 Експлуатація насосів водопідготовчої установки ХВО.

Принцип дії й конструкція насосів установки.

Насосами називаються механізми, призначені для транспортування (перекачування) рідин і суспензій по трубопроводах.

На ХВО встановлені та експлуатуються насоси двох типів відцентрові й плунжерні.

При обслуговуванні працюючих насосів апаратник контролює:

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

- протікання води через сальникові ущільнення. При нормальній роботі вода повинна просочуватися у вигляді крапель або тонкої цівки через сальники, ґрунд-букса не повинна нагріватися. Протікання рідини крізь ущільнення насосів-дозаторів не допускаються;
- температуру підшипників насоса й електродвигуна, що повинна бути не більше 70⁰С;
- відсутність стороннього шуму й вібрації. При правильному центруванні агрегат працює без вібрації, а шум працюючого насоса повинен бути рівномірним без стукоту і скреготу;
- тиск і продуктивність насоса. Забороняється регулювання продуктивності насоса прикриттям арматури на всмоктуванні;
- температуру статора електродвигуна, що повинна бути не вище (60-70)⁰С;

Насос негайно відключається в наступних випадках:

- при ушкодженні корпусу;
- при ушкодженні підшипників насоса або електродвигуна;
- при виникненні металевого стукоту або скреготу в насосі;
- при загорянні обмотки двигуна, кабелів або пускача;
- при виникненні сильної вібрації, що загрожує руйнуванням насосу;
- при ушкодженні анкерних болтів або болтів, які кріплять агрегат до опорної конструкції;
- при втраті напруги на одній з фаз електродвигуна, що може бути помічено через ненормальне гудіння електродвигуна й зменшення частоти обертання.

Контроль за роботою насосів ХВО й всі перевмикання здійснює апаратник ХВО. Технічне обслуговування й ремонт виконує ремонтний персонал цеху.

5.3. Експлуатація механічних фільтрів

Фільтри є основним елементом очисних споруд і повинні відповідати вимогам, що пред'являються до очисних споруд у цілому. Тобто повинні

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

забезпечувати виробництво питної води, надійну і безперервну очистку води, зниження собівартості очистки води, економію реагентів, електроенергії і води на власні потреби, попереджувати забруднення навколишнього середовища скидами промивних вод. При цьому повинен бути систематичний лабораторно-виробничий і технологічний контроль роботи.

У процесі експлуатації необхідно, щоб очисні споруди працювали в рівномірному режимі по кількості води, що очищується.

Основні завдання експлуатації фільтрів:

- Забезпечення безперебійної роботи фільтрів;
- Підтримка необхідного режиму роботи фільтрів;
- Забезпечення необхідної якості фільтрованої води;
- Економне витрачання реагентів, електроенергії і води;
- Попередження забруднення навколишнього середовища;
- Проведення планово-профілактичних робіт.

Для забезпечення безперебійної роботи фільтрів необхідно:

- Регулярно проводити огляд і чистку фільтрів;
- Своєчасно проводити ремонт фільтрів;
- Забезпечувати необхідний запас матеріалів і запчастин.

5.4. Експлуатація установки ультрафільтрації

Експлуатація об'єкта пов'язана з небезпечними та шкідливими виробничими факторами у зв'язку з використанням у технологічному процесі хімічних реагентів.

Всі використовувані реагенти мають сертифікати відповідності ГОСТам або ТУ.

В технологічному процесі використовуються:

1. Флокулянти та коагулянти є інертними матеріалами, які безпечні для здоров'я людей.
2. Реагенти:

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

- Гіпохлорит натрію
- Сірчана кислота
- Гідроксид натрію (натр їдкий технічний)
- Метабісульфіт натрію

Небезпечними речовинами є:

- Гіпохлорит натрію
- Сірчана кислота
- Гідроксид натрію (натр їдкий технічний)

Заходи безпеки при роботі з хімічними реагентами:

- Персонал, який обслуговує об'єкт, повинен бути навчений правилам поведінки з хімічними реагентами та знати заходи першої допомоги при отруєнні.
- При роботі з хімічними реагентами слід використовувати засоби індивідуального захисту:
 - Спецодяг
 - Спецвзуття
 - Респіратори
 - Захисні окуляри
 - Рукавиці
- На робочому місці повинні бути первинні засоби пожежогасіння.
- При роботі з хімічними реагентами слід дотримуватися правил санітарної гігієни.
- У разі аварії або витоку хімічних реагентів необхідно:
- негайно евакуювати людей з небезпечної зони.
- Повідомити про аварію аварійно-диспетчерську службу.
- Прийняти заходи щодо локалізації та ліквідації аварії.
- Зберігання хімічних реагентів:

- Хімічні реагенти повинні зберігатися в спеціальних складських приміщеннях, що відповідають вимогам правил пожежної безпеки.
- Складські приміщення повинні бути оснащені системами вентиляції та опалення.
- Доступ до складських приміщень з хімічними реагентами повинен бути обмежений.

Транспортування хімічних реагентів:

- Хімічні реагенти повинні транспортуватися в спеціальній тарі, що відповідає вимогам правил перевезення небезпечних вантажів.
- При транспортуванні хімічних реагентів повинні дотримуватися правила дорожнього руху.

Утилізація хімічних реагентів:

- Хімічні реагенти повинні утилізуватися відповідно до вимог природоохоронного законодавства.

Відповідальність за дотримання правил експлуатації об'єкта з хімічними реагентами несе керівник об'єкта.

5.5 Експлуатація іонообмінних фільтрів

Експлуатація передбачає виконання послідовних операцій:

- фільтрація (робота);
- розпушення;
- регенерація (пропуск розчину сірчаної кислоти);
- відмивання катіонітів.

У процесі фільтрування відбувається вилучення з оброблюваної води відповідних катіонів різних солей їх поглинанням катіонітом. Після виснаження катіоніту фільтр вимикається на регенерацію.

Перед регенерацією проводиться розпушення фільтра для усунення гідродинамічної нерівномірності фільтрувального шару й злежування

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

матеріалу, вилучення подрібнених часточок і забезпечення щонайповнішого омивання матеріалу під час регенерації.

Регенерація фільтрів передбачає витіснення відповідних катіонів, поглинених з оброблюваної води, і заміни їх катіонами регенераційного розчину.

Відмивання фільтра призначене для витіснення з нього продуктів регенерації і одержання води необхідної якості. Воно проводиться водою, якою готується регенераційний розчин, і безпосередньо після регенерації фільтра.

У процесі регенерації необхідно виконувати такі вимоги:

- швидкість пропускання розчину кислоти через фільтр не менше 5м/год ($Q = 45\text{м}^3/\text{год}$);
- безперервна подача води для розведення;
- міцність регенераційного розчину на початку регенерації не більше 2%.

При роботі (фільтрації) фільтра:

- визначення кислотності в пробі води на виході із Носн. Іст. – 1р. на 2год. із реєстрацією в добовій відомості. При виході фільтра на регенерацію частота контролю збільшується до 1р. на 15-20хв.

2). При проведенні операції розпушування:

- контроль скидних вод на виході Нпр. і Носн. на вміст у них завислих речовин (візуальне оцінювання прозорості проби води) і відсутності в них ф/матеріалу – кожні 5- 10хв.

3). Під час регенерації фільтра:

- контроль міцності регенераційного розчину (на вході в Носн. і на вході в НІст. при сумісній регенерації) на початку, у середині й по закінченні регенерації із записом показників у “Журналі регенерації”.

4). При відмиванні фільтрів:

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- визначення кислотності і жорсткості в пробах води на виході з Носн. – кожні 10-15хв. Показники закінчення стадій відмивання заносяться в “Журнал регенерації”.

Для нагляду за станом фільтрувального матеріалу у фільтрах регулярно, не рідше ніж раз на півроку, після закінчення чергового фільтроциклу, перед розпушуванням проводиться розкриття та огляд фільтра і фільтрувального матеріалу.

У “Журналі огляду фільтрів”, крім дати огляду, фіксується:

- колір матеріалу на поверхні та глибині від 100 до 200мм;
- висота завантаження фільтрувального матеріалу;
- стан хімічного захисту фільтра та деталей у видимій частині фільтра;

5.6 Вимоги техніки безпеки та пожежобезпеки.

При експлуатації ВПУ необхідно дотримуватися правил техніки безпеки та пожежної безпеки у відповідності з “Правилами безпечної експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій і теплових мереж” та “Правилами пожежної безпеки” НАПБ А.01.001-2014.

При цьому особливу увагу звернути на таке:

- Персонал, що обслуговує установку, повинен бути забезпечений спецодягом (костюм б/п), захисними окулярами чи щитком, рукавицями, касками.
- Підходи до обладнання установки повинні бути вільними і безпечними для руху обслуговуючого персоналу.
- Слідкувати за достатнім освітленням на робочих місцях.
- Не працювати на дефектному обладнанні.
- Знати небезпечні місця на робочому місці, в приміщенні хімцеху.
- Не перевищувати встановленого робочого тиску на обладнанні.
- При знаходженні в приміщенні, на території ХЦ користуватися проходами і площадками, які спеціально для цього призначені.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

- Слідкувати за тим, щоб дренажні канали, люки були закриті кришками (щитами з рифленого заліза), на площадках і на підлозі не було розлито масло та розкидані фільтруючі матеріали, сторонні предмети.
- Всі переключення арматури повинні виконуватися тільки персоналом ХВО, вмикання насосів після ремонту повинно здійснюватися тільки в присутності чергового електрика.
- Переключення арматури, розташованої в важкодоступних місцях, необхідно проводити з площадок обслуговування.
- При відборі проб регенераційного розчину лугу (кислоти) на вході фільтрів при відкриванні арматури необхідно стояти в стороні від напрямлення струменя, очі при цьому повинні бути захищені окулярами чи щитком.
- При утворенні свищів в мірниках і на трубопроводах кислоти і лугу ХВО необхідно відгородити небезпечну зону, вивісити плакати “Обережно! Їдкі речовини”. Повідомити адміністрацію цеху, визвати ремонтний персонал для усунення дефектів. Продути та промити трубопроводи.

Місця розливу кислоти нейтралізувати содою або негашеним вапном, потім ретельно промити водою. Місця розливу лугу вимити водою.

Підготувати мірники, трубопроводи, насоси і арматуру до ремонтних робіт.

- Перед допуском персоналу до ремонтних робіт в резервуарах, особи, відповідальні за безпечне проведення робіт, зобов’язані ретельно перевірити всі трубопроводи, по яким можливо попадання в ці резервуари агресивних вод. Ці трубопроводи повинні бути відглушені заглушками та на запірних пристроях вивішені плакати з надписом “Не відкривати – працюють люди”.

Кожен працівник, який приймає участь в роботах усередині резервуарів, баків, повинен мати спецодяг, відповідний умовам праці.

- Усі обертові частини насосів і вентиляційних установок повинні бути огорожені решітками або кожухами.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Корпуса електродвигунів повинні бути заземлені.

При виявленні ударів під кожухом вентилятора, підозрілого шуму та вібрації, обладнання повинно бути негайно відключено.

- Дотримуватися вимог техніки безпеки при роботі в хімлабораторії ХВО (користуватися міцним посудом, без гострих країв і граней. На всіх склянках з реактивами повинні бути чіткі надписи, відбір розчинів, реактивів виконувати за допомогою гумової груші).
- Знати правила надання першої медичної допомоги при:
 - ◆ механічних травмах (випадкові удари, падіння);
 - ◆ ураженні електричним струмом (незаземлені частини електрообладнання, пускачі, електродвигуни і т. п.);
 - ◆ хімічних опіках кислотою чи лугом.

Необхідно пам'ятати, що при попаданні брызок кислоти (лугу) в очі, їх промивають проточною водою, а потім 2 %-вим розчином бікарбонату натрію (2 %-вим розчином борної кислоти). Після надання першої допомоги необхідно обов'язково звернутися в медпункт.

Якщо кислота (луг) потрапила на тіло, її (його) негайно зняти сухою ганчіркою чи ватою, промити ділянку тіла водою і 5 %- вим розчином бікарбонату натрію (5 %-вим розчином борної кислоти).

Протипожежні заходи:

- На території хімцеху не повинні знаходитися горючі матеріали та предмети.
- Вогневі роботи повинні виконуватися по наряду-допуску та спеціальному дозволу на проведення вогневих робіт.
- Персонал, обслуговуючий ВПУ, повинен знати розташування засобів протипожежного захисту, пожежного інвентарю (ящик із піском, вогнегасники, пожежні крани, гідранти, ящики з проти газами), слідкувати за їх справністю та вміти ними користуватися.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

- У випадку пожежу або виявленні місць загоряння на ділянці цеху відповідні вентиляційні установки повинні бути негайно відключені. При виникненні осередку пожежі :
 - ◆ негайно повідомити про те, що трапилося, чергового інженера станції, начальника х/ц, охорону електростанції;
 - ◆ видалити в безпечне місце всі вогне та вибухонебезпечні речовини;
 - ◆ приступити к гасінню пожежі наявними засобами пожежегасіння.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

6. ВИСНОВКИ

Розроблено проєкт модернізації водопідготовчої установки для підживлення парових котлів на ТЕЦ-5 з потужністю 6000 м³ на добу. Обрано та обґрунтовано технологічну схему підготовки води, а також проведено розрахунок матеріального балансу.

Проєкт містить опис фізико-хімічних процесів, що відбуваються в запропонованій технологічній схемі водоочищення, і результати гідравлічних та технологічних розрахунків обладнання цеху ХВО.

У будівельній частині проєкту спроектовано водоочисні споруди відповідно до санітарних та протипожежних вимог. Виконано креслення технологічної схеми та цеху з механічними фільтрами, системою ультрафільтрації та іонообмінними фільтрами в масштабі 1:100.

Запропонована технологічна схема дозволяє досягти високої якості глибоко знесоленої води та є вигідною у ресурсоспоживанні.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

7. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу „Очисні споруди. Основи проектування” для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» /Укл. Гомеля М.Д., Глушко О.В., Камаєв В.С. – К.: ТОВ «Інфодрук», 2012. – 175 с.
2. Технологія та обладнання одержання питної та технічної води: Фізикохімічні основи і алгоритми розрахунків процесів водопідготовки [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / Н.М. Толстопалова, А.Л. Концевой, І.В. Косогіна, С.А. Концевой ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,347 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 130 с.
3. Інструкція з промислової експлуатації водопідготовчої установки № 2 ТЕЦ-5 СВП «КИЇВСЬКІ ТЕЦ» ПАТ «КИЇВЕНЕРГО»
4. Орлов.В.О. Водоочисні фільтри із зернистою засипкою -Рівне: НУВГП, 2005. 163с., іл.
5. Іонний обмін та іонообмінна хроматографія / В. О. Мінаєва. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2013. – 128 с.
6. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
7. Електроенергетика України. Структура, керування, інновації : монографія / І. В. Хоменко, О. А. Плахтій, В. П. Нерубацький, І. В.

Стасюк. – Харків: НТУ «ХП», ТОВ «Планета-Прінт», 2020. – 132 с. ISBN 978-617-7897-02-5

8. Методичні рекомендації для виконання практичних завдань та самостійного вивчення з навчальної дисципліни «Процеси і апарати водопідготовки» (для студентів курсів денної та заочної форм навчання спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія спеціалізація Гідротехніка (водні ресурси)) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. І. М. Чуб. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 30 с.
9. Орлова А. М. Водопідготовка : інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення / А. М. Орлов, В. О. Орлов. – Рівне: НУВГП, 2009. - 182 с.
10. Конспект лекцій з курсу „Процеси та апарати хімічної технології”, розділ «Мембранні процеси» для студентів II-V курсів усіх спеціальностей / Укл.: О.О. Тertiшній, О.В. Тertiшна. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2011. – 79 с.

					ДП ЛЦ0106. 01.006	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

8. ДОДАТОК

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1				<u>Генеральний план.</u> <u>Експлікація споруд</u>		
		1		Головний корпус	1	
		2		Котельня	1	
		3		Градині	2	
		4		Допоміжний корпус	1	
		5		Побутовий корпус	1	
		6		Лабораторний корпус	1	
		7		Димова труба	1	
		8		Бризкальний басейн	1	
		9		Мазутосховище	6	
		10		Блок допоміжних споруджень на ВРП	1	
		11		Гараж	1	
		12		Насосна станція промивних стоків	1	
		13		Склад ВМТП	1	
		14		ДЕПо	1	
		15		Маслоапаратна	1	
				<u>Перелік ОСВ</u>		
		1		Лампи відпрацьовані	1	
		2		Відходи скла	1	
		3		Промаслене ганчір'я	13	
		4		Сміття з урн	7	
		5		Змішані відходи будівництва	2	
		6		Брухт чорн. металів	7	
ДП ЛЦ0101.004						
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Експлікація до генерального плану		
Розроб.	Драмарецький					
Перевір.	Гомеля М.Д.					
Н. контр.						
Затв.	Гомеля М.Д.					
				Літ.	Арк.	Аркуші в
				НТУУ "КПІ" ІХФ ЛЦ - 01		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1		7		Брухт кольор. мет.	2	
		8		Деревини відходи	3	
		9		Пластмаси відходи	3	
		10		Нафтопродукти	2	
		11		Відходи пароніту	7	
		12		Відходи гумові	8	
		13		Ізолятори електричні	1	
		14		Відходи електроніка	2	
		15		Відходи батареїки	1	
		16		Макулатура	2	
		17		Абразивні матеріали	5	
		18		Батареї свинцеві	1	
		19		Шини відпрацьовані	2	
		20		Електроліту відходи	2	
		21		Фільтрувальні матер.	2	
		22		Огарки електродів	2	
		23		Сальники	3	
		24		Шлам ванадію	1	
		25		Вапняний шлам	1	
		26		Електроізоляція	1	
		27		Мул від миття	1	
				транспорту		
		28		Пісок забруднений	1	
				нафтопродуктами		

				ДП ЛЦ0101.004			
Зм.Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Експлікація до генерального плану			
Розроб.	Драмарецький						
Перевір.	Гомеля М.Д.						
Н.контр.							
Затв.	Гомеля М.Д.						
				Літ.			
				Арк.			
				Аркушів			
				НТУУ "КПІ" ІХФ			
				ЛЦ - 01			

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
				<u>Технологічна схема</u>		
A1		1		Насосна станція	1	
		2		Приймальна камера	1	
		3		Механічний фільтр	4	
		4		Компресор	1	
		5		Блок	1	
				ультрафільтрації		
		6		Ємність УФ -перміату	2	
		7		Насосна станція СЕВ	1	
		8		Станція СЕВ промивки	1	
		9		Станція СІР промивки	1	
		10		Насосна станція СІР	1	
		11		Катіонітні фільтри I	2	
				ступеню		
		12		Катіонітні фільтри II	2	
				ступеню		
		13		Аніонітні фільтри I	4	
				ступеню		
		14		Аніонітні фільтри II	4	
				ступеню		
		15		Витратний бак НСL	4	
		16		Витратний бак NaOH	4	
		17		Бак кислих стоків	2	
		18		Бак лужних стоків	6	
		19		Нейтралізатор	1	
		20		Резервуар	2	
				знесоленої води		
		21		Насосна станція	1	

					ДП ЛЦ0102.004						
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Експлікація до Технологічної схеми	Літ.		Арк.		Аркушів	
Розроб.	Драмарецький										
Перевір.	Гомеля М.Д.										
Н.контр.											
Затв.	Гомеля М.Д.										
						НТУУ "КПІ" ІХФ ЛЦ -01					

[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
				<u>Блок схема матеріального балансу</u>		
A1						
		1		Приймальна камера	2	
		2		Механічний фільтр	4	
		3		Блок	1	
				ультрафільтрації		
		4		Ємність УФ -перміату	2	
		5		Станція СЕВ промивки	1	
		6		Катіонітні фільтри I	2	
				ступеню		
		7		Катіонітні фільтри II	2	
				ступеню		
		8		Аніонітні фільтри I	4	
				ступеню		
		9		Аніонітні фільтри II	4	
				ступеню		
		10		Резервуар	2	
				знесоленої води		
		11		Витратний бак HCL	4	
		12		Витратний бак NaOH	4	
		13		Бак кислих стоків	2	
		14		Бак лужних стоків	6	
		15		Нейтралізатор	1	

					ДП ЛЦ0103.004				
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Експлікація до схеми матеріального балансу	Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.	Драмарецький								
Перевір.	Гомеля М.Д.								
Н. контр.									
Затв.	Гомеля М.Д.					НТУУ "КПІ" ІХФ ЛЦ -01			

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1				<u>План розміщення</u>		
				<u>адміністративно - побутових</u>		
				<u>приміщень</u>		
		22		Гардероб (чол.)	1	
		23		Душова кімната	1	
				(чол.)		
		24		Вмивальне	1	
				приміщення (чол.)		
		25		Вбиральня (чол.)	1	
		26		Гардероб (жін.)	1	
		27		Душова кімната	1	
				(жін.)		
		28		Вмивальне	1	
				приміщення (жін.)		
		29		Вбиральня (жін.)	1	
		30		Кабінет начальника	1	
				цеху		
		31		Кімната майстрів	1	
				<u>План розміщення</u>		
				<u>очисних споруд</u>		
		1		Насосна станція	1	
		2		Приймальна камера	2	
ДП ЛЦ0104.004						
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Експлікація до плану розміщення очисних споруд		
Розроб.	Драмарецький					
Перевір.	Гомеля М.Д.					
Н.контр.						
Затв.	Гомеля М.Д.					
				Літ.	Арк.	Аркушів
				НТУУ "КПІ" ІХФ ЛЦ - 01		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1		3		Механічний фільтр	4	
		4		Компресор	1	
		5		Модуль	8	
				ультрафільтрації		
		6		Ємність УФ -перміату	2	
		7		Насосна станція СЕВ	1	
		8		Станція СЕВ промивки	1	
		9		Станція СІР промивки	1	
		10		Насосна станція СІР	1	
		11		Катіонітні фільтри I	2	
				ступеню		
		12		Катіонітні фільтри II	2	
				ступеню		
		13		Аніонітні фільтри I	4	
				ступеню		
		14		Аніонітні фільтри II	4	
				ступеню		
		15		Витратний бак НСL	4	
		16		Витратний бак NaOH	4	
		17		Бак кислих стоків	2	
		18		Бак лужних стоків	6	
		19		Нейтралізатор	1	
		20		Резервуар	2	
				знесоленої води		
		21		Насосна станція	1	

					ДП ЛЦ0104.004				
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Експлікація до плану розміщення очисних споруд	Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.	Драмарецький								
Перевір.	Гомеля М.Д.								
Н. контр.									
Затв.	Гомеля М.Д.					НТУУ "КПІ" ІХФ ЛЦ -01			