

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра екології та технології рослинних 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: «Розробка проєкту реконструкції Деснянської станції
водопідготовки м. Києва»**

Виконала:

Студентка IV курсу, групи ЛЦ-01 Дерменжи Вікторія Віталіївна _____

Керівник:

Завідувач кафедри, д.т.н, професор Гомеля М.Д. _____

Консультант

Із розробки заходів з охорони праці на виробництві
ст. викл., к.т.н., Ковтун А.І. _____

Рецензент:

Доцент кафедри ОХ та ТОР, к.х.н., доцент Левандовський І.А. _____

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

Студентка

Київ – 2024 рік

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Пояснювальна записка	81	
3	A0	ДП ЛЦ01.01.002 ТК	План цеху з основними очисними спорудами	1	
4	A0	ДП ЛЦ01.02.002 ТК	План цеху з фільтрами	1	
5	A1	ДП ЛЦ01.03.002 ТК	Технологічна схема	1	
6	A1	ДП ЛЦ01.04.002 ТК	Блок-схема матеріального балансу в літній період	1	
7	A1	ДП ЛЦ01.05.002 ТК	Блок-схема матеріального балансу в зимовий період	1	
8	A1		Основні напрямки реконструкції на ДВС	1	
9	A1		Характеристики до води та вимоги до очищення	1	
10	A1		Таблиця матеріального балансу в літній період	1	
11	A1		Таблиця матеріального балансу в зимовий період	1	
12	A1		Висновки		

				ДП ЛЦ01.00.00 ПЗ		
	ПІБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Розроб.	Дерменжи В.В.				2	
Керівн.	Гомеля М.Д.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Кафедра Е та ТРП Група ЛЦ-01	
Консульт.	Ковтун І.М.					
Н/контр.						
Зав.каф.	Гомеля М.Д.					

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

Інститут/факультет інженерно-хімічний

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 161 Хімічні технології та інженерія

Освітньо-професійна програма «Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ М.Д. Гомеля

«__» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

На дипломний проєкт студентці

Дерменжи Вікторії Віталіївни

1.Тема проєкту Розробка проєкту реконструкції Деснянської станції водопідготовки м. Києва

Керівник проєкту Гомеля Микола Дмитрович завідувач кафедри, д.т.н., професор

Затверджені наказом по університету від «17» травня 2024 р. №1993-с

2.Термін подання студенткою проєкту _____

3.Вихідні дані до проєкту: Джерело водозабору – річка Десна, витрата води – 500000 м³/добу; каламутність води – 1,4 – 10,8 мг/дм³; концентрація іонів заліза – 0,19 – 1,01 мг/дм³; концентрація марганцю – 0,01 – 0,14 мг/дм³; окиснювальність води – 3,8 – 15,0 мг/дм³; кольоровість води – 15 – 66 градусів; робота станції – 24 години; вміст алюміній сульфату в коагулянті – 50%; вміст алюміній дигідроксохлориду в коагулянті – 16%; концентрації основних компонентів коагулянтів у витратному баку – 5%; доза диоксиду хлору – 5 мг/дм³; доза гіпохлориту натрію – 2 мг/дм³; доза аміаку – 0,04 мг/дм³.

4.Зміст пояснювальної записки: анотація українською; анотація англійською; зміст; вступ; техніко-економічне обґрунтування проєкту; технологічна частина;

технологічні та гідравлічні розрахунки; будівельна частина; охорона праці; висновки; список використаної літератури; додатки.

5.Перелік графічного матеріалу: технологічна схема формату А1; план цеху з основними очисними спорудами формату А0; план цеху з швидкими та вугільними фільтрами формату А0.

6.Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Заходи з охорони праці на виробництві	Ковтун А.І., старший викладач, кандидат технічних наук		

7.Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Отримання завдання		
2	Розроблення технологічної схеми та наведення її обґрунтування		
3	Розрахунок матеріального балансу		
4	Проведення технологічних та гідравлічних розрахунків		
5	Виконання будівельної частини		
6	Оформлення пояснювальної записки		

Студентка _____

В.В. Дерменжи

Керівник проєкту _____

М.Д. Гомеля

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту

на тему: «Проект реконструкції Деснянської водопровідної станції»

АНОТАЦІЯ

Дипломний проєкт: 84 стор., 16 табл., 13 рис., 7 джерел, 9 додатків.

Метою дипломного проєкту є максимально можливе покращення існуючої технологічної схеми Деснянської станції водопідготовки з мінімальними витратами ресурсів та максимальною економічною та практичною ефективністю для покращення якості води на виході, яка споживається в якості питної води.

В ході виконання дипломного проєкту було проаналізовано якість води на вході у станцію водопідготовки, існуючу технологічну схему а також основні напрямки реконструкції по існуючому проєкту. Також було обґрунтовано техніко-економічну складову проєкту, проведено розрахунки матеріального балансу запропонованої технології та гідравлічні розрахунки очисних споруд, що зможуть забезпечити необхідну якість води. Також було описано будівельну частину та розроблений розділ з охорони праці, де описується робота з реагентним господарством.

В якості змін було запропоновано змінити знезаражувальний реагент на диоксид хлору, встановлення вугільного фільтру після механічного з гранульованим активованим вугіллям в якості завантаження та розроблено схему відведення промивних вод з фільтрів на повторне освітлення та повернення цих вод на початок очисної станції.

Графічна частина диплому містить креслення запропонованої технологічної схеми формату А1, план цеху з основними очисними спорудами та реагентним господарством формату А0 на відмітці +0,000 м та план цеху з фільтрами формату А0 на відмітці -2,000 м.

деснянська станція водопідготовки, очисні споруди, перманганатна окиснювальність, вугільний фільтр, реконструкція, диоксид хлору, промивні води

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Дерменжи В.В.				АНОТАЦІЯ			
Перевірів	Гомеля М.Д.							
Реценз.								
Н. Контр.								
Затв.	Гомеля М.Д.							
					Літ.	Арк.	Аркушів	
						6		
					КПІ ім. Ігоря Сікорського			
					Каф. ЕтаТРП, Гр. ЛЦ-01			

АНОТАЦІЯ

Diploma project 84 pages, 16 tables, 13 figures, 7 sources, 9 appendices.

The purpose of the diploma project is to improve the existing technological scheme of the Desnyanska water treatment plant as much as possible with minimal resource consumption and maximum economic and practical efficiency to improve the quality of the water at the outlet, which is consumed as drinking water.

In the course of the diploma project, the water quality at the inlet to the water treatment plant, the existing technological scheme, and the main directions of reconstruction under the existing project were analyzed. The technical and economic component of the project was also substantiated, the material balance of the purposed technology was calculated, and hydraulic calculations of the treatment plant were carried out to ensure the required water quality. The construction part was also described and a section of labor protection was developed, which describes the work with the reagent farm.

As changes, it was proposed to change the disinfectant to chlorine dioxide, install a carbon filter after the mechanical filter with granular activated carbon as a loading, and develop a scheme for the discharge of flushing water from the filters for re-clarification and return of this water to the beginning of the treatment plant.

The graphic part of the diploma contains drawings of the proposed technological scheme in A1 format, a plan of the workshop with the main treatment facilities and reagent facilities in A0 format at the +0,000 m marl and a plan of the workshop with filters in A0 format at the -2,000 m mark.

DESNYANSKA WATER TREATMENT PLANT, WASTEWATER TREATMENT PLANT, PERMANGANATE OXIDATION, CARBON FILTER, RECONSTRUCTION, CHLORINE DIOXIDE, FLUSHING WATER

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Дерменжи В.В.			АНОТАЦІЯ			
Перевішив		Гомеля М.Д.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затв.		Гомеля М.Д.						
					Літ.	Арк.	Аркушів	
						7		
					КПІ ім. Ігоря Сікорського			
					Каф. ЕтаТРП, Гр. ЛЦ-01			

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ	11
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	15
2.1. Характеристики води річки Десна та вимоги до очищеної води.	15
2.2. Основні напрямки реконструкції технологічної лінії підготовки води на Деснянській водопровідній станції.....	19
2.3. Вибір та обґрунтування технологічної схеми очищення питної води на Деснянській водопровідній станції.....	26
2.4. Матеріальний баланс	28
2.4.1. Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу.....	28
2.4.2. Розрахунок матеріального балансу	30
2.5. Теоретичні дані про фізичні, хімічні та біологічні процеси, що реалізуються в даній технологічній схемі.....	41
3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД.....	44
3.1. Розрахунок басейну для зберігання коагулянтів.....	44
3.2. Розрахунок басейну для зберігання знезаражувального реагенту	44
3.3. Розрахунок витратних баків коагулянту	46
3.4. Розрахунок витратних баків знезаражувальних реагентів	46
3.5. Розрахунок перегородчастого змішувача.....	47
3.6. Розрахунок камери пластівцеутворення	48
3.7. Розрахунок горизонтальних відстійників	49
3.8. Розрахунок швидких фільтрів.....	51

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

3.9.	Розрахунок вугільного фільтру.....	54
3.10.	Розрахунок шламоховища	56
3.11.	Вибір стрічкового фільтр-пресу.....	57
3.12.	Розрахунок резервуару очищеної води для знезараження.....	58
3.13.	Розрахунок резервуару чистої води.....	58
3.14.	Вибір насосного обладнання	59
4.	БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	61
4.1.	Розрахунок площі адміністративно-побутових приміщень	61
4.2.	Об'ємно-планувальне вирішення будівлі	63
4.3.	Конструктивне вирішення будівлі	64
5.	ОХОРОНА ПРАЦІ	67
5.1.	Небезпека для коагулянтника цеху очисних водопровідних станцій	68
5.2.	Небезпека для оператора хлораторної установки	68
5.3.	Небезпека при транспортуванні, зберіганні та дозуванні аміачної води	70
5.4.	Вибухопожежна та пожежна безпека.....	70
5.5.	Висновки по виконанню розділу охорони праці.....	71
	ВИСНОВКИ.....	73
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	75

ВСТУП

Відсутність якісної питної води – актуальна проблема сьогодення. Вона виникає внаслідок відсутності нормального джерела водопостачання або ж використання неактуальних технологій на станціях водопідготовки. Для водопідготовки використовують різноманітні технології та процеси для досягнення необхідної якості питної води, що в подальшому не будуть шкодити людині при споживанні.

Річка Десна є гарним джерелом питної води, проте вона має пройти деяку обробку перед її споживанням. Враховуючи характеристики вихідної води, можна сказати, що вона не потребує надзвичайної технології, оскільки серед показників, що перевищують норму є тільки каламутність, вміст заліза та марганцю та показник перманганатної окиснювальності

Технологія, що на даний момент реалізується на станції водопідготовки була дуже актуальна в той час, коли тільки проєктувалась та будувалась, проте зараз, враховуючи хімізацію сільського господарства та забудову прибережних територій, стан води в річці значно погіршився, що говорить про надзвичайну необхідність у змінах технології водопідготовки для значного підвищення якості води, яку в подальшому споживають люди.

Актуальність даного дипломного проєкту полягає у вдосконаленні технології водопідготовки на Деснянській водопровідній станції для покращення її якості та забезпечення більшості населення міста Києва якісною і безпечною питною водою.

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

На момент будування Деснянської водопровідної станції стан води річки Десна був набагато кращим і задовольняв більшість санітарних вимог до якості води. Також можна зазначити, що здатність річки до самоочищення була значно вищою, ніж ми маємо зараз. Однак, з часом розвиток промислових підприємств, хімізація сільського господарства, забудова прибережних територій, погіршення екологічного стану довкілля загалом, призвели до забруднення води річки Десна значною кількістю неочищених та недостатньо очищених стічних вод, що спричинило суттєве техно-антропогенне навантаження на річкову воду. Саме тому існуючу технологічну схему водопідготовки на станції не можна назвати актуальною з сьогоднішніми параметрами та вимогами до якості.

У проєкті реконструкції необхідно враховувати економічну доцільність використання наявних очисних споруд, що працюють на даний момент. Не має потреби кардинально міняти існуючу технологічну схему, або повністю зносити її, оскільки можливий варіант забезпечити більшу ефективність роботи самої станції та покращити якість води, що виходить після очищення, використовуючи наявні очисні споруди з невеликими удосконаленнями. Економічний фактор сильно впливає на сам проєкт, оскільки в умовах сьогодення ми не можемо бездумно розпоряджатись грошима, то ж маємо зробити найкраще з того, що в нас є з включенням економічно незначних, проте значних з точки зору ефективності вирішень. Ці вирішення повинні бути як економічно доцільними, так і максимально ефективними.

На Деснянську водопровідну станцію надходить вода з річки Десна, що є транскордонною водною магістраллю, що протікає через смоленську, брянську області росії та Чернігівську, Київську та Сумську області України. Проектна потужність станції становить 1 млн. 80 тис. м³ води на добу, а фактична становить 450 – 500 м³ води на добу.

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Підготовка води на Деснянській водопровідній станції відбувається за схемою знезараження та очищення води з використанням коагуляції, освітлення у відстійниках та фільтрування на швидких фільтрах (рис.1.1).

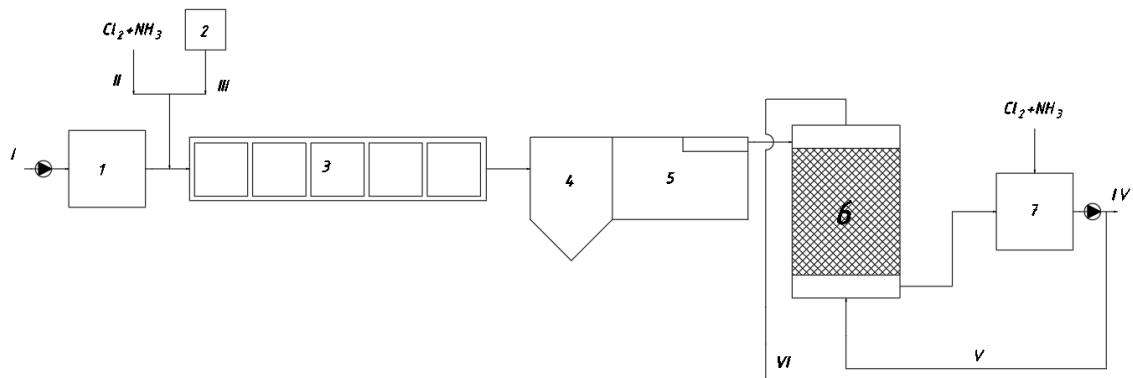


Рисунок 1.1 – Технологічна схема знезараження та очищення води

1 – приймальна камера; 2 – витратний бак коагулянту; 3 – дірчатий змішувач; 4 – камера пластівцеутворення; 5 – горизонтальний відстійник; 6 – швидкий фільтр; 7 – резервуар чистої води.

Потоки: I – подача води на очищення; II – подача знезаражувальних реагентів; III – подача коагулянту; IV – подача води споживачу; V – подачка води на промивку фільтру; VI – скид промивних вод у каналізацію.

Принцип роботи схеми доволі простий: вода надходить у змішувач, куди додають коагулянт (алюміній сульфат влітку та алюміній гідроксихлорид взимку) та реагенти для первинного знезараження води (в даному випадку це хлор-аміачний метод знезараження, де використовуються сполуки хлору та аміак). Після змішування вода надходить у камери реакції, іншими словами – камери пластівцеутворення, де вода ще раз трохи перемішується і переходить у відстійник, де, власне, і відбувається процес освітлення води. Освітлена вода після відстійника надходить до механічних швидких фільтрів, де забезпечується максимальне вилучення твердої фази із води, після чого вода подається у резервуар чистої води, де проходить вже вторинну обробку реагентами для

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

зnezараження і консервації та подається споживачу. Проте у такої схеми через її неактуальність у сьогоденні існують недоліки, що спричиняють виникнення певного ряду проблем. Наявна технологічна схема не може забезпечити вирішення ряду проблем, з якими стикаються при створенні технології для очищення річкової води до якості, що задовольняє сучасним вимогам до питної води.

Одна з основних проблем наявної Деснянської водопровідної станції полягає у тому, що промивні, які утворюються при промивання швидких фільтрів, скидаються у каналізацію. Це води з резервуару чистої води, досить високої якості, які використовуються для промивання фільтрів. Вони забруднені лише завислими речовинами, що вимиваються і завантаженням фільтру при його промивці. Їх легко можна доочистити відстоюванням і використовувати повторно в технологічному процесі. Це дасть можливість зекономити понад 10% від добового забору води. На сьогодні це втрата понад 50 тис. м³ води на добу. За таку кількість природної необробленої води потрібно заплатити 25 тис. грн на добу за старими цінами. Якщо розглядати це з точки зору затрат на транспортування, то можна сказати, що це рівень споживання води середнім містом. Тому промивні води після промивки фільтрів необхідно відстоювати і використовувати повторно, подаючи в голову очисних споруд. Для відстоювання промивних вод необхідно використати існуючі на станції резерви обладнання. Станцію було спроектовано та побудовано з розрахунку на продуктивність 1 080 000 м³ води на добу. Сьогодні станція працює з продуктивністю близько 500 000 м³ води на добу. Це свідчить про те, що резерв потужності більш ніж достатній.

Друга основна проблема – порушення регламенту роботи відстійників. За сучасними вимогами час накопичення осаду у відстійнику становить не більше 24 годин. По факту – осад накопичується у відстійниках місяцями. Це призводить до його розкладання, особливо в літній період року, і стає причиною вторинного забруднення води. Тому на станції необхідно встановити гідроелеватори для

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

регулярного видалення осаду з відстійників, шламосховища для збирання осадів та фільтр-преси для їхнього зневоднення перед транспортуванням на захоронення.

Іншою складною проблемою є періодичне підвищення концентрації марганцю та заліза у природній воді вище допустимого рівня як для питної води. Існуюча технологія не забезпечує необхідні рівні деманганзації та знезалізнєння води. Дану проблему буде вирішено вдосконаленням технології знезараження води шляхом впровадження застосування диоксиду хлору.

Також варто зазначити, що останнім часом було виявлено досить високий показник окиснювальності природної та очищеної води, зменшення якого також не передбачено в існуючій технологічній схемі водопідготовки.

Для вирішення проблем з перманганатною окиснювальністю води в ході розробки проєкту реконструкції було визначено, що найефективнішим методом є встановлення у технологічну схему вугільного фільтру. На вугільному фільтрі буде відбуватись доочищення води за рахунок сорбції органічних речовин і, внаслідок цього, буде досягнуто зменшення показника перманганатної окиснювальності води, вмісту органічного вуглецю та хлорорганічних сполук, що з'являються у воді після первинного знезараження. В таких фільтрах доцільно використовувати гранульоване активоване вугілля.

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Характеристики води річки Десна та вимоги до очищеної води.

За останні 10 років санітарний стан води річки Десна значно погіршився. Наприклад, довготривалий і стійкий льодостав зимою, нехарактерно висока температура води влітку призводять до зниження вмісту розчиненого кисню у воді, що несе за собою значне погіршення органолептичних показників річкової води. Також знижений вміст кисню під товщею льоду призводить до десорбції забруднень з донних відкладів у товщу води, що сприяє збільшенню вмісту марганцю та заліза у воді, призводячи до ускладнень при водоочистці.

Інформація про основні параметри якості води річки Десна в районі водозабору Деснянської водопровідної станції ПрАТ «АК «Київводоканал»» наведені у таблицях 2.1-2.6.

Таблиця 2.1 – Каламутність води у річці Десна, mg/dm^3

Місяць\рік	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Січень	2	1,7	2,3	4	1,7	1,9	2,7	2,6
Лютий	2,2	2,3	2,1	2,9	2	3,3	2,3	2,7
Березень	4,4	9,3	6,1	3,2	5,4	13,6	3,95	5,1
Квітень	8,9	8,3	8	7,3	10,8	6	8,1	6,6
Травень	3,8	8,3	4,6	4,3	4,7	4,6	4,5	4
Червень	3,3	4,1	3,5	5,7	4,2	3,9	3,7	3,4
Липень	3,1	4	2,5	6,8	4,9	3,7	3,5	3,7
Серпень	3,1	3,1	2,9	5,3	3,4	3,6	2,9	3,2
Вересень	2	2,1	2	4,5	2,4	2,4	2	2,5
Жовтень	1,6	1,6	1,4	2,5	1,7	1,6	1,8	2,4
Листопад	1,4	2,5	2	1,9	1,8	2	2,1	2,8
Грудень	1,7	2,9	3,3	1,7	2,8	2	2,6	3,5

Таблиця 2.2 – Загальне залізо у воді річки Десна, мг/дм^3

Місяць\рік	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Січень	0,32	0,34	0,48	0,82	0,3	0,31	0,42	0,63
Лютий	0,37	0,41	0,48	0,76	0,29	0,4	0,43	0,64
Березень	0,55	0,91	0,73	0,81	0,59	0,71	0,52	0,85
Квітень	0,68	0,78	0,8	1,01	0,72	0,48	0,72	0,81
Травень	0,42	0,78	0,55	0,77	0,4	0,42	0,66	0,76
Червень	0,33	0,78	0,41	0,73	0,41	0,42	0,75	0,82
Липень	0,33	0,49	0,33	0,56	0,37	0,67	0,51	0,64
Серпень	0,31	0,39	0,34	0,54	0,27	0,54	0,36	0,53
Вересень	0,26	0,33	0,31	0,45	0,24	0,32	0,27	0,35
Жовтень	0,19	0,28	0,26	0,3	0,22	0,21	0,32	0,41
Листопад	0,23	0,4	0,4	0,29	0,24	0,26	0,41	0,63
Грудень	0,32	0,51	0,64	0,33	0,33	0,35	0,52	0,72

Таблиця 2.3 – Марганець у воді річки Десна, мг/дм^3

Місяць\рік	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Січень	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05
Лютий	0,03	0,03	0,03	0,05	0,04	0,03	0,03	0,05
Березень	0,06	0,06	0,07	0,12	0,03	0,04	0,03	0,08
Квітень	0,04	0,05	0,06	0,1	0,05	0,07	0,03	0,06
Травень	0,08	0,05	0,03	0,05	0,06	0,12	0,02	0,04
Червень	0,07	0,03	0,09	0,07	0,1	0,06	0,02	0,08
Липень	0,06	0,1	0,03	0,12	0,12	0,05	0,06	0,07
Серпень	0,05	0,12	0,09	0,14	0,12	0,04	0,09	0,1
Вересень	0,1	0,1	0,02	0,14	0,09	0,02	0,02	0,09
Жовтень	0,06	0,04	0,09	0,07	0,05	0,03	0,02	0,06
Листопад	0,04	0,01	0,05	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05
Грудень	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,06

Таблиця 2.4 – Окиснювальність у воді річки Десна, мід (мг/дм³)

Місяць\рік	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Січень	4,6	5,1	6,0	9,5	4,6	4,2	5,0	6,9
Лютий	4,7	5,1	5,8	9,5	4,6	4,6	5,4	6,6
Березень	5,4	7,0	6,6	8,5	6,1	8,1	5,4	7,4
Квітень	7,2	9,6	9,4	9,8	10,3	7,8	8,1	9,8
Травень	6,7	10,8	8,7	11,6	8,3	6,1	10,9	13,0
Червень	6,0	11,0	6,4	10,5	8,9	7,4	13,6	15,0
Липень	5,7	10,1	5,3	6,7	6,6	12,6	11,6	11,6
Серпень	5,4	8,0	5,1	7,3	5,0	10,6	7,4	9,6
Вересень	4,7	5,7	5,1	7,2	4,8	7,5	5,1	6,4
Жовтень	3,9	5,1	4,7	5,4	4,5	4,7	5,8	6,7
Листопад	3,8	5,3	5,3	4,9	4,1	4,2	6,4	8,8
Грудень	4,5	6,2	6,5	4,6	4,1	4,5	6,4	8,8

Таблиця 2.5 – Забарвленість у воді річки Десна, мід (градуси)

Місяць\рік	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Січень	17	20	27	45	17	17	23	37
Лютий	18	20	27	45	18	18	24	35
Березень	25	43	33	41	23	21	24	42
Квітень	24	37	40	47	28	21	33	39
Травень	23	42	34	52	28	19	46	60
Червень	23	45	25	48	29	27	58	66
Липень	22	37	20	31	23	55	49	49
Серпень	21	30	19	30	18	42	29	41
Вересень	19	24	19	28	17	29	20	25
Жовтень	16	20	19	19	16	18	25	30
Листопад	15	24	23	17	16	17	30	44
Грудень	18	27	33	17	17	20	30	45

Таблиця 2.6 – Фітопланктон у воді річки Десна, mid (кл/дм³)

Місяць\рік	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Січень	3130	885	650	410	645	250	610	680
Лютий	1870	2315	440	545	880	23940	510	1190
Березень	14780	17340	15400	880	33650	87380	9520	18560
Квітень	116550	31550	61060	23100	167100	31700	59770	48310
Травень	17885	8450	8295	4490	9450	16660	5100	3740
Червень	6980	9550	6800	12444	3950	29380	2280	990
Липень	2770	10800	4240	17400	20195	1730	2650	9640
Серпень	8600	4830	7140	5580	4320	5780	2890	8710
Вересень	3400	3095	2075	15200	2520	1020	1325	1020
Жовтень	6460	510	850	11230	475	645	270	450
Листопад	510	1800	410	950	410	375	170	170
Грудень	610	3025	270	2010	410	340	6770	820

Згідно з Державними санітарними нормами і правилами ДСанПіН 2.2.4-171-10, проводиться оцінка якості та безпеки води для споживання людиною. Ці норми передбачають огляд органолептичних та фізико-хімічних показників якості води (табл.2.7).

Таблиця 2.7 – Санітарно-хімічні показники безпечності та якості питної води.

№ з/п	Найменування показників	Одиниці вимірювання	Нормативи для питної води згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 для водопровідної води
1	2	3	4
1	Запах при: t = 20 °C	бали	≤ 2

1	2	3	4
2	Запах при: $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$	бали	≤ 2
3	Кольоровість	градуси	$\leq 20 (35)^1$
4	Мутність	Нефелометрична одиниця мутності (1 НОК = $0,58\text{ мг/дм}^3$)	$\leq 1,0 (3,5)^1$
5	Смак і присмак	бали	≤ 2
6	Водневий показник	Одиниці рН	6,5-8,5
7	Залізо загальне	мг/дм^3	$\leq 0,2 (1,0)^1$
8	Загальна жорсткість	ммоль/дм^3	$\leq 7,0 (10,0)^1$
9	Марганець	мг/дм^3	$\leq 0,05 (0,5)^1$
10	Перманганатна окиснювальність	мг/дм^3	$\leq 5,0$

¹ – норматив, зазначений в дужках, може бути встановлений в окремих випадках за умови, що він був погоджений з головним державним санітарним лікарем відповідної адміністративної території.

2.2. Основні напрямки реконструкції технологічної лінії підготовки води на Деснянській водопровідній станції

В рамках проєкту реконструкції Деснянської водопровідної станції, було розроблено 4 можливі технологічні схеми (рисунки 2.1–2.4), що будуть забезпечувати якість води, що відповідає сучасним Європейським стандартам та вимогам до питної води. Деякі з них були створені з урахуванням можливого використання вже існуючої технології, що використовується на даний момент,

інші – на будівництві абсолютно нових очисних споруд та нової технології водопідготовки.

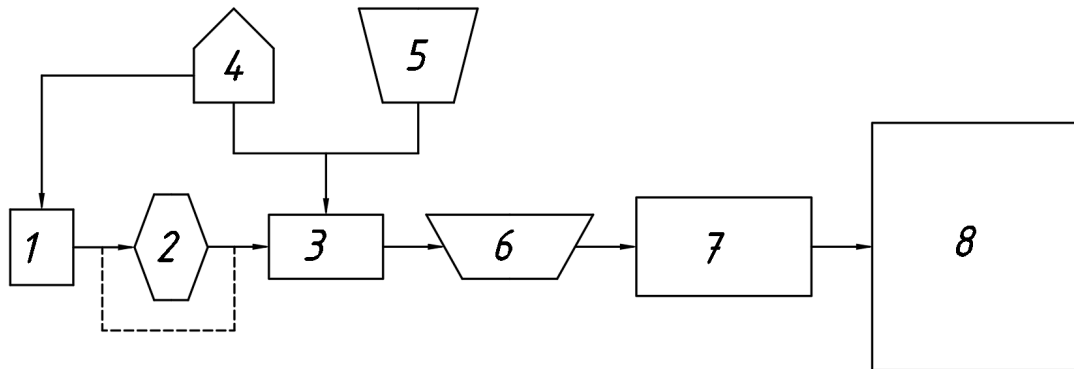


Рисунок 2.1 – Запропонована технологічна схема №1

1 – насосна станція I-го підйому; 2 – механічний фільтр; 3 – змішувач; 4 – система приготування вугільної шихти; 5 – витратний бак коагулянту; 6 – відстійник; 7 – безнапірний фільтр; 8 – резервуар чистої води.

Технологічна схема №1 ґрунтується на максимальному використанні вже існуючих очисних споруд та технології без кардинальних змін. У період розвитку фітопланктону (іншими словами – цвітіння води), вода перед тим, як потрапити у змішувач, надходить на механічний сітчастий фільтр з діаметром отворів 50 мкм для забезпечення максимально можливого вилучення фітопланктону з води і зменшення навантаження на очисні споруди, що йдуть далі за схемою. У періоди року, коли немає проблем з фітопланктоном – вода проходить по іншій лінії, що оминає механічний фільтр. Відмінністю даної технології від існуючої є використання порошкоподібного активованого вугілля в голові технологічної схеми, тобто на етапі водозабору. Таким чином забезпечується необхідний час контакту активованого вугілля з водою для сорбції максимально можливої кількості розчинних органічних сполук та хлорорганічних сполук, що утворюються у воді внаслідок первинного хлорування. Далі у змішувач подається коагулянт, після чого вода подається на відстійник для освітлення води. Після чого пропускається через безнапірний фільтр для кращого вилучення завислих

речовин у воді, що не осіли у відстійнику. Також порошкоподібне активоване вугілля допомагає краще реалізувати процес коагуляції за рахунок створення додаткових центрів кристалізації, що позитивно впливає на утворення пластівців.

Переваги технологічної схеми №1:

- найменша вартість реалізації на відміну від інших варіантів;
- максимально можливе використання вже наявних очисних споруд та технології;
- найменші терміни на виконання.

Недоліки технологічної схеми №1:

- постійне використання порошкоподібного активованого вугілля, яке саме по собі є доволі дорогим;
- труднощі при зберіганні порошкоподібного активованого вугілля через його вибухонебезпечність.

Загальний висновок по запропонованій технологічній схемі №1:

Запропонована технологічна схема не розрахована на зниження рівню заліза та перманганатної окиснювальності так, як цього хотілося б. Реалізовувати дану технологічну схему немає сенсу, оскільки це будуть хоч і невеликі витрати, проте і ефективності від неї буде не те щоб багато.

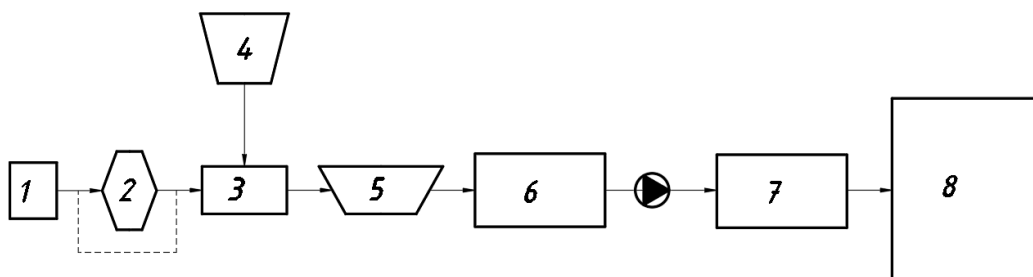


Рисунок 2.2 – Запропонована технологічна схема №2

1 – насосна станція I-го підйому; 2 – механічний фільтр; 3 – змішувач; 4 – витратний бак коагулянту; 5 – відстійник; 6 – безнапірний фільтр; 7 – вугільний фільтр; 8 – резервуар чистої води;

Технологічна схема №2 працює за схожим принципом із технологічною схемою №1. Відмінність полягає у використанні гранульованого активованого вугілля, яке використовується як завантаження у вугільному фільтрі, що пропонується встановити перед резервуаром чистої води. Таким чином можна самостійно регулювати час контакту води з активованим вугіллям (цей час обирається залежно від якості вхідної води та вмісту органічних речовин), що сприятиме кращому вилученню органіки з води.

Переваги технологічної схеми №2:

- також відносно невеликі експлуатаційні витрати;
- відсутність необхідності будівництва нових споруд;

Недоліки технологічної схеми №2:

- витрата великої кількості активованого вугілля, через що доведеться часто міняти завантаження фільтру або регенерувати його;
- встановлення додаткової насосної станції, що призведе до додаткових витрат електроенергії;

Загальний висновок по запропонованій технологічній схемі №2:

Серед усіх чотирьох наведених варіантів – найефективніший. Тут вирішується проблема з перманганатною окиснювальністю, проте ніяким чином не знижується вміст заліза у воді. Також варто зазначити, що схема не передбачає регламентованого відведення осаду з відстійника, тому є над чим попрацювати.

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

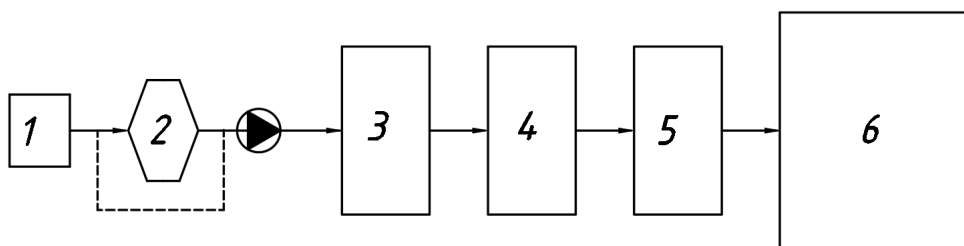


Рисунок 2.3 – Запропонована технологічна схема №3

1 – насосна станція I-го підйому; 2 – механічний фільтр; 3 – напірний фільтр I-го ступеню; 4 – напірний фільтр II-го ступеню; 5 – напірний вугільний фільтр; 6 – резервуар чистої води.

Технологічна схема №3 ґрунтується на використанні послідовних напірних фільтрів. З одного боку – це величезні капітальні затрати, оскільки наявну безнапірну систему не буде використано. З іншого боку – це значно спрощує експлуатацію та обслуговування очисних споруд, дозволяє розташовувати очисні споруди не спираючись на висотний рівень самої схеми та води і сприяє більш ефективному використанню площі фільтрів, оскільки вони працюють на більш високих швидкостях фільтрації.

Вода разом з коагулянтном надходить на напірні фільтри I-го ступеню, що містять інертні або багат шарові завантаження для забезпечення такого процесу, як контактна коагуляція. Далі вода подається на напірні фільтри II-го ступеню, що забезпечують більш глибоке очищення води від твердої фази. Ну і для вилучення органічних та хлорорганічних сполук вода подається на вугільний фільтр, в якому також в ролі завантаження виступає гранульоване активоване вугілля.

Переваги технологічної схеми №3:

- за необхідності, станцію можна перевести на напірну схему за рахунок запуску окремих комплексів;

- ефективніше використання площ споруд за рахунок використання напірних фільтрів, через більшу швидкість фільтрування;
- може розташовуватись поза висотною схемою;
- більший термін експлуатації за рахунок впровадження нових очисних споруд та технології;
- інтенсифікація процесу промивки фільтрів, що значно зменшить витрати води на цей процес;

Недоліки технологічної схеми №3:

- висока вартість реалізації технологічної схеми;
- високі витрати електроенергії за рахунок використання напірних фільтрів;

Загальний висновок по запропонованій технологічній схемі №3:

Абсолютно неефективна технологія з контактною коагуляцією і одразу механічним очищенням. Проблема даної схеми полягає у тому, що коагулянт не зможе спрацювати максимально ефективно без процесу відстоювання. Більшість коагулянту, що не встигне прореагувати просто пройде разом з водою у резервуар чистої води, що не зробить її чистіше.

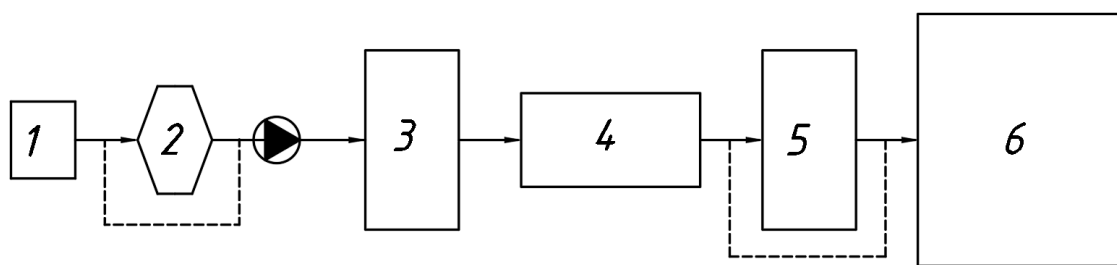


Рисунок 2.4 – Запропонована технологічна схема №4

1 – насосна станція I-го підйому; 2 – механічний фільтр; 3 – напірний фільтр I-го ступеню; 4 – ультрафільтр; 5 – напірний вугільний фільтр; 6 – резервуар чистої води

Технологічна схема №4 ґрунтується на використанні безреагентних мембранних технологій із застосуванням напірного фільтру та ультрафільтрації. Спочатку вода подається на механічний фільтр для затримання фітопланктону і зменшення навантаження на подальші очисні споруди, після чого проходить стадію мікро- та ультрафільтрації. Зменшення показника перманганатної окиснювальності та розчинних органічних речовин відбувається на вугільному фільтрі, після чого у резервуарі чистої води відбувається вторинне знезараження води.

Переваги технологічної схеми №4:

- використання безреагентних методів водопідготовки;
- подібно до технологічної схеми №3 – можливість переведення станції на напірну схему;
- може розташовуватись поза висотною схемою;
- більший термін експлуатації за рахунок впровадження нових очисних споруд та технології;
- інтенсифікація процесу промивки фільтрів, що значно зменшить витрати води на цей процес;

Недоліки технологічної схеми №4:

- найбільша вартість реалізації у порівнянні з попередніми варіантами;
- ускладнення організації промивки та регенерації мембран, використовуючи спеціальні реагенти;
- високі витрати електроенергії за рахунок використання напірних фільтрів;

Загальний висновок по запропонованій технологічній схемі №4:

Проблема даної схеми полягає в дуже високій вартості у порівнянні з не дуже високою ефективністю. Ультрафільтрація також сприяє вилученню великої кількості іонів (навіть тих, що необхідні організму). В нашому випадку – схема не

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

має сенсу бути, оскільки якість води після очистки не відповідає вимогам до питної води.

2.3. Вибір та обґрунтування технологічної схеми очищення питної води на Деснянській водопровідній станції

Враховуючи всі попередні технологічні схеми було прийняте рішення про створення удосконаленої технологічної схеми Деснянської станції водопідготовки, яка ґрунтується на максимально можливому використанні як існуючих очисних споруд так і резерву станції. В розробленій технологічній схемі враховано проблему з високим показником перманганатної окиснювальності, вмісту марганцю та заліза. Перевагами цієї технологічної схеми є відносно невелика вартість реалізації, перехід на більш сучасний метод знезараження води, повторне використання промивних вод, використання відстійників, що наявні в резерві станції для осадження твердої фази у промивних водах. Удосконалена технологічна схема очищення питної води наведена на рис.2.5.

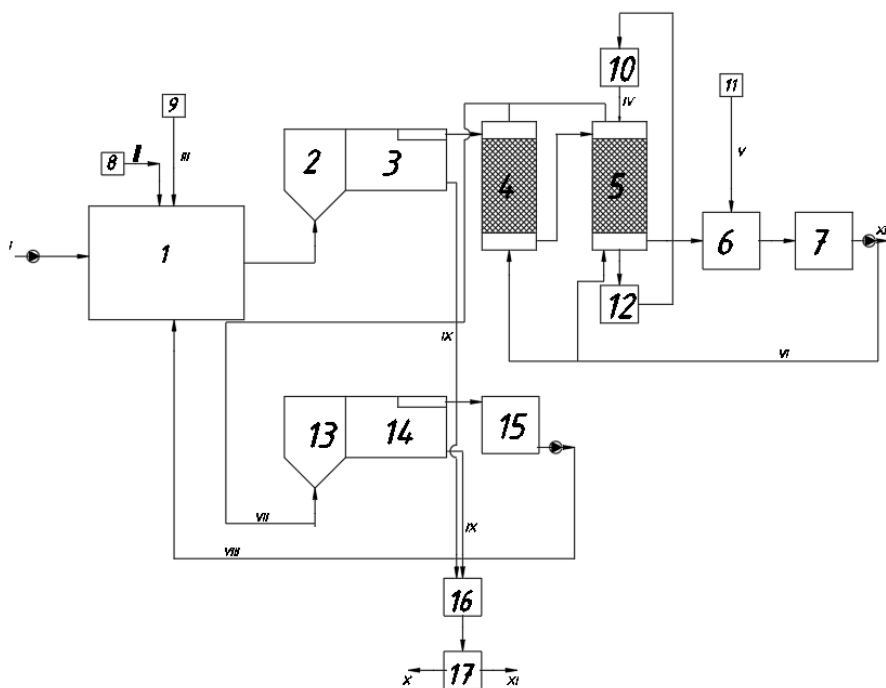
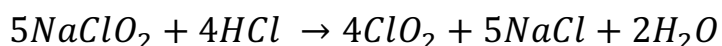


Рисунок 2.5 – Технологічна схема очищення питної води на Деснянській водопровідній станції

1 – перегородчастий змішувач; 2,13 – камера пластівцеутворення; 3,14 – горизонтальний відстійник; 4 – механічний швидкий фільтр; 5 – вугільний фільтр; 6 – резервуар очищеної води для знезараження; 7 – резервуар чистої води; 8 – витратний бак коагулянту; 9,10 – витратний бак диоксиду хлору; 11 – витратний бак розчину гіпохлориту натрію; 12 – резервуар відпрацьованого диоксиду хлору; 15 – резервуар освітленої води; 16 – шламосховище; 17 – стрічковий фільтр-прес;

Потоки: I – подача води на очищення; II – подача коагулянту; III, IV – подача диоксиду хлору; V – подача хлор-аміачної суміші; VI – подача води на промивку фільтрів; VII – подача промивних вод на освітлення; VIII – подача освітленої промивної води на повторне очищення; IX – подача осаду з відстійника у шламосховище; X – відправлення зневодненого осаду на утилізацію; XI – скид води у каналізацію; XII – подача води споживачу;

Вода з річки Десна за допомогою насосної станції I-го підйому подається у подається у змішувач (1), в який з витратного баку (8) також надходить коагулянт, влітку використовується сульфат алюмінію ($Al_2(SO_4)_3$) а зимою алюміній дигідроксохлорид ($Al(OH)_2Cl$) та знезаражувальний реагент з витратного баку (9), в ролі якого виступає диоксид хлору. Оскільки диоксид хлору – газоподібна речовина, то отримують його на місці використання шляхом реакції між хлоритом натрію ($NaClO_2$) та хлоридною кислотою (HCl):



Після змішувача (1) вода надходить у камеру пластівцеутворення (2) (іншими словами – камеру реакції), після чого направляється у суміщений з камерою реакції горизонтальний відстійник (3), де відбувається освітлення води і осадження пластівців, що утворені завислими речовинами з коагулянтом. Далі вода надходить на механічні швидкі фільтри (4) для повного вилучення твердої фази з води, після чого потрапляє на вугільний фільтр (5) із гранульованим активованим вугіллям в якості завантаження, де відбувається доочищення води від залишків органічних домішок що забезпечує зниження до 0,5 – 1,5 мг/дм³

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

показника перманганатної окиснювальності. Після вугільного фільтру вода подається у резервуар очищеної води (6), де відбувається вторинне знезараження гіпохлоритом натрію в присутності аміаку з витратного баку гіпохлориту натрію (11), після чого надходить у резервуар чистої води (7), та за допомогою насосної станції II-го підйому подається споживачу. Періодично частина води з резервуару чистої води надходить на почергову промивку фільтрів, після чого промивна вода надходить у камери пластівцеутворення (13) і в подальшому у горизонтальний відстійник (14), де осаджуються завислі речовини, що вимиваються. Освітлена вода подається у резервуар освітленої води (15), звідки перекачується насосом у голову технологічної схеми, змішувач (1) на повторне очищення. Осади з відстійників 3 та 14 надходять до шламосховища (16), після чого подаються на фільтр-прес (17) для зневоднення осаду. Вугільний фільтр (10) регенерується розчином диоксиду хлору після підвищення показника перманганатної окиснюваності води до значень вищих $1,5 \text{ мг/дм}^3$. При цьому розчин диоксиду хлору подається з витратного баку (11). Відпрацьований розчин ClO_2 надходить у резервуар відпрацьованого диоксиду хлору (12). Враховуючи необхідність періодичної регенерації вугільних фільтрів їх число повинно бути не меншим 2.

2.4. Матеріальний баланс

2.4.1. Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу

Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу наведені в табл.2.8

Таблиця 2.8 – Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу

№	Показник	Значення показника
1	2	3
1	Каламутність, мг/дм^3	1,4 – 10,8
2	Концентрація іонів заліза, мг/дм^3	0,19 – 1,01
3	Концентрація марганцю, мг/дм^3	0,01 – 0,14

1	2	3
4	Окиснювальність води, мг/дм ³	3,8 -15,0
5	Кольоровість води, градуси	15 - 66
6	Корисна виробнича потужність станції, м ³ /добу	500000
7	Робота станції, год	24
8	Вміст основного компоненту в коагулянті (сульфат алюмінію), %	50
9	Вміст основного компоненту в коагулянті (AlCl(OH) ₂), %	16
10	Концентрація коагулянту у витратному баку, %	5
11	Концентрація змулених речовин у воді, що виходять з відстійника, г/м ³	10
12	Концентрація твердих домішок у осаді після відстійника, г/м ³	15000
13	Каламутність води після фільтру, мг/дм ³	0,5
14	Нормальна швидкість фільтрування за нормального режиму, м/год	6
15	Число промивок швидкого фільтру	2
16	Час промивки швидкого фільтру, год	0,1
17	Інтенсивність промивки швидкого фільтру, л/(с*м ³)	18
18	Час простою швидкого фільтру при водній промивці, год	0,33
23	Вологість осаду після фільтр-пресу, %	50
24	Доза реагенту на первинне хлорування, мг/дм ³	0,5
25	Доза реагенту на вторинне хлорування, мг/дм ³	0,2

2.4.2. Розрахунок матеріального балансу

Блок-схема матеріального балансу влітку наведена на рис.2.6.

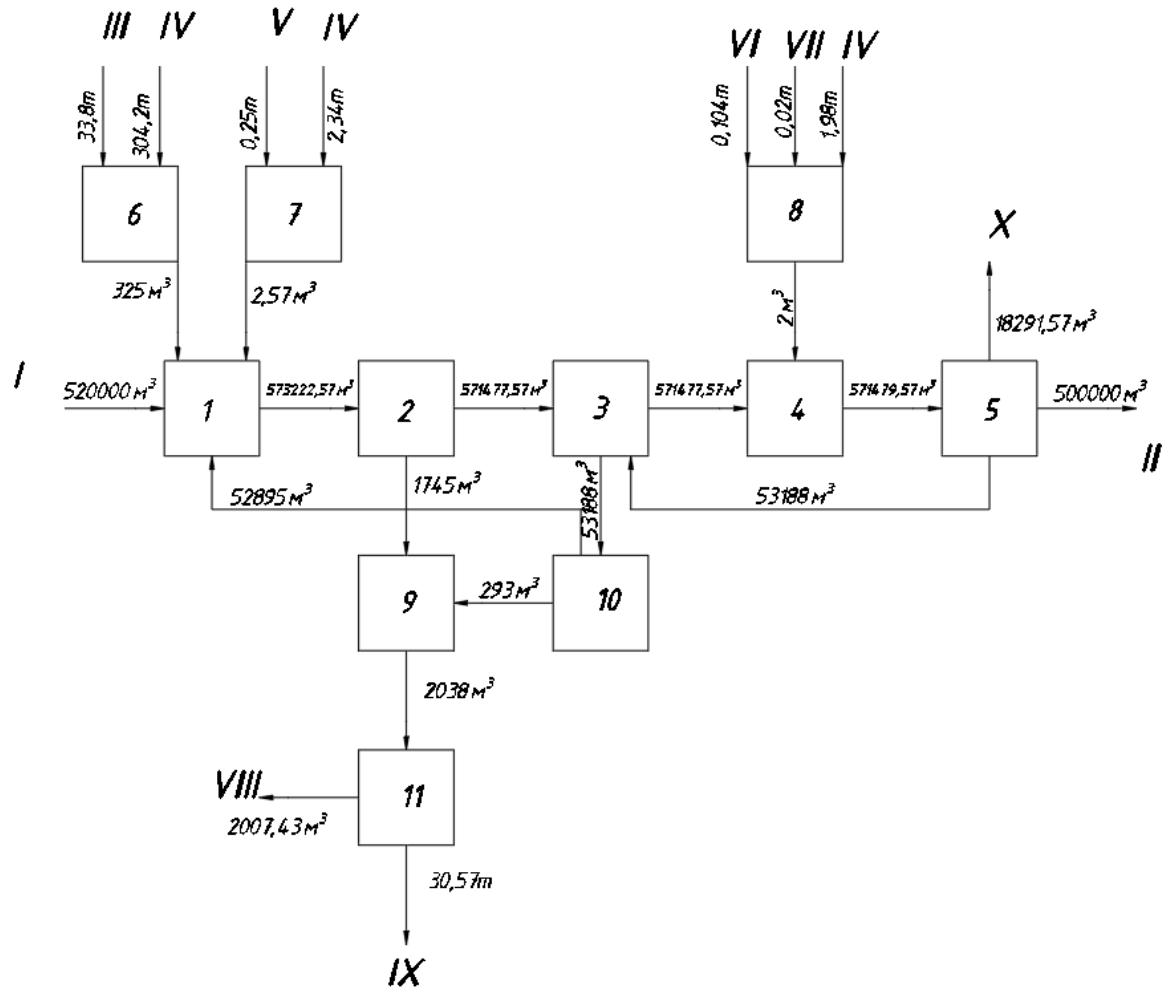


Рисунок 2.6 – Блок-схема матеріального балансу влітку

1 – змішувач; 2 – відстійник; 3 – швидкий фільтр; 4 – резервуар для знезараженн; 5 – резервуар чистої води; 6 – витратний бак алюміній сульфату; 7 – витратний бак диоксиду хлору; 8 – витратний бак гіпохлориту натрію; 9 – шламосховище; 10 – відстійник; 11 – фільтр-прес.

Потоки: I – подача води на очистку; II – подача води споживачу; III – подача розчину алюміній сульфату; IV – подача води на розведення розчинів; V – подача диоксиду хлору; VI – подача гіпохлориту натрію; VII – подача аміаку; VIII – скид фільтрату в каналізацію; IX – відведення осаду на утилізацію; X – витрата води на власні потреби станції.

Блок-схема матеріального балансу взимку наведена на рис.2.7.

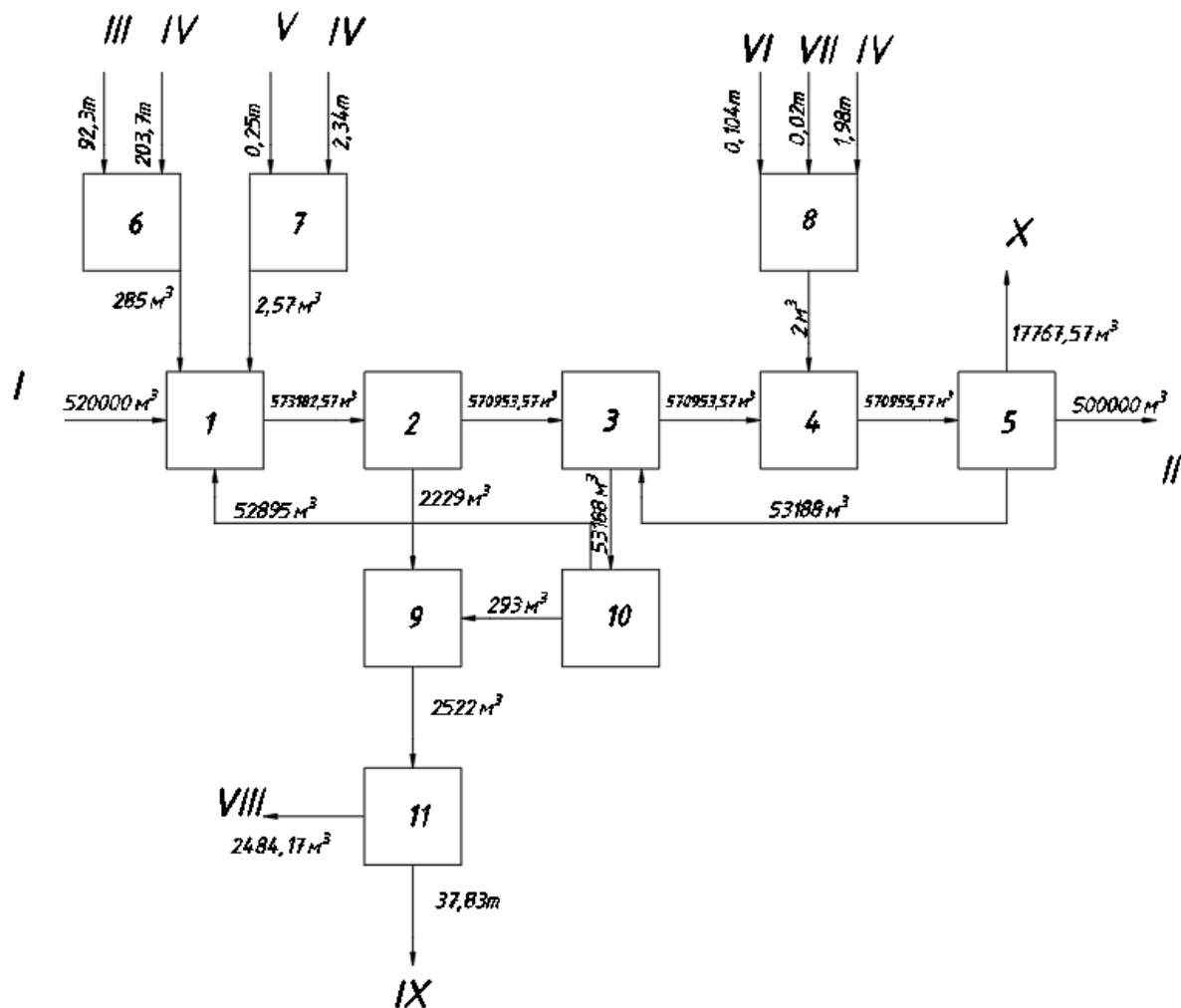


Рисунок 2.7 - Блок-схема матеріального балансу взимку

1 – змішувач; 2 – відстійник; 3 – швидкий фільтр; 4 – резервуар для знезараження; 5 – резервуар чистої води; 6 – витратний бак алюміній дигідроксохлориду; 7 – витратний бак диоксиду хлору; 8 – витратний бак гіпохлориту натрію; 9 – шламосховище; 10 – відстійник; 11 – фільтр-прес.

Потоки: I – подача води на очистку; II – подача води споживачу; III – подача розчину алюміній дигідроксохлориду; IV – подача води на розведення розчинів; V – подача диоксиду хлору; VI – подача гіпохлориту натрію; VII – подача аміаку; VIII – скид фільтрату в каналізацію; IX – відведення осаду на утилізацію; X – витрата води на власні потреби станції.

Для початку розраховуємо повну виробничу потужність станції водопідготовки з урахуванням води на власні потреби станції:

$$Q = \alpha * Q_{\text{корисне}} = 1,04 * 500000 = 520000 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Де α – коефіцієнт, який враховує витрати води на власні потреби станції і визначається за БНіП 2.04.02-84. Якщо вода після промивки буде повторно використовуватись, то коефіцієнт приймають $\alpha = 1,03 - 1,04$, а якщо промивні води повторно використовуватись не будуть, то $\alpha = 1,1 - 1,14$.

$Q_{\text{корисне}}$ – корисна виробнича потужність станції, $\text{м}^3/\text{добу}$; $Q_{\text{корисне}} = 500000 \text{ м}^3/\text{добу}$.

Доза коагулянту $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ розраховується за формулою:

$$D_k = 4 * \sqrt{K} = 4 * \sqrt{66} = 32,5 \text{ мг/дм}^3$$

Де K – максимальна кольоровість води, градуси, $K = 66$ градусів.

Доза коагулянту $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ приймається по дозі Al_2O_3 15 мг/дм^3 в зимовий період і складає $28,4 \text{ мг/дм}^3$

В даному випадку доцільно використовувати мокре зберігання коагулянту - сульфату алюмінію. За мокрого зберігання добова витрата коагулянту становить:

$$Q_k = \frac{Q * D_k}{10000 * P} = \frac{520000 * 32,5}{10000 * 50} = 33,8 \text{ т/добу}$$

Де Q – витрата води, $\text{м}^3/\text{добу}$;

D_k – доза коагулянту, мг/дм^3 ;

P – вміст основного компонента в очищеному $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, %.

Чистого $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ виходить:

$$Q_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = Q_k * P = 33,8 * 0,5 = 16,9 \text{ т/добу}$$

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перед подачею коагулянту у воду для очистки, його попередньо розводять у витратному баку коагулянту до 5%-ї концентрації. Розраховуємо необхідну кількість води для розведення розчину коагулянту:

$$Q^I_{\text{води}} = \frac{Q_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} * 95}{5} - Q_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}$$

$$Q^I_{\text{води}} = \frac{16,9 * 95}{5} - 16,9 = 304,2 \text{ т/добу}$$

Сумарна кількість розчину, що подається з витратних баків становить:

$$Q_p = Q_k + Q^I_{\text{води}} = 33,8 + 304,2 = 338 \text{ т/добу}$$

Взимку коагулянт дигідроксохлорид алюмінію $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ використовують як товарний продукт у розчиненому вигляді з концентрацією 16%. Добова витрата коагулянту $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ буде:

$$Q_k = \frac{Q * D_k}{10000 * P} = \frac{520000 * 28,4}{10000 * 16} = 92,3 \text{ т/добу}$$

Чистого $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ виходить:

$$Q_{\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}} = Q_k * P = 92,3 * 0,16 = 14,8 \text{ т/добу}$$

Перед подачею коагулянт попередньо розводять у витратному баку коагулянту до 5%-ї концентрації. Розраховуємо необхідну кількість води для розведення розчину коагулянту:

$$Q^{II}_{\text{води}} = \frac{Q_{\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}} * 95}{5} - (Q_k - Q_{\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}})$$

$$Q^{II}_{\text{води}} = \frac{14,8 * 95}{5} - (92,3 - 14,8) = 203,7 \text{ т/добу}$$

Сумарна кількість розчину, що подається з витратних баків становить:

$$Q_p = Q_k + Q^{II}_{\text{води}} = 92,3 + 203,7 = 296 \text{ т/добу}$$

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Далі розраховуємо концентрацію змулених речовин у воді, що надходить у відстійник влітку:

$$C = M + K_1 * D_K + 0,25 * K = 10,8 + 0,5 * 32,5 + 0,25 * 66 = 43,55 \text{ мг/дм}^3$$

Де М – кількість змулених речовин у воді, г/м³;

K₁ – коефіцієнт для очищеного Al₂(SO₄)₃;

K – кольоровість води, градуси;

Концентрація змулених речовин у воді, що надходить у відстійник взимку буде:

$$C = M + K_1 * D_K + 0,25 * K = 10,8 + 0,9 * 28,4 + 0,25 * 66 = 52,86 \text{ мг/дм}^3$$

Концентрацію ущільненого осаду при терміні ущільнення 24 години визначається за табл.2.9.

Таблиця 2.9 – Середня концентрація твердої фази у осаді залежно від каламутності води та інтервалу між виведенням з відстійника

Вміст змулених речовин у воді	Реагент	Середня концентрація твердої фази в осаді, г/м ³ при інтервалах між виведенням осаду		
		6 годин	12 годин	24 години
1	2	3	4	5
< 50	Коагулянт	9000	12000	15000
50 – 100	Коагулянт	12000	16000	20000
100 – 400	Коагулянт	20000	32000	40000
400 – 1000	Коагулянт	35000	50000	60000
1000 – 1500	Коагулянт	80000	100000	120000
> 1500	Флокулянт	90000	140000	160000
> 1500	Без реагентів	200000	250000	300000

Розраховуємо кількість шламу за сухою речовиною, що утворюється за добу влітку:

$$M_{\text{ш}} = \frac{(C - m) * Q}{10^6} = \frac{(43,55 - 10) * 520000}{10^6} = 17,45 \text{ т/добу}$$

Де m – концентрація змулених речовин на виході з відстійника, г/м³.

Об'єм шламу влітку при середній концентрації твердої фази в осаді 15000 г/м³:

$$W_{\text{ш}} = \frac{M_{\text{ш}} * 10^6}{\delta} = \frac{17,45 * 10^6}{15000} = 1163,33 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Об'єм шламу влітку, що перекачується у шламосховище, визначають з рахуванням коефіцієнту розчинення осаду за його транспортування, який дорівнює 1,5 при гідравлічному транспортуванні:

$$W'_{\text{ш}} = 1,5 * W_{\text{ш}} = 1,5 * 1163,33 = 1745 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розраховуємо кількість шламу за сухою речовиною, що утворюється за добу взимку:

$$M_{\text{ш}} = \frac{(C - m) * Q}{10^6} = \frac{(52,86 - 10) * 520000}{10^6} = 22,29 \text{ т/добу}$$

Де m – концентрація змулених речовин на виході з відстійника, г/м³.

Об'єм шламу взимку при середній концентрації твердої фази в осаді 15000 г/м³:

$$W_{\text{ш}} = \frac{M_{\text{ш}} * 10^6}{\delta} = \frac{22,29 * 10^6}{15000} = 1486 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Об'єм шламу взимку, що перекачується у шламосховище, визначають з рахуванням коефіцієнту розчинення осаду за його транспортування, який дорівнює 1,5 при гідравлічному транспортуванні:

$$W'_{\text{ш}} = 1,5 * W_{\text{ш}} = 1,5 * 1486 = 2229 \text{ м}^3/\text{добу}$$

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна площа фільтрування:

$$F = \frac{Q}{T * v_n - n * 3,6 * \omega * t_1 - n * t_2 * v_n}$$

Де Q – витрата води, м³/добу.

T – час роботи станції на добу, год;

v_n – швидкість фільтрування за нормального режиму, м/год;

ω – інтенсивність промивання фільтра, дм³/(с*м²);

t₁ – термін промивання, год;

n – кількість промивань кожного фільтра на добу за нормального режиму експлуатації;

t₂ – термін простою фільтра при водяному промиванні, год.

Характеристики фільтрів обираємо з табл.2.10.

Таблиця 2.10 – Характеристики швидких механічних фільтрів

Тип фільтру	Характер фільтруючого шару		Швидкість фільтрування м/год за режиму		Інтенсивність промивання, л [*] /(с*м ²)		Час промивання, хв	Відносне розширення завантаження, %
	Діаметр зерен, мм	Висота шару, м	Нормального	Форсованого	Водяного	Повітряного		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Одношаровий з піску	0,5-1,2	0,7-0,8	5-6	6-7,5	12-14	-	5-6	45
	0,7-1,6	1,3-1,5	6-8	7-9,5	14-16	-	5-6	30

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Одношаровий з піску	0,8-0,2	1,8-2	8-10	10-12	16-18	-	5-6	25
Одношаровий із подрібненого керамзиту	0,5-1,2	0,7-0,8	6-7	7-9	12-15	-	6-7	45
	0,7-1,6	1,3-1,5	7-9,5	8,5-11,5	12-15	-	6-7	30
	0,8-2	1,8-2	9,5-12	12-14	12-15	-	6-7	25
Двошаровий (верхній шар – антрацит, нижній – пісок)	0,8-1,8 Антрацит	0,4-0,5	7-10	8,5-12	14-16	-	6-7	50
	0,5-1,2 пісок	0,7-0,8						

$$F = \frac{520000}{24 * 6 - 2 * 3,6 * 18 * 0,1 - 2 * 0,33 * 6} = 4091,91 \text{ м}^2$$

З площі фільтрування можна визначити кількість фільтрів, що беруть участь у фільтруванні:

$$N = \frac{\sqrt{F}}{2} = \frac{\sqrt{4091,91}}{2} = 31,98 \text{ шт.}$$

Кількість швидких фільтрів приймаємо $N = 36$ шт.

Площа одного фільтру складає:

$$F_1 = \frac{F}{36} = \frac{4091,91}{36} = 113,67 \text{ м}^2 = 114 \text{ м}^2$$

Витрати води на промивання одного фільтру за 1 промивку:

$$q_{\text{пром}} = \omega * F_1 = 18 * 114 = 2052 \text{ дм}^3/\text{с}$$

Витрати води на промивання одного фільтру за добу:

$$q'_{\text{пром}} = q_{\text{пром}} * T * n = 2052 * 360 * 2 = 1477440 \text{ дм}^3/\text{добу}$$

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			37

Витрати води на промивання 36 фільтрів за добу:

$$q''_{\text{пром}} = q'_{\text{пром}} * 36 = 1477440 * 36 = 53187840 \text{ дм}^3/\text{с} = 53188 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Об'єм осаду з промивних вод швидких фільтрів складає:

$$W_{\text{п}} = \frac{q''_{\text{пром}} * (C_{\text{п}} - m_{\text{п}})}{\delta_{\text{п}}} = \frac{53188 * (92,88 - 10)}{15000} = 293 \text{ м}^3$$

Де $q''_{\text{промив}}$ – кількість води, що втрачається на промивку протягом доби, $\text{м}^3/\text{добу}$;

$C_{\text{п}}$ – концентрація завислих речовин у промивних водах, $\text{г}/\text{м}^3$;

$m_{\text{п}}$ – каламутність води після відстоювання у відстійнику, $\text{г}/\text{м}^3$;

$\delta_{\text{п}}$ – концентрація твердих домішок в осаді після відстоювання, $\text{г}/\text{м}^3$.

Концентрація завислих речовин у промивних водах розраховується наступним чином:

$$C_{\text{п}} = \frac{(m - 0,5) * Q}{q''_{\text{пром}}} = \frac{(10 - 0,5) * 520000}{53188} = 92,88 \text{ г}/\text{м}^3$$

Враховуємо те, що 293 м^3 промивних вод відводиться з осадом (вологість осаду 50%), то в голову очисних споруд повертається:

$$q_{\text{п}} = 53188 - 293 = 52895 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Всього осаду з відстійників влітку подається:

$$W_{\text{ш.з.}} = 1745 + 293 = 2038 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Загальна маса осаду по сухій речовині становить:

$$G_{\text{сух.ш.з.}} = \frac{2038 * 15000}{1000000} = 30,57 \text{ т}/\text{добу}$$

Маса осаду, що подається на фільтр-прес:

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_{\text{ос.ф-п}} = \frac{30,75 * 100}{50} = 61,14 \text{ т/добу}$$

Із осаду на фільтр-пресі вилучається 30,57 м³ води, загальна маса фільтрату, що скидається у каналізацію:

$$W_{\text{фільтрату}} = 2038 - 30,57 = 2007,43 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Всього осаду з відстійників взимку подається:

$$W_{\text{ш.з.}} = 2229 + 293 = 2522 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Загальна маса осаду по сухій речовині становить:

$$G_{\text{сух.ш.з.}} = \frac{2522 * 15000}{1000000} = 37,83 \text{ т/добу}$$

Маса осаду, що подається на фільтр-прес:

$$G_{\text{ос.ф-п}} = \frac{37,83 * 100}{50} = 75,66 \text{ т/добу}$$

Із осаду на фільтр-пресі вилучається 37,83 м³ води, загальна маса фільтрату, що скидається у каналізацію:

$$W_{\text{фільтрату}} = 2522 - 37,83 = 2484,17 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Витрата реагенту на первинне знезараження (ClO₂):

$$q'_x = \frac{Q * D_x}{1000} = \frac{520000 * 0,5}{1000} = 260 \text{ кг/добу} = 0,26 \text{ т/добу}$$

Де D_x – доза знезаражуючого реагенту, яка становить 0,5 мг/дм³ за первинного знезараження і 0,2 мг/дм³ за вторинного.

Витрата реагенту на вторинне знезараження (NaClO по Cl₂):

$$q''_x = \frac{Q * D_x}{1000} = \frac{520000 * 0,2}{1000} = 104 \text{ кг/добу} = 0,104 \text{ т/добу}$$

Витрата реагенту на вторинне знезараження (NH₃):

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$q'''_x = \frac{Q * D_x}{1000} = \frac{520000 * 0,04}{1000} = 20,8 \text{ кг/добу} = 0,0208 \text{ т/добу}$$

Результати матеріального балансу наведені в табл.2.11

Таблиця 2.11 – Результати матеріального балансу

№	Назва потоку	Значення, м ³ /добу (т/добу)
1	2	3
Коагулянт - Al ₂ (SO ₄) ₃		
1	Подача води на очистку	520000
2	Подача води споживачу	500000
3	Добова витрата коагулянту	33,8
4	Об'єм води, що подається у витратний бак коагулянту	304,2
5	Витрата шламу з відстійника у шламосховище	1745
6	Подача води у відстійник	573222,57
7	Подача води із відстійника на швидкий фільтр	571477,57
8	Об'єм води на промивання фільтрів	53188
9	Об'єм промивної води, що подається на початок технологічної схеми після відстійника	52895
10	Витрата води на власні потреби станції	18291,57
11	Об'єм шламу, що відділяється на відстійнику промивних вод	293
12	Об'єм шламу, що подається на фільтр-прес	2038
13	Об'єм фільтрату після фільтр-пресу	2007,43
14	Витрата диоксиду хлору за первинного хлорування	0,25
15	Витрата гіпохлориту натрію за вторинного хлорування	0,104
16	Витрата аміаку за вторинного хлорування	0,02

1	2	3
Коагулянт – $Al(OH)_2Cl$		
17	Добова витрата коагулянту	92,3
18	Об'єм води, що подається у витратний бак коагулянту	203,7
19	Витрата шламу з відстійника у шламосховище	2229
20	Подача води у відстійник	573182,57
21	Подача води із відстійника на швидкий фільтр	570953,57
22	Об'єм води на промивання фільтрів	53188
23	Об'єм промивної води, що подається на початок технологічної схеми після відстійника	52895
24	Витрата води на власні потреби станції	17767,57
25	Об'єм шламу, що відділяється на відстійнику промивних вод	293
26	Об'єм шламу, що подається на фільтр-прес	2522
27	Об'єм фільтрату після фільтр-пресу	2484,17

2.5. Теоретичні дані про фізичні, хімічні та біологічні процеси, що реалізуються в даній технологічній схемі

В представленій технології реалізуються наступні процеси: коагуляція, відстоювання, фільтрування, знезараження, консервація та зневоднення осаду.

Коагуляція – процес, в якому завислі речовини у воді зв'язуються (злипаються) між собою з утворенням пластівців, які сприяють кращому осадженню твердої фази при водопідготовці. Таким чином знижується концентрація завислих речовин у воді та знижується показник кольоровості, що значно покращує якість води на виході. В запропонованій технологічній схемі процес коагуляції реалізується з використанням 2 видів коагулянтів у різні періоди року. В літній період використовують алюміній сульфат $Al_2(SO_4)_3$, а в

зимовий – алюміній дигідроксохлорид $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$. Особливостями алюміній сульфату є те, що він є доволі доступним та в добавок ще й економічно вигідним у використанні, враховуючи його невисоку вартість. Сам по собі містить 15% основної речовини за алюміній оксидом Al_2O_3 . За низьких температур не дуже доцільно використовувати даний коагулянт, оскільки в таких випадках він сприяє збільшенню кислотності води за рахунок гідролізу коагулянту. Саме тому взимку було прийняте рішення про використання алюміній дигідроксохлориду у зимовий період. Особливостями даного коагулянту є те, що він містить в собі високий вміст основного компонента, що дозволяє брати значно меншу дозу коагулянту для осадження однакової кількості завислих речовин у порівнянні з алюміній хлоридом. В алюміній дигідроксохлориді вміст основного компонента становить 54%.

Відстоювання – процес, при якому відбувається повільне розділення рідкої фази від твердої. Сам процес може відбуватись тільки у випадку грубого розділення неоднорідних систем. Для забезпечення грубого розділення фаз використовують реагенти, що укрупнюють дрібні дисперсні частки, які значно легше осаджуються за рахунок збільшення маси і, внаслідок, сили тяжіння. Протікає після коагуляції та утворення пластівців. Вода надходить у відстійники, де пластівці осідають в зоні осадження, що дозволяє відокремити тверду фазу від рідкої, таким чином суміш розділяється на 2 потоки – освітлена вода вже зі значно меншою концентрацією завислих речовин подається на подальшу обробку, а тверду фазу, іншими словами осад із пластівців, вивозять у шламосховище.

Фільтрування – процес, в якому воду пропускають через фільтри з певним завантаженням, де затримуються тверді домішки з води. Відбувається в таких очисних спорудах, як фільтри. В запропонованій технологічній схемі використовується 2 види фільтрів – механічні швидкі фільтри та фільтри з гранульованим активованим вугіллям. Механічні швидкі фільтри затримують залишки твердої фази, що не повністю була осаджена у відстійнику для ще більш

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

ефективного вилучення завислих речовин з води. Вугільні фільтри сприяють сорбції розчинних органічних та хлорвмісних сполук, що затримуються в цьому самому фільтрі і не пропускаються далі по технологічній схемі. Періодично вугільний фільтр обробляють діоксидом хлору для видалення затриманих органічних сполук.

Знезараження – процес, в якому ліквідуються різноманітні мікроорганізми, що можуть нашкодити при використанні цієї води в різних галузях, як промислових так і господарських, особливо в якості питної води. В якості знезаражувального реагенту в запропонованій технологічній схемі використовується діоксид хлору, який має дуже велику кількість переваг як в ефективності так і зручності в роботі з ним. Перевагою діоксиду хлору вважається те, що він не вивільнює активний хлор, що значно впливає на органолептичні показники води. Також за рахунок того, що не вивільнюється активний хлор – не утворюються хлорвмісні органічні сполуки, такі як, наприклад, тригалогенметани, що значно збільшує якість води на виході. Також сприяє окисленню марганцю та заліза, що також в рази покращує якість води і вирішує проблему існуючої на даний момент схеми.

Консервація води відбувається у резервуарі знезараження такими реагентами, як гіпохлорит натрію в присутності аміачної води. Оскільки діоксид хлору успішно справляється з поставленою задачею знезараження, то подібний метод був впроваджений для збільшення терміну збереження якості води на виході.

Зневоднення осаду – процес, в якому з осаду вилучають воду шляхом його подачі на фільтр-прес. Таким чином з осаду вичавлюється вода, а твердий залишок спресовується і потім відводиться на переробку або утилізацію. Вода, що була вилучена з осаду – скидається у каналізацію як фільтрат.

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД

3.1. Розрахунок басейну для зберігання коагулянтів

Спочатку визначаємо витрати реагентів протягом доби:

$$Q_{\text{к Al}_2(\text{SO}_4)_3} = \frac{Q * D_{\text{к}}}{10000 * P} = \frac{520000 * 32,5}{10000 * 50} = 33,8 \text{ т/добу}$$

$$Q_{\text{к Al}(\text{OH})_2\text{Cl}} = \frac{Q * D_{\text{к}}}{10000 * P} = \frac{520000 * 28,4}{10000 * 16} = 92,3 \text{ т/добу}$$

Далі проводимо розрахунок маси реагенту на місяць:

$$QT_{\text{к Al}_2(\text{SO}_4)_3} = Q_{\text{к Al}_2(\text{SO}_4)_3} * T = 33,8 * 30 = 1014 \text{ т}$$

$$QT_{\text{к Al}(\text{OH})_2\text{Cl}} = Q_{\text{к Al}(\text{OH})_2\text{Cl}} * T = 92,3 * 30 = 2769 \text{ т}$$

Де Т – період часу на який проводиться розрахунок, діб.

Об'єм басейну розраховується наступним чином:

$$W_{\text{к Al}_2(\text{SO}_4)_3} = QT_{\text{к Al}_2(\text{SO}_4)_3} * \omega = 1014 * 2,5 = 2535 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{к Al}(\text{OH})_2\text{Cl}} = QT_{\text{к Al}(\text{OH})_2\text{Cl}} * \omega = 2769 * 1 = 2769 \text{ м}^3$$

Де ω – питомий об'єм басейну, в якому розчиняється 1т коагулянту,

$$\omega = 1,9 - 2,5 \text{ м}^3/\text{т}.$$

3.2. Розрахунок басейну для зберігання незаражувального реагенту

Спочатку визначаємо витрати реагентів протягом доби:

Витрата реагенту на первинне незараження (ClO_2):

$$q_{\text{ClO}_2} = \frac{Q * D_{\text{х}}}{1000} = \frac{520000 * 0,5}{1000} = 260 \text{ кг/добу} = 0,26 \text{ т/добу}$$

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Витрата реагенту на вторинне знезараження (NaClO по Cl₂):

$$q_{NaClO} = \frac{Q * D_x}{1000} = \frac{520000 * 0,2}{1000} = 104 \text{ кг/добу} = 0,104 \text{ т/добу}$$

Витрата реагенту на вторинне знезараження (NH₃):

$$q_{NH_3} = \frac{Q * D_x}{1000} = \frac{520000 * 0,04}{1000} = 20,8 \text{ кг/добу} = 0,0208 \text{ т/добу}$$

Далі проводимо розрахунок маси реагенту на місяць:

Витрата реагенту на первинне знезараження (ClO₂):

$$qT_{ClO_2} = q_{ClO_2} * T = 0,26 * 30 = 7,8 \text{ т}$$

Витрата реагенту на вторинне знезараження (NaClO по Cl₂):

$$qT_{NaClO} = q_{NaClO} * T = 0,104 * 30 = 3,12 \text{ т}$$

Витрата реагенту на вторинне знезараження (NH₃):

$$qT_{NH_3} = q_{NH_3} * T = 0,0208 * 30 = 0,624 \text{ т}$$

Де Т – період часу на який проводиться розрахунок, діб.

Об'єм басейну розраховується наступним чином:

$$W_{ClO_2} = qT_{ClO_2} * \omega = 7,8 * 2,5 = 19,5 \text{ м}^3$$

$$W_{NaClO} = qT_{NaClO} * \omega = 3,12 * 2,5 = 7,8 \text{ м}^3$$

$$W_{NH_3} = qT_{NH_3} * \omega = 0,624 * 2,5 = 1,56 \text{ м}^3$$

Де ω – питомий об'єм басейну, в якому розчиняється 1т коагулянту,

$$\omega = 1,9 - 2,5 \text{ м}^3/\text{т}.$$

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

3.3. Розрахунок витратних баків коагулянту

При мокрому зберіганні коагулянтів, об'єм витратного баку визначається наступним чином:

$$W_{\text{в Al}_2(\text{SO}_4)_3} = \frac{q * D_{\text{к}} * t}{10000 * \beta * \rho} = \frac{21666,67 * 32,5 * 24}{10000 * 5 * 1,062} = 318,27 \text{ м}^3 = 320 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{в Al(OH)}_2\text{Cl}} = \frac{q * D_{\text{к}} * t}{10000 * \beta * \rho} = \frac{21666,67 * 28,4 * 24}{10000 * 5 * 1,052} = 280,76 \text{ м}^3 = 282 \text{ м}^3$$

Де q – витрата води, м³/год;

$D_{\text{к}}$ – доза коагулянту, мг/дм³;

t – час роботи станції, год;

β – концентрація речовини у витратному баці, %

ρ – густина розчину, т/м³.

Кількості витратних баків приймаємо по 4, то ж об'єм одного витратного баку для алюміній сульфату: 80 м³, для алюміній дигідроксохлориду: 70,5 м³.

3.4. Розрахунок витратних баків знезаражувальних реагентів

При мокрому зберіганні знезаражувальних реагентів, об'єм витратного баку визначається наступним чином:

$$W_{\text{в ClO}_2} = \frac{q * D_{\text{р}} * t}{10000 * \beta * \rho} = \frac{21666,67 * 5 * 24}{10000 * 9 * 1} = 29 \text{ м}^3 = 30 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{в NaClO}} = \frac{q * D_{\text{р}} * t}{10000 * \beta * \rho} = \frac{21666,67 * 2 * 24}{10000 * 5 * 1} = 20,8 \text{ м}^3 = 24 \text{ м}^3$$

Де q – витрата води, м³/год;

$D_{\text{к}}$ – доза коагулянту, мг/дм³;

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

t – час роботи станції, год;

β – концентрація речовини у витратному баці, %

ρ – густина розчину, т/м³.

Кількості витратних баків приймаємо по 4, то ж об'єм одного витратного баку для диоксиду хлору: 7,5 м³, для гіпохлориту натрію: 6 м³.

3.5. Розрахунок перегородчастого змішувача

Висоту приймаємо залежно від рівня води:

$$H = h + h_g = 0,5 + 4 = 4,5 \text{ м}$$

Де h_g – будівельний запас висоти, м;

h – висота шару води, м.

Ширина коридору розраховується з урахуванням витрати води та швидкості руху води в коридорі:

$$b = \frac{q}{3600 * N * V_k * h} = \frac{21667}{3600 * 4 * 0,5 * 4} = 0,75 \text{ м}$$

Де q – витрата води, м³/год;

N – число змішувачів;

V_k – швидкість руху води у коридорах, м/с.

Загальна ширина змішувача розраховується за формулою:

$$B = b * n = 0,75 * 10 = 7,5 \text{ м}$$

Де n – число коридорів.

Площу дзеркала води розраховують, виходячи з об'єму води та рівня води у змішувачі:

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = \frac{W}{h} = \frac{180,56}{4} = 45,14 \text{ м}^2 = 48 \text{ м}^2$$

Об'єм води у змішувачі визначають за формулою:

$$W = \frac{q * t}{60 * N} = \frac{21666,67 * 2}{60 * 4} = 180,56 \text{ м}^3$$

Де t – час перебування води у змішувачі, хв.

Загальну довжину змішувача визначають через площу дзеркала:

$$L = \frac{F}{B} = \frac{46}{7,5} = 6,4 \text{ м}$$

Гідравлічний опір:

$$h' = n * \left(\lambda * \frac{V_B^2}{2 * g} \right) + h_T = 10 * \left(2,9 * \frac{0,5^2}{2 * 9,81} \right) + 0 = 0,37 \text{ м}$$

Де h_T – гідравлічний опір, що виникає при терті води в коридорах, м;

λ – коефіцієнт гідравлічного опору (за незначного тертя приймають як 2,9).

g – прискорення вільного падіння, м/с².

3.6. Розрахунок камери пластівцеутворення

Площа перерізу патрубків:

$$f_{\text{вх}} = \frac{q}{3600 * V_{\text{вх}} * N_k} = \frac{21666,67}{3600 * 1 * 72} = 0,085 \text{ м}^2$$

Де q – витрата води, м³/год;

$V_{\text{вх}}$ – швидкість руху води у вхідному отворі, м/с;

N_k – кількість камер пластівцеутворення.

Діаметр вхідного отвору:

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$d = 2 * \sqrt{\frac{f_{\text{ВХ}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,085}{3,14}} = 0,16 \text{ м}$$

Площа перерізу верхньої частини змішувача:

$$F = \frac{q}{3600 * V_{\text{в}} * N_{\text{к}}} = \frac{21666,67}{3600 * 0,005 * 72} = 16,72 \text{ м}^2$$

Де $V_{\text{в}}$ – швидкість підйому води у верхній частині, м/с.

Ширину верхньої частини камери приймаємо $B = 3,5 \text{ м}$.

Довжина камери:

$$L = \frac{F}{B} = \frac{16,72}{3,5} = 4,78 \text{ м}$$

Висота нижньої частини:

$$h_{\text{н.ч.}} = \frac{L - d}{2} * \text{ctg} \left(\frac{\alpha}{2} \right) = \frac{4,78 - 0,16}{2} * \text{ctg} \left(\frac{60}{2} \right) = 4 \text{ м}$$

Де α – кут нахилу між стінками, градуси.

3.7. Розрахунок горизонтальних відстійників

Визначаємо площу зони відстоювання горизонтального відстійника:

$$F = \frac{q * \alpha}{3,6 * U_0} = \frac{21666,67 * 1,3}{3,6 * 0,4} = 19561 \text{ м}^2$$

Де q – загальна витрата води, м³/год;

α – коефіцієнт, що враховує зниження ефективності відстоювання за рахунок вертикальної турбулентної складової руху;

U_0 – швидкість випадання змуленого осаду, мм/с. Обираємо з табл.3.1.

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Таблиця 3.1 – Валив характеристик води на швидкість випадання осаду

Характеристика води, метод обробки	Швидкість випадання змуленого осаду
1	2
Вода з низьким рівнем каламутності, що оброблюється коагулянтном (до 50 мг/дм ³)	0,35 – 0,45 ¹
Вода з середнім рівнем каламутності, що оброблюється коагулянтном (50 – 250 мг/дм ³)	0,45 – 0,5
Вода з високим рівнем каламутності, що оброблюється коагулянтном (250 – 1500 мг/дм ³)	0,5 – 0,6
Вода з високим рівнем каламутності, що оброблюється флокулянтном (250 – 1500 мг/дм ³)	0,2 – 0,3
Вода з високим рівнем каламутності, що не оброблюється реагентами (250 – 1500 мг/дм ³)	0,08 – 0,15

¹ – для питної води приймається менше значення

Довжина зони відстоювання горизонтального відстійника:

$$L = H_v * \frac{V}{U_0} = 5 * \frac{5}{0,4} = 62,5 \text{ м}$$

Де H_v – глибина зони відстоювання (іншими словами – висота шару води у відстійнику), м;

V – швидкість руху води у відстійнику, мм/с.

Кількість відстійників задаємо 72 шт, тоді ширина відстійників становить:

$$B = \frac{F}{N * L} = \frac{19561}{72 * 62,5} = 3,5 \text{ м}$$

Далі розраховуємо об'єм зони накопичення осаду:

$$W = \frac{q * t * (C - m)}{\delta} = \frac{21666,67 * 24 * (52,86 - 10)}{15000} = 1486 \text{ м}^3$$

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Де q – загальна витрата води, м³/год;

t – час накопичення осаду, год;

C – концентрація завислих речовин у воді, що надходить у відстійник, г/м³;

m – концентрація завислих речовин у воді, що виходить з відстійника, г/м³;

δ – концентрація твердої фази в осаді, г/м³.

Визначаємо висоту зони накопичення осаду одного відстійника:

$$H_{oc} = \frac{W}{\frac{F}{N} * N} = \frac{1486}{\frac{19561}{72} * 72} = 0,076 \text{ м}$$

Загальна висота відстійника становить:

$$H = H_b + H_{oc} + 0,3 = 5 + 0,076 + 0,3 = 5,38 \text{ м}$$

Де 0,3 – будівельний запас висоти, м.

Довжина жолоби для збирання води розраховується наступним чином:

$$L_{ж} = \frac{2}{3} * L = \frac{2}{3} * 62,5 = 41,7 \text{ м}$$

Витрата води в одному жолобі:

$$q_1 = \frac{q}{N * n_{ж}} = \frac{21666,67}{72 * 1} = 301 \text{ м}^3$$

Де $n_{ж}$ – кількість жолобів в одному відстійнику.

3.8. Розрахунок швидких фільтрів

Загальна площа фільтрування:

$$F = \frac{Q}{T * v_H - n * 3,6 * \omega * t_1 - n * t_2 * v_H}$$

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Де Q – витрата води, м³/добу.

T – час роботи станції на добу, год;

v_н – швидкість фільтрування за нормального режиму, м/год;

ω – інтенсивність промивання фільтра, дм³/(с*м²);

t₁ – термін промивання, год;

n – кількість промивань кожного фільтра на добу за нормального режиму експлуатації;

t₂ – термін простою фільтра при водяному промиванні, год.

$$F = \frac{520000}{24 * 6 - 2 * 3,6 * 18 * 0,1 - 2 * 0,33 * 6} = 4091,91 \text{ м}^2$$

З площі фільтрування можна визначити кількість фільтрів, що беруть участь у фільтруванні:

$$N = \frac{\sqrt{F}}{2} = \frac{\sqrt{4091,91}}{2} = 31,98 \text{ шт.}$$

Кількість швидких фільтрів приймаємо N = 36 шт.

Площа одного фільтру складає:

$$F_1 = \frac{F}{36} = \frac{4091,91}{36} = 113,67 \text{ м}^2 = 114 \text{ м}^2$$

Розраховуємо швидкість фільтрування за форсованого режиму для перевірки правильності розрахунків та обраних характеристик фільтру:

$$V_{\phi} = \frac{N}{N - N_1} * V_n = \frac{36}{36 - 2} * 6 = 6,35 \text{ м/с}$$

Де N – кількість фільтрів;

N₁ – кількість фільтрів, що відключаються на ремонт;

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

V_n – швидкість фільтрування за нормального режиму, м/с.

Розрахунок загальної висоти фільтру:

$$H = H_{п.з.} + H_{ф.з.} + H_v + H_d + h_6 = 0,7 + 1,5 + 2 + 0 + 0,3 = 4,5 \text{ м}$$

Де $H_{п.з.}$ – висота шару завантаження, м;

$H_{ф.з.}$ – висота фільтруючого завантаження;

H_v – висота шару води, м;

H_d – додатковий рівень води, що з'являється при відключенні фільтрів на промивку та враховується за кількості фільтрів $N < 6$, м

h_6 – будівельний запас висоти фільтру, м.

Дренажну систему використовують у фільтрах, в яких наявне підтримуюче завантаження. Визначаємо витрату води при промивці (у колекторв):

$$q_k = F_1 * \omega * 10^{-3} = 114 * 18 * 10^{-3} = 2,05 \text{ м}^3/\text{с}$$

Де F_1 – площа фільтру, м^2 ;

ω – інтенсивність промивки, $\text{дм}^3/\text{с} * \text{м}^2$.

Далі розраховуємо площу перерізу колектора:

$$f_k = \frac{q_k}{V_k} = \frac{2,05}{1} = 2,05 \text{ м}^2$$

Де V_k – швидкість води в колекторі при промиванні фільтрів, м/с.

Діаметр колектора розраховується за формулою:

$$d_k = 2 * \sqrt{\frac{f_k}{\pi}} = 2 * \sqrt{\frac{2,05}{3,14}} = 1,62 \text{ м}$$

Визначаємо витрату води у відгалуженнях:

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_B = \frac{q_K}{n} = \frac{2,05}{32} = 0,064 \text{ м}^3/\text{с}$$

Де n – кількість відгалужень при двосторонньому розміщенні відгалужень.

Визначаємо кількість відгалужень:

$$n = \frac{2 * B * 10^3}{l} = \frac{2 * 4 * 10^3}{250} = 32$$

Де B – загальна ширина фільтру, м;

l – відстань між відгалуженнями, мм.

Визначаємо площу перерізу відгалуження:

$$f_B = \frac{q_B}{V_B} = \frac{0,064}{1,6} = 0,04 \text{ м}^2$$

Де V_B – швидкість води у одному відгалуженні, м/с.

Діаметр відгалуження визначається за формулою:

$$d_K = 2 * \sqrt{\frac{f_B}{\pi}} = 2 * \sqrt{\frac{0,04}{3,14}} = 0,23 \text{ м}$$

Ширину фільтру приймаємо B = 4 м.

Довжина фільтру становить:

$$L = \frac{F_1}{B} = \frac{114}{4} = 28,5 \text{ м}$$

3.9. Розрахунок вугільного фільтру

Загальна площа фільтрування:

$$F = \frac{Q}{T * v_H - n * 3,6 * \omega * t_1 - n * t_2 * v_H}$$

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Де Q – витрата води, м³/добу.

T – час роботи станції на добу, год;

v_н – швидкість фільтрування за нормального режиму, м/год;

ω – інтенсивність промивання фільтра, дм³/(с*м²);

t₁ – термін промивання, год;

n – кількість промивань кожного фільтра на добу за нормального режиму експлуатації;

t₂ – термін простою фільтра при водяному промиванні, год.

$$F = \frac{520000}{24 * 6 - 2 * 3,6 * 18 * 0,1 - 2 * 0,33 * 6} = 4091,91 \text{ м}^2$$

З площі фільтрування можна визначити кількість фільтрів, що беруть участь у фільтруванні:

$$N = \frac{\sqrt{F}}{2} = \frac{\sqrt{4091,91}}{2} = 31,98 \text{ шт.}$$

Кількість швидких фільтрів приймаємо N = 36 шт.

Площа одного фільтру складає:

$$F_1 = \frac{F}{36} = \frac{4091,91}{36} = 113,67 \text{ м}^2 = 114 \text{ м}^2$$

Розраховуємо швидкість фільтрування за форсованого режиму для перевірки правильності розрахунків та обраних характеристик фільтру:

$$V_{\phi} = \frac{N}{N - N_1} * V_n = \frac{36}{36 - 2} * 6 = 6,35 \text{ м/с}$$

Де N – кількість фільтрів;

N₁ – кількість фільтрів, що відключаються на ремонт;

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

V_n – швидкість фільтрування за нормального режиму, м/с.

Розрахунок загальної висоти фільтру:

$$H = H_{п.з.} + H_{ф.з.} + H_v + H_d + h_6 = 0,7 + 1,5 + 2 + 0 + 0,3 = 4,5 \text{ м}$$

Де $H_{п.з.}$ – висота шару завантаження, м;

$H_{ф.з.}$ – висота фільтруючого завантаження;

H_v – висота шару води, м;

H_d – додатковий рівень води, що з'являється при відключенні фільтрів на промивку та враховується за кількості фільтрів $N < 6$, м

h_6 – будівельний запас висоти фільтру, м.

Ширину фільтру приймаємо $B = 4$ м.

Довжина фільтру становить:

$$L = \frac{F_1}{B} = \frac{114}{4} = 28,5 \text{ м}$$

3.10. Розрахунок шламоховища

Максимальний об'єм осаду, що надходить у шламосховище становить:

$$W_{ш.з.} = 2229 + 293 = 2522 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Об'єм шламосховища розраховуємо з урахуванням запасу об'єму в 30%:

$$W = W_{ш.з.} * 1,3 = 2522 * 1,3 = 3278,6 \text{ м}^3 = 3280 \text{ м}^3$$

Висоту шламосховища приймаємо $H = 5$ м.

Тоді площа перерізу шламосховища становить:

$$F = \frac{W}{H} = \frac{3280}{5} = 656 \text{ м}^2$$

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ширину шламосховища приймаємо $B = 20,5$ м.

Довжина шламосховища:

$$L = \frac{F}{B} = \frac{656}{20,5} = 32 \text{ м}$$

3.11. Вибір стрічкового фільтр-пресу

Обираємо стрічковий фільтр-прес Esmil.

Характеристики стрічкового фільтр-пресу Esmil наведені у табл.3.2.

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики стрічкових фільтр-пресів Esmil

Параметр	Значення
1	2
Продуктивність за сухою речовиною, кг/год	200 – 1100
Продуктивність за вихідним осадом, м ³ /год	5 – 50
Ширина стрічок, мм	600 – 2000
Потужність приводів, кВт	0,75 – 3,3
Маса, кг	2990 – 6600

Перевагами даного виду фільтр-пресів є те, що вони споживають маленьку кількість електроенергії, можливість безперервної роботи в автоматичному режимі, доволі низький рівень шуму та вібрацій та зручність експлуатації та обслуговування.

3.12. Розрахунок резервуару очищеної води для знезараження

Розрахунок об'єму резервуару починаємо з визначення часу перебування води у резервуарі. Час приймаємо $t = 1$ год, висоту резервуару приймаємо $H = 10$ м. Тоді площа резервуару:

$$F = \frac{q}{N * H} = \frac{21666,67}{2 * 10} = 1083,33 \text{ м}^2 = 1085 \text{ м}^2$$

Де q – витрата води, $\text{м}^3/\text{год}$.

N – кількість резервуарів.

Ширину резервуару приймаємо $B = 31$ м.

$$L = \frac{F}{B} = \frac{1085}{31} = 35 \text{ м}$$

3.13. Розрахунок резервуару чистої води

Розрахунок об'єму резервуару починаємо з визначення часу перебування води у резервуарі. Час приймаємо $t = 1$ год, висоту резервуару приймаємо $H = 10$ м. Тоді площа резервуару:

$$F = \frac{q}{N * H} = \frac{21666,67}{2 * 10} = 1083,33 \text{ м}^2 = 1085 \text{ м}^2$$

Де q – витрата води, $\text{м}^3/\text{год}$.

N – кількість резервуарів.

Ширину резервуару приймаємо $B = 31$ м.

$$L = \frac{F}{B} = \frac{1085}{31} = 35 \text{ м}$$

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

3.14. Вибір насосного обладнання

Насосна водопровідна станція першого підйому включає в себе дві насосні станції №1 та №2. Виробнича продуктивність НВС I-го підйому складає 499,2 тис. м³/добу, №2 – 1180,8 тис. м³/добу. НВС – I №1 має габаритні розміри 24 х 30 м. Насосні агрегати НДСВ – 4 шт. продуктивністю 5200 м³/год., напором 52 м. НВС – I №2 з габаритними розмірами 24 х 42 м із 4 насосними агрегатами 40В – 16М продуктивністю 12300 м³/год, напором 60м. НВС – II-го підйому має габаритні розміри 12 х 54 м.

Обладнання очисних споруд:

Насос 2Х-9Н-1-51 – кислотний відцентрований насос з продуктивністю 12,2 – 28,8 м³/год, висотою 14 – 20 м; частота обертання 2900 об/хв, потужність електродвигуна 4,5 кВт.

Насос Х8/18-Д-С-У4 – кислотний відцентрований насос з продуктивністю 8 м³/год, висотою 18 м, частотою обертання 2900 об/хв, потужністю електродвигуна 3 кВт.

Насос-дозатор серії «НД» 2500/10 – кислотний плунжерний насос з продуктивністю 2500 м³/год, тиск нагнітання 10 кгс/см², діапазон регулювання довжини плунжера від 0 до 60 мм, потужністю електродвигуна 4 кВт.

Водокільцевий насос РМК – 3 – продуктивність 11,5 м³/год, частотою обертання 960 об/хв, потужність електродвигуна 30 кВт.

Водокільцевий насос ГРМК – 3 – продуктивність 11,5 м³/год, частотою обертання 960 об/хв, потужність електродвигуна 45 кВт.

Насос «ENCORE» – насос з продуктивністю 53 та 106 дм³/год

Насос «МЕТА» – насос з продуктивністю 50-60 дм³/год.

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Насос НД 2,5 2500/10 Д14А – агрегат электронасосный плунжерный (дозующий), гранично-допустимый тиск 10 атм, продуктивність 2,5 м³/год, діапазон регулювання довжини плунжера 0 – 60 мм.

Насос НД 2,5 1000/10 Д14А – агрегат электронасосный плунжерный (дозующий), гранично-допустимый тиск 10 атм, продуктивність 1 м³/год, діапазон регулювання довжини плунжера 0 – 60 мм.

Насос «WARIO» – насос з продуктивністю 26,2 та 31,4 дм³/год.

Насос «LOWARDA» – насос з продуктивністю 20 – 30 дм³/год.

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

4.1. Розрахунок площі адміністративно-побутових приміщень

Таблиця 4.1 – Площа адміністративно-побутових приміщень для чоловіків

	Приміщення та обладнання	Розрахункова кількість працюючих	Норми на одиницю обладнання		Потрібно	
			Людей	М²	Одиниць обладнання	М²
Побутові приміщення для чоловіків						
1	Гардеробні приміщення:					
	Для збереження вуличного та домашнього одягу, шафи;	12	1	1	12	12
	Для збереження робочого одягу, шафи.	12	1	1	12	12
2	Душові приміщення, душові сітки	6	3	5	2	10
3	Вмивальні приміщення, вмивальники	6	20	1,5	1	1,5
4	Вбиральні, унітази	6	15	4	1	4

Таблиця 4.2 – Площа адміністративно-побутових приміщень для жінок

	Приміщення та обладнання	Розрахункова кількість працюючих	Норми на одиницю обладнання		Потрібно	
			Людей	М²	Одиниць обладнання	М²
Побутові приміщення для жінок						
1	Гардеробні приміщення: Для збереження вуличного та домашнього одягу, шафи; Для збереження робочого одягу, шафи.	6	1	1	6	6
		6	1	1	6	6
2	Душові приміщення, душові сітки	3	3	5	1	5
3	Вмивальні приміщення, вмивальники	3	20	1,5	1	1,5
4	Вбиральні, унітази	3	15	4	1	4
Всього						62

Таблиця 4.3 – Площа адміністративних приміщень

Адміністративні приміщення						
1	Кабінет начальника цеху					12
2	Кімната майстрів					12
Всього						24
Всього						86

4.2. Об'ємно-планувальне вирішення будівлі

Оскільки обидва цехи по об'ємно-планувальним та конструктивним рішенням абсолютно однакові, тому наводимо опис тільки одного з них.

В рамках проекту, виходячи з наявних даних по реагентному господарству та очисним спорудам, було спроектовано одноповерховий промисловий цех 210 м у довжину та 108 м у ширину. 3 прогони по 36м, крок колон 6м з сіткою колон 36х6м. Висота будівлі становить по 10,8м. Крайні колони мають нульову прив'язку до поздовжніх осей. В промислову будівлю також вмонтовано 3 мостових крани (на кожний прогін) з вантажопідйомністю 30 т, чого більш ніж достатньо для потреб цеху. Край рельси мостового крану розташований на відмітці 8,150 м. Рельси розташовані на підкранових балках, які в свою чергу розташовані на консолях основних колон. За конструктивним типом цех можна назвати як газобетонну каркасну будівлю з опорами для плит покриття у вигляді залізобетонних ферм. На поперечних стінах було встановлено колони фахверку для підтримки стін і збільшення міцності конструкції. Враховуючи довжину будівлі було прийняте рішення про встановлення трьох деформаційних швів з прив'язкою колон 500 мм.

Площі адміністративно-побутових приміщень було спроектовано наступним чином: гардеробні по 36 м², душові по 12 м², вмивальні приміщення по 3 м², вбиральні по 4 м², кабінет начальника цеху та кімната майстрів по 14,4 м².

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Гардеробне приміщення для чоловіків обладнане 12 шафами для верхнього одягу та 12 шафами для робочого одягу та передбачені лавки для зручності перевдягання. Роздягальня містить в собі вхід у душове приміщення, яке обладнане 2 душовими кабінами. Гардеробне приміщення для жінок обладнане 6 шафами для верхнього одягу та 6 шафами для робочого одягу та передбачені лавки для зручності перевдягання. Роздягальня містить в собі вхід у душове приміщення, яке обладнане 2 душовими кабінами. Чоловіче та жіноче вмивальні приміщення обладнані по 1 умивальнику. Чоловіча та жіноча вбиральні обладнані по 1 унітазу. В кабінеті начальника цеху наявне широке вікно у цех, щоб постійно слідкувати за робочим процесом з кабінету.

4.3. Конструктивне вирішення будівлі

Було обрано збірні залізобетонні колони одноповерхових будівель для кранових будівель (рис.4.1) з розмірами 600х800 мм з однією консоллю на крайніх колонах і двома на колонах середнього ряду.

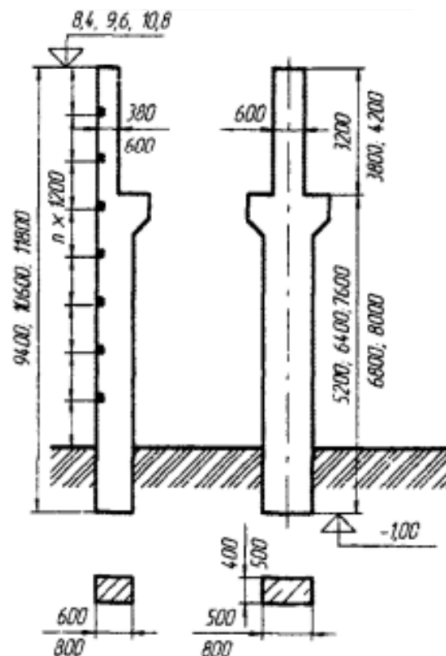


Рисунок 4.2 – Залізобетонні колони одноповерхових кранових промислових будівель

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Фундамент будівлі виконаний стаканного типу (рис.4.2) і встановлюється під кожною колоною, враховуючи колони фахверку. Для деформаційних швів виконується подовжений стаканний фундамент, на якому розташовуються обидві колони, а не тільки одна.

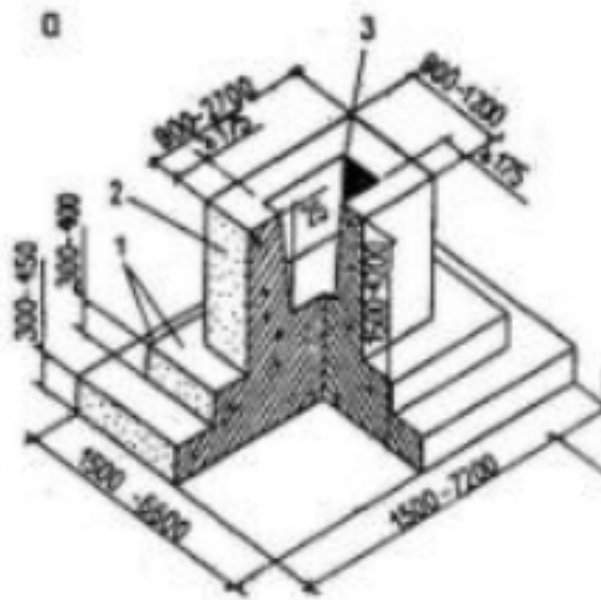


Рисунок 4.2 – Монолітний стаканний залізобетонний фундамент

Зверху на колонах розташована ставлева ферма для неутеплених покриттів (рис.4.3), що призначена для опорної функції плит покриття.

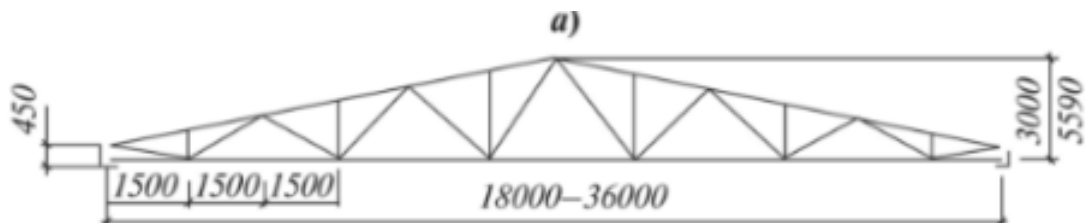
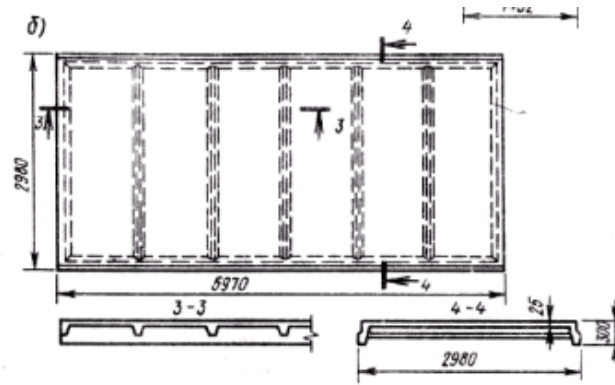


Рисунок 4.3 – Сталева трикутна ферма для неутеплених покриттів

Для покриття використовують ребристі плити (рис.4.4) з номінальними розмірами 3х6 м.



**Рисунок - Залізобетонні плити покриття
розмірами
1,5х6 м (а) і 3х6 м (б)**

Рисунок 4.4 – Залізобетонні плити покриття з номінальними розмірами 3х6
м

Для руху мостових кранів на консолях основних колон встановлюються підкранові балки (рис.4.5).

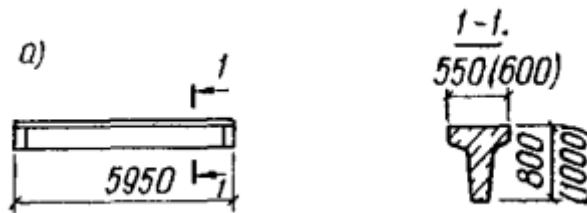


Рисунок 4.5 – Залізобетонні підкранові балки для кроку колон 6 м.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Необхідність у розробці даного розділу полягає у передбаченні усіх факторів, що потенційно можуть нашкодити здоров'ю або життю людини при роботі на станції. В нашій країні існує закон, який називається Закон України «Про охорону праці», в якому зазначені основні напрямки заходів, які необхідно вживати для створення безпечних умов роботи для людей на тих чи інших підприємствах.

Тема дипломного проєкту: «Розробка проєкту реконструкції Деснянської станції водопідготовки м. Києва». Згідно із Законом України «Про охорону праці» було визначено головні фактори, що впливатимуть на безпеку працівників та на які необхідно звернути увагу:

- Небезпека для коагулянтника цеху очисних водопровідних станцій;
- Небезпека для оператора хлораторної установки;
- Небезпека при транспортуванні, зберіганні та дозуванні аміачної води;
- Вибухопожежна та пожежна безпека.

Споруди розміщені у п'ятьох цехах: цех з основними очисними спорудами, в якому розташовані витратні баки реагентів, змішувачі, камери пластівцеутворення, відстійники (таких 2), цех з швидкими та вугільними фільтрами (таких 2) і цех з освітленням промивних вод, в яких розташовані камери пластівцеутворення, відстійники, шламосховище і стрічковий фільтр-прес.

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

5.1. Небезпека для коагулянтника цеху очисних водопровідних станцій

Коагулянти використовують для зниження рівня каламутності води, тобто видалення грубодисперсних, колоїдних та мінеральних домішок з води. Також, залежно від коагулянту можливе видалення органічних та мікробіологічних забруднень.

Коагулянти руйнують тканину при попаданні на одяг або взуття. При попаданні на відкриті ділянки шкіри дуже швидко знежирюють її, що призводить до пересушення шкіри та в подальшому утворення ран (шкіра тріскається). Попадання пилу на слизові оболонки призводить до сильного подразнення. В якості засобів індивідуального захисту використовують газопилозахисні респіратори.

Клас небезпеки алюміній сульфату – 3.

Клас небезпеки алюміній дигідроксохлориду – 3

Реагенти зберігаються в ємностях і герметичних упаковках в спеціально обладнаних приміщеннях.

5.2. Небезпека для оператора хлораторної установки

В даній технологічній схемі використовують 2 види хлорвмісних сполук: діоксид хлору та гіпохлорит натрію.

Діоксид хлору являє собою газ жовто-червоного кольору, який добре розчиняється у воді з утворенням жовто-зеленого розчину. Проявляє потужні бактерицидні властивості. Використовується за рахунок сильних окисних властивостей, що сприяє не тільки вилученню органічних речовин з води, а і залізовмісних за рахунок окиснення заліза.

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

За низьких концентрацій не є небезпечним, оскільки може вважатись профілактикою респіраторного інфекційного захворювання. Ємності, в яких зберігається диоксид хлору не виділяють високу кількість газу (тобто, рівень концентрації у повітрі стабільно нижче ГДК), чого не можна сказати про гіпохлорит натрію.

Гіпохлорит натрію використовують в рідкому або гранульованому вигляді. Сполука даного типу втрачає ефективність при тривалому зберіганні та стає потенційною небезпекою за рахунок того, що виділяється газоподібний хлор.

Хлор являє собою сильнодіючу отруйну речовину 2-го класу небезпеки. Використання цієї речовини відбувається в кількості, що перевищує критичні. В аварійній ситуації може бути зараження хлором як території очисної станції так і розташованих неподалік житлових будинків. Сама речовина не горюча, не вибухонебезпечна, проте підтримує горіння багатьох органічних речовин, утворює суміші з воднем, що є вибухонебезпечними при дії сонячного світла. Разова гранично-допустима концентрація в повітрі робочої зони становить 0,1 мг/м³. Найменша концентрація, яка викликає подразнення після декількох годин – 3 мг/м³, максимальна концентрація, яку людина може витримати 1 годину без серйозних ушкоджень – 12 мг/м³, мінімальна концентрація, що викликає кашель – 30 мг/м³, небезпечна концентрація, за перебування від 30 до 60 хв – 120-180 мг/м³, смертельна доза за декількох вдихів – 3000 мг/м³.

Глибоко поглинає в дихальні шляхи, що призводить до ураження легеневої тканини і в результаті призводить до їх набряку. При попаданні на шкіру утворює опік та обморожування.

Заходи першої допомоги потерпілим – вивести із приміщення, в якому відбувся витік газу, звільнитись від одягу для полегшення дихання, пересуватись якомога вище, оскільки хлор важчий за повітря і буде осідати внизу та надати медичну допомогу.

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Хлор поступає в цехи очисних водопровідних станцій по герметичних трубопроводах.

5.3. Небезпека при транспортуванні, зберіганні та дозуванні аміачної води

Водний аміак – розчин газоподібного аміаку у воді. Сам газ не має кольору, проте має доволі різкий запах та дуже добре розчиняється у воді. В суміші з киснем та повітрям стає вибухонебезпечним.

Пари аміаку шкідливо впливають на організм людини, що сприяє подразненню слизових оболонок за відносно невисоких концентрацій, проте при більших – запамороченню та задусі, якщо мова йде про закритий простір (наприклад, промислове приміщення). Гранично-допустима концентрація аміаку в повітрі робочої зони складає 20 мг/м³. Концентрація вище 0,35 мг/дм³ стає небезпечною для життя.

Аміачна вода має високу пружність парів при підвищенні температури, тому той газ, що виділяється під час зберігання має дуже високу концентрацію. Клас небезпеки такої речовини – 4. Серед засобів індивідуального захисту використовують фільтрувальні протигази марки КД.

5.4. Вибухопожежна та пожежна безпека

Категорія приміщень – «Д», клас зони – І, по санітарно-гігієнічним нормам – клас 2. Для забезпечення умов, що відповідають безпеці при роботі станції передбачені наступні заходи:

- робота відбувається тільки за повної справності електрообладнання;
- у разі виявлення неполадок в обладнанні або контрольно-вимірювальних приладів необхідно одразу доповісти інженеру і діяти згідно робочих інструкцій;

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

- забезпечення надійного контролю та дотримуватись норм технологічного процесу;
- забезпечення герметичності обладнання і комунікацій;
- приймання застережливих заходів проти механічних ударів та ударів електричним струмом;
- забезпечення безперебійної роботи вентиляції;
- допуск до роботи з обладнанням в т.д. відбувається тільки після проходження інструктажу з охорони праці та після перевірки знань нормативних документів;
- відігрівання обладнання має відбуватись тільки гарячою водою або паром.
-

5.5. Висновки по виконанню розділу охорони праці

В ході розробки розділу з охорони праці на Деснянській станції водопідготовки м. Києва було досліджено ряд небезпек, що можуть виникнути при роботі з реагентами, які використовуються на водоочисній станції. Найнебезпечнішими є хлор і аміак, оскільки це леткі речовини, що можуть наразити на небезпеку людину при простому зберіганні. Також використовуються коагулянти, що можуть нашкодити здоров'ю при прямому контакті з шкірою.

Для зменшення шкоди передбачається наявність інструкцій щодо використання реагентів та план дій у випадку аварійних ситуацій. Також має відбуватись постійний контроль за резервуарами зберігання та витратними баками для перевірки їхньої герметичності.

Працівники реагентного господарства мають допускатися до роботи тільки після проходження інструктажу з охорони праці та техніки безпеки і перевірки знань нормативних документів, оскільки з небезпечними речовинами мають працювати тільки кваліфіковані працівники, які розумітимуться на хімічних

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

процесах, що можуть відбуватись в резервуарах та на тому, як необхідно діяти у випадку, якщо щось виходить з ладу.

Також працівників реагентного господарства необхідно забезпечити усіма засобами індивідуального захисту під час роботи та на випадок аварійних випадків у повному обсязі з розрахунком на весь робочий персонал, а не тільки тієї кількості, що може перебувати на зміні.

Загалом забезпечення нормальної роботи з реагентним господарством є важливим фактором як для життя та здоров'я працівників так і для якості питної води, що в подальшому буде надходити одразу жителям міста.

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У ході розробки проєкту реконструкції було проведено детальний аналіз необхідної роботи, яку треба виконати для отримання бажаного результату. Таким чином було спроектовану робочу станцію підготовки питної води з продуктивністю 500 000 м³/добу.

За основу був взятий діючий проєкт «Підбір нової технологічної схеми очищення та знезараження води на Деснянській водопровідній станції, параметрів роботи та конструкцій очисних споруд». Проаналізувавши даний проєкт було прийняте рішення про розробку власного проєкту, в якому реалізуються всі необхідні процеси для отримання бажаної якості питної води.

В даному проєкті зазначені вирішення таких проблем, як: скид промивних вод у каналізацію як нераціональне використання води, зниження рівню перманганатної окиснювальності води, та вмісту іонів заліза і марганцю. Також проблемою був метод первинного знезараження води, в якому вивільнювався вільний хлор, що утворював з органічними речовинами хлорвмісні сполуки перед їхнім вилученням.

Для вирішення проблеми скидання промивних вод було запропоновано використати вже наявні ресурси Деснянської станції водопідготовки, встановивши окрему лінію освітлення промивних вод для можливості їхнього повторного використання, оскільки об'єм промивної води, що скидався у каналізацію складає 10-15% від усієї продуктивності станції.

Зміна знезаражувального реагенту сприяє не тільки відсутності хлорвмісних органічних сполук на виході а й зниженню рівню заліза та марганцю у воді за рахунок процесів окиснення. Встановлення вугільного фільтру також сприяє зниженню вмісту хлору у воді та перманганатної окиснювальності за рахунок сорбції органічних речовин на ньому.

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Після формування запропонованої технологічної схеми було проведено розрахунки матеріальних балансів для зимового та літнього періодів, оскільки в ці періоди використовуються різні види коагулянтів. Після розрахунків потоків води у матбалансі було проведено технологічні та гідравлічні розрахунки, де визначались основні параметри очисних споруд, їхні характеристики та основні показники, що можуть впливати на роботу станції, тобто, рівень води у споруді, швидкість руху води, втрата напору і т.д.

Далі при розробці будівельної частини було враховано розміри очисних споруд, що будуть розташовані, площі реагентного господарства та кількість людей, що працюватимуть в цеху. Враховуючи всі вищезазначені фактори було спроектовано 2 промислові будівлі з довжиною по 210 м і шириною 108 м, де можна розмістити всі необхідні очисні споруди та спроектувати адміністративно-побутові приміщення для працівників цеху.

Також для забезпечення виконання всіх норм при роботі на станції було розроблено розділ з охорони праці, де було розглянуто основні небезпеки при роботі в цеху та заходи по забезпеченню безпечної роботи працівників на Деснянській водопровідній станції.

Загалом можна зробити висновок, що запропонована технологія водопідготовки – за правильної експлуатації і нормованого використання реагентів, без порушення регламентів по утриманню осадів і промивкам фільтрів задовольняє усі вимоги до очищеної води.

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ТД ДК 021:2-15 – 73220000-0 Консультаційні послуги у сфері розробок (послуги з виконання науково-технічної розробки «Підбір нової технологічної схеми очищення та знезараження води на Деснянській водопровідній станції, параметрів роботи та конструкцій очисних споруд)

2. Державні санітарні норми і правила ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною».

3. Запольський А.К. Фізико-хімічна теорія очищення води коагулюванням сульфатом алюмінію / А.К. Запольський // Вода і водоочисні технології. – 2012. - №1. – С. 4-13.

4. Гомеля М.Д. Очисні споруди. Основи проектування: Навч. посіб. /М.Д. Гомеля, Т.В. Крисенко, І.М. Дейкун. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 176 с.

5. Ф11 Фізико-хімічні основи процесів очищення води: підручник / М.Д. Гомеля, Т.О. Шаблій, Я.В. Радовенчик. – Київ: Видавничий дім «Кондор», 2019. – 256 с.

6. Гомеля М.Д. Основи проектування очисних споруд.: Навчальний посібник / М.Д. Гомеля, В.М. Радовенчик, Т.О. Шаблій – К.: «Інфодрук», 2013 – 175 с.

7. Chlorine dioxide / Monograph. – Industrie Chimiche Cafiara, 1997.

					ДП ЛЦ01.00.002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75