

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент Чепіжний А.В.

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ
за першим бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Реконструкція системи електрифікації підприємства
ПВКП «Укрстандарт» з розробкою автоматизованої
системи очищення води»

Виконав

_____ (підпис)

Линник Р. Ю.
(прізвище, ініціали)

Група

ЕТЕС 2001

Керівник:

_____ (підпис)

Юрченко О. Ю.
(прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент _____ Чепіжний А.В.

(підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Линнику Родіону Юрійовичу

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема (бакалаврського) проекту: «Реконструкція системи електрифікації підприємства ПВКП «Укрстандарт» з розробкою автоматизованої системи очищення води»

керівник проекту: Юрченко Олександр Юрійович, старший викладач
затверджено наказом по університету від «___» _____ 2024 р. № _____

2. Термін подання здобувачем закінченого проекту «___» _____ 2024 р.

3. Вихідні дані до проекту Матеріали обстеження об'єкту, технічна література, нормативна документація, державні стандарти.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

Вступ.

1. Аналіз господарської діяльності ПВКП «Укрстандарт»

2. Технологічна частина

3. Розрахунок і вибір силового електрообладнання

4. Проектування автоматизації технологічних процесів

5. Проектування електричного освітлення

6. Проектування питань з охорони праці

7. Екологія

9. Техніко-економічні розрахунки та показники проекту

5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень)

1. Технологічна схема очищення води

2. Технологічне та силове обладнання ПВКП «Укрстандарт». Схема електрична розташування

3. Автоматизована система керування технологічним процесом. Схема електрична принципова.

4. Шафа керування автоматизованою системою керування технологічним процесом. Схема електрична з'єднань

5. Автоматизована система керування технологічним процесом. Схема електрична приєднування

6. Техніко-економічні показники проекту

6. Консультанти розділів проекту (з вказівкою розділів, що відносяться до проекту)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
Охорона праці		
Економічне обґрунтування		
Нормоконтроль		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційного проекту	Строк виконання етапів кваліфікаційного проекту	Примітки
1	Збір інформації про діяльність ПВКП «Укрстандарт»	05.09.2023 р. – 30.09.2023 р.	
2	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	02.10.2023 р. – 02.12.2023 р.	
3	Складання плану роботи	04.12.2023 р. – 09.12.2023 р.	
4	Написання вступу та розділу 1	11.12.2023 р. – 21.12.2023 р.	
4	Написання розділів 2 та 3. Підготовка листа 1 та 2 графічної частини.	05.02.2024 р. – 02.03.2024 р.	
5	Написання розділів 4, 5 та 6. Підготовка листів 3 та 4 графічної частини.	04.03.2024 р. – 06.04.2024 р.	
6	Написання розділів 7, 8 та 9. Підготовка листа 5 та 6 графічної частини.	08.04.2024 р. – 04.05.2024 р.	
8	Написання висновків	06.05.2024 р. – 11.05.2024 р.	
9	Подання проекту на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 13.05.2024 р.	
10	Подання проекту на рецензування	до 20.05.2024 р.	
11	Подання до попереднього захисту	до 27.05.2024 р.	

Здобувач вищої освіти

_____ (Линник Р.Ю.)
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційного проекту

_____ (Юрченко О. Ю.)
(підпис) (прізвище, ініціали)

№	Формат	Позначення	Найменування	К-ть лістів	Номер листа	Примітки
1	A4	КП.06.3.003.ПЗ	Реконструкція системи	109	4	
2			електрифікації підприємства			
3			ПВКП «Укрстандарт» з розробкою			
4			Автоматизованої системи			
5			очищення			
6			води			
7			Кваліфікаційний проект.			
8	A4	КП.6.03.004.Е1	Пояснювальна записка.			
9	A4	КП.6.03.004.Е7	Технологічна схема очищення води (схема структурна)	1	1	
10	A4	КП.6.03.004.Е3	Технологічне та силове обладнання ПВКП «Укрстандарт». Схема електрична розташування	1	2	
11	A4	КП.6.03.004.Е4	Автоматизована система керування технологічним процесом. Схема електрична принципова	1	3	
12	A4	КП.6.03.004.Е5	Шафа керування автоматизованою системою керування технологічним процесом. Схема електрична з'єднань	1	4	
13	A4	КП.6.03.004.Е6	Автоматизована система керування технологічним процесом. Схема електрична приєднування	1	5	
14	A4	КП.6.03.004.ТБ	Техніко-економічні показники проекту	1	6	
15						
16						
17						

					КП. 6.03.004.ТП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Линник			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Юрченко				4	109
Реценз.					СНАУ, 2024		
Н. Контр.		Рибенко					
Затверд.		Чепіжний					

Відомість проекту

Реферат

Реконструкція системи електрифікації підприємства ПВКП «Укрстандарт» з розробкою автоматизованої системи очищення води. Кваліфікаційний проект / Линник Родіон – Суми.: СНАУ, 2024 р. – 109 с.

В роботі запропоновано проект реконструкції системи електрифікації підприємства ПВКП «Укрстандарт» з розробкою автоматизованої системи очищення води

Проаналізовано автоматизацію технологічних процесів автоматизованої системи очищення води.

Представлені технологічні рішення є обґрунтованими.

Проаналізовано питання охорони праці та проведено техніко-економічне обґрунтування рішень.

Ключові слова: електрифікація, технологічне обладнання, силове електрообладнання, автоматизована система, очищення води.

Іл. 17

Табл. 4

Бібл. 20

					КП.6.03.004.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			
Розроб.	Линник				Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.	Юрченко					5	109
Н. Контр.	Рибенко				СНАУ, 2024		
Затв.	Чепіжний						

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПВКП «УКРСТАНДАРТ».....	9
1.1. Загальна характеристика об'єкту.....	9
1.2. Аналіз господарської діяльності об'єкту	12
1.3. Аналіз стану електрифікації	15
1.4. Висновки та пропозиції	18
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	19
2.1. Опис прийнятої технології виробництва	19
2.2. Опис виробничих приміщень та розташування технологічного обладнання.....	28
2.3. Складання паспортних даних стандартного технологічного обладнання	31
2.4. Складання технологічних вимог до проекту електрифікації та прийняття загального рішення по проекту.....	33
3. РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ	36
3.1. Вибір силового електрообладнання для стандартного технологічного обладнання.....	36
3.2. Перевірочний розрахунок потужності силового електрообладнання для стандартного технологічного обладнання з урахуванням режимів роботи по прийнятій технології.....	40
3.3. Розрахунок вентиляції та опалення, вибір вентиляторів, привідних електродвигунів, електрокалориферів та інших нагрівних пристроїв.....	44
3.4. Складання схеми струмів нашої електромережі.....	48

4. ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	51
4.1. Опис технологічного процесу та складання технологічних вимог до проекту автоматизації.....	51
4.2. Визначення об'єму параметрів, які підлягають контролю і автоматичному регулюванню, переліку дистанційно керованих електропристроїв, об'єму блоків та переліку сигналів, що входять до схеми автоматизації.....	61
4.3. Складання функційної схеми контролю і керування технологічним процесом.....	68
4.4. Складання принципової електричної схеми автоматичного керування і сигналізації.....	72
5. ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ.....	76
5.1. Вибір системи та виду освітлення	76
5.2. Вибір нормованої освітленості і коефіцієнту запасу.....	77
5.3. Вибір світильників.....	78
5.4. Визначення потужності ламп, вибір та розрахунок освітлювальної мережі.....	80
6. ПРОЕКТУВАННЯ ПИТАНЬ З ОХОРОНИ ПРАЦІ	86
7. ЕКОЛОГІЯ.....	93
8. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ТА ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ	97
ВИСНОВКИ.....	102
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	108

ВСТУП

Актуальність роботи. У сучасному світі підприємства активно працюють над вдосконаленням своїх технологічних процесів та забезпеченням сталого розвитку. Одним із ключових аспектів цього є реконструкція системи електрифікації, яка спрямована на підвищення продуктивності, енергоефективності та екологічної безпеки. У цьому контексті особливою вагомістю наділяється розробка та впровадження автоматизованих систем очищення води, оскільки забезпечення якості води має критичне значення для багатьох видів виробництва, а також для збереження природних ресурсів та охорони навколишнього середовища.

Наше дослідження спрямоване на вивчення можливостей оптимізації енергоспоживання та покращення ефективності очищення води на підприємстві ПВКП «УКРСТАНДАРТ». В нашій роботі будемо вирішувати конкретні завдання щодо підвищення технічних характеристик системи електрифікації, але й ставить перед собою амбітну мету зменшення впливу виробництва на довкілля через вдосконалення процесів очищення води та зменшення споживання енергії.

В цьому контексті наша робота включає в себе дослідження сучасних технологій у сфері електрифікації та водоочищення, розробку та впровадження інноваційних рішень, а також аналіз ефективності впроваджених заходів з точки зору економічної вигідності та соціальної відповідальності.

Предмет дослідження – реконструкція системи електрифікації підприємства ПВКП «УКРСТАНДАРТ» з розробкою автоматизованої системи очищення води.

Об’єкт дослідження – автоматизованої системи очищення води.

Мета дипломної роботи полягає у дослідженні реконструкції системи електрифікації підприємства ПВКП «УКРСТАНДАРТ» з розробкою автоматизованої системи очищення води.

1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПВКП «УКРСТАНДАРТ»

1.1. Загальна характеристика об'єкту

УКРСТАНДАРТ - це провідна компанія, що спеціалізується на наданні послуг з обслуговування та монтажу електрообладнання, насосів та компресорів. Ми забезпечуємо якісне обслуговування та монтаж обладнання для підприємств та приватних будинків. Заснована у 2003 році, приватне виробничо-комерційне підприємство «УКРСТАНДАРТ» має широкий спектр послуг, включаючи градування резервуарів, обслуговування промислових принтерів та маркувальників, впровадження та обслуговування систем енергоменеджменту, монтаж вентиляційного обладнання, складських систем та багато іншого.

ПВКП «УКРСТАНДАРТ» має всі необхідні ліцензії, дозволи та акредитації, а наші співробітники - це висококваліфіковані фахівці з багаторічним досвідом роботи, які постійно підвищують свою кваліфікацію та дотримуються всіх вимог щодо безпеки та якості робіт.

Штат ПВКП «УКРСТАНДАРТ» налічує понад 30 співробітників, які всі без виключення є досвідченими та висококваліфікованими фахівцями. Вони постійно підвищують свою кваліфікацію, мають необхідні сертифікати та посвідчення, а також володіють багаторічним досвідом у відповідних галузях. Наші співробітники строго дотримуються вимог щодо гігієни, охорони праці та виробничої практики.

Команда ПВКП «УКРСТАНДАРТ» складається з кваліфікованих спеціалістів, які забезпечують високу якість обслуговування та монтажу обладнання.

ПВКП Укрстандарт може надавати послуги з проектування, встановлення та обслуговування автоматичної системи контролю витрат усіх енергоресурсів EMS та автоматичної системи управління будівлею BMS.

ПВКП Укрстандарт може проводити аудит енергоефективності будівель, щоб виявити можливості для зменшення витрат на енергоресурси та поліпшення якості навколишнього середовища. Крім того, компанія пропонує послуги з

моніторингу та аналізу енергоспоживання будівель, що сприятиме більш ефективному використанню енергоресурсів та поліпшить екологічну безпеку.

Компанія ПВКП «УКРСТАНДАРТ» є лідером на ринку градування резервуарів в Україні.

Градування резервуарів є важливою складовою діяльності компанії ПВКП «УКРСТАНДАРТ». Ця процедура, що здійснюється нашою компанією, має значний вплив на ефективність та безпеку використання резервуарів різних об'ємів - від 1 м³ до 10 000 м³.

Передусім, важливо зрозуміти сутність градування резервуарів. Цей процес полягає у визначенні точного об'єму резервуара, тобто у створенні метричної шкали, що відображає вміст резервуара при різних рівнях наповнення. Він виконується з високою точністю та урахуванням вимог стандартів якості.

Охоплення широкого спектру об'ємів резервуарів, які підлягають градуванню, свідчить про широкі можливості та компетентність компанії «УКРСТАНДАРТ». Від невеликих резервуарів для домашнього використання до великих промислових об'єктів - наша компанія готова забезпечити необхідний рівень обслуговування та точності.

Незалежно від об'єму, градування резервуарів має велике значення для безпеки та ефективності їх використання. Точність вимірювання об'єму дозволяє ефективно контролювати запаси рідини або іншого речовини, що зберігається в резервуарі. Це важливо для планування виробничих процесів, забезпечення потреб споживачів та уникнення витрат на недостатньо або перевищено заповнені резервуари.

Крім того, градування резервуарів є ключовим елементом забезпечення відповідності всіх вимог стандартів та нормативних актів, пов'язаних зі зберіганням і переробкою рідини. Це дозволяє уникнути порушень та нещасних випадків, а також зберегти репутацію та довіру клієнтів.

Одним з ключових аспектів успішності ПВКП «УКРСТАНДАРТ» є використання передового програмного забезпечення для обробки даних. Це дозволяє йому не лише прискорити процес обробки і аналізу інформації, але й

забезпечити максимальну точність отриманих результатів. Швидкість обробки даних стає ключовою у виробничому середовищі, де кожна секунда рахується, і завдяки сучасному програмному забезпеченню ПВКП «УКРСТАНДАРТ» здатні досягати неймовірних результатів у рекордно короткі терміни.

Успіх ПВКП «УКРСТАНДАРТ» також побудований на досвіді та кваліфікації їхніх співробітників. Значний досвід у обслуговуванні промислових принтерів відомих брендів, таких як Markem, Videojet, Willet, Domino, Zebra та інших, грає ключову роль у забезпеченні високої якості послуг. Співробітники ПВКП «УКРСТАНДАРТ» володіють глибокими знаннями та експертизою у цій галузі, що дозволяє їм ефективно виконувати навіть найскладніші завдання.

У світі, де конкуренція надзвичайно велика, ПВКП «УКРСТАНДАРТ» стоїть попереду завдяки своєму підходу до використання сучасних технологій та неперевершеному досвіду своїх співробітників. Їхня здатність досягати максимальної точності та ефективності завдяки програмному забезпеченню встановлює нові стандарти у галузі та робить їх невід'ємною частиною сучасної промисловості.

Ефективний менеджмент в ПВКП «УКРСТАНДАРТ» також ґрунтується на високому рівні лідерства та спроможності керівництва мотивувати та надихати своїх співробітників. Лідери в компанії виявляють здатність до розуміння потреб та мотивацій свого персоналу, створюючи стимули для досягнення високих результатів. Це стимулює зростання продуктивності та підвищує рівень задоволеності співробітників від їхньої роботи.

Крім того, в ПВКП «УКРСТАНДАРТ» приділяється значна увага розвитку та навчанню персоналу. Компанія надає своїм співробітникам можливості для професійного зростання та розвитку навичок, що не лише збільшує їхню ефективність, але й сприяє інноваціям та впровадженню передових практик у діяльність компанії.

Навички управління людськими ресурсами в ПВКП «УКРСТАНДАРТ» є вирішальним елементом успіху. Ефективне використання талантів та ресурсів компанії, а також створення стимулюючого та сприятливого робочого середовища

дозволяють підтримувати високий рівень мотивації та продуктивності серед персоналу.

У підсумку, менеджмент в ПВКП «УКРСТАНДАРТ» відіграє визначальну роль у досягненні успіху та стабільного розвитку компанії. Чітка стратегія, високий рівень лідерства, навчання та розвиток персоналу — це лише деякі з ключових аспектів успішного управління, які дозволяють ПВКП «УКРСТАНДАРТ» залишатися на передових позиціях у своїй галузі.

1.2. Аналіз господарської діяльності об'єкту

ПВКП «УКРСТАНДАРТ» є сучасним підприємством яке використовує передові технології в обробці даних, що дозволяє отримувати максимально точні результати та зменшує час виконання робіт. Це дозволяє підприємству бути конкурентоспроможним на ринку та забезпечувати високу якість послуг для своїх клієнтів.

Існуючий успіх ПВКП «УКРСТАНДАРТ» відкриває можливості для подальшого розвитку та розширення на нові ринки. Залучення нових клієнтів та розширення спектру послуг може допомогти збільшити обсяги продажів та прибутковість підприємства.

Щоб залишатися конкурентоспроможним, ПВКП «УКРСТАНДАРТ» постійно вдосконалює свої процеси, використовує передові технології та реагувати на зміни в галузі

Вартість основних засобів на кінець звітного періоду 2021 року зменшилось з 44.10 тис. грн до 21.40 тис. грн. Це свідчить про продаж або списання деякої частини основних засобів.

Вартість запасів збільшилася з 1 691.40 тис. грн до 8 023.90 тис. грн. Це свідчить про збільшення обсягів виробництва або накопичення запасів для майбутніх потреб.

Вартість дебіторської заборгованості значно зменшилася з 14 801.00 тис. грн до 7 273.00 тис. грн. Це свідчить про зменшення обсягів кредитування покупців або покращення управління вимогами до клієнтів.

					КП.6.03.004.ПЗ	Арк.
						12

Вартість грошей та їх еквівалентів збільшилася з 796.00 тис. грн до 61.10 тис. грн. Це є результатом збільшення ліквідності підприємства або збільшення обсягів готівки на рахунках.

Провівши аналіз фінансових результатів за 2021 рік можемо зробити наступні висновки: чистий дохід за звітний період склав 19 385.60 тис. грн, що становить помітне зменшення порівняно з аналогічним періодом попереднього року, коли він склав 26 632.60 тис. грн. Все це свідчить про зниження обсягів продажу або зменшення цін на продукцію.

Собівартість продукції також зменшилася з 17 592.70 тис. грн до 25 547.30 тис. грн. Це є результатом зниження витрат на виробництво або оптимізації процесів.

Фінансовий результат до оподаткування зрослий і склав 732.70 тис. грн у порівнянні з 512.20 тис. грн в аналогічному періоді попереднього року. Все це свідчить про певне поліпшення фінансового стану підприємства.

Чистий прибуток також зрослий з 581.10 тис. грн до 411.60 тис. грн, а отже підприємство змогло збільшити свій чистий прибуток навіть при зменшенні чистого доходу від реалізації продукції.

В цілому, зниження чистого доходу від реалізації продукції може бути підставою для подальшого аналізу та визначення причин такого зменшення.

Однак, зрослий фінансовий результат до оподаткування та чистий прибуток свідчать про те, що підприємство зуміло ефективно управляти своїми ресурсами та збільшити свою прибутковість в цілому.

Звіт про фінансові результати за 2022 рік відображає такі основні показники:

У 2022 році чистий дохід від реалізації продукції склав 15 943.60 тис. грн, що є меншим, ніж у попередньому році (19 385.60 тис. грн). Це свідчить про зниження обсягів продажу або зменшення ціни на продукцію.

Собівартість реалізованої продукції також зменшилася з 15 646.60 тис. грн до 17 592.70 тис. грн. Це свідчить про зниження витрат на виробництво або оптимізацію процесів.

					КП.6.03.004.ПЗ	Арк.
						13

Фінансовий результат до оподаткування у 2022 році склав -2 091.80 тис. грн, що є негативним та суттєво гіршим, ніж у попередньому році (732.70 тис. грн). Це означає, що підприємство зазнало збитків протягом звітного року.

Чистий прибуток також є негативним і склав -2 091.80 тис. грн, що є значно гіршим, ніж у попередньому році (581.10 тис. грн). Це свідчить про те, що підприємство не змогло забезпечити позитивний фінансовий результат та зазнало значних збитків.

Загалом, аналіз фінансових результатів показує, що у 2022 році ПВКП «УКРСТАНДАРТ» зазнало серйозних фінансових труднощів, що призвели до значного зменшення прибутку та збитків підприємства. Це є наслідком різних факторів, таких як зниження попиту на продукцію, зростання собівартості або неефективне управління ресурсами. Для виходу з цієї ситуації необхідно провести додатковий аналіз та прийняти ефективні заходи для покращення фінансового стану підприємства.

Проаналізувавши фінансову звітність за 2023 рік можемо зробити наступні висновки:

У 2023 році чистий дохід від реалізації продукції склав значну суму 88 695.10 тис. грн, що порівняно з попереднім роком (15 943.60 тис. грн) є дуже великим зростанням. Це свідчить про значне збільшення обсягів продажу або підвищення цін на продукцію.

Собівартість реалізованої продукції також зросла до 85 365.50 тис. грн, порівняно з минулим роком (15 646.60 тис. грн). Це є наслідком збільшення виробничих витрат або змін у складі виробництва.

Фінансовий результат до оподаткування показав значний позитивний зміщення, становлячи 2 887.40 тис. грн проти попереднього року, коли він був негативним (-2 091.80 тис. грн). Це свідчить про ефективність фінансових дій та здатність підприємства до генерації прибутку.

Чистий прибуток у 2023 році становить 2 367.70 тис. грн, у порівнянні з втратою в попередньому році (-2 091.80 тис. грн). Це означає, що підприємство

здатне до генерації чистого прибутку та знаходиться на шляху до фінансової стабільності.

Отже, фінансові результати за 2023 рік свідчать про значне покращення фінансового стану підприємства. Зростання чистого доходу, фінансового результату до оподаткування та чистого прибутку свідчить про успішність стратегії підприємства та ефективне управління ресурсами.

1.3. Аналіз стану електрифікації

ПВКП «УКРСТАНДАРТ» є визнаною провідною компанією, що спеціалізується на наданні послуг з обслуговування та монтажу електрообладнання, насосів та компресорів. Її роль у галузі електротехніки та енергетики визначається як ключова завдяки високій якості наданих послуг та широкому спектру обслуговування.

Аналіз стану електрифікації ПВКП «УКРСТАНДАРТ» є ключовим етапом для оцінки ефективності його діяльності та ідентифікації можливостей для покращення. Електрифікація в даному контексті відноситься до системи електропостачання, яка забезпечує електроенергією виробничі процеси, обладнання та усі необхідні для них пристрої.

Ефективне використання електроенергії передбачає не лише належне функціонування систем електропостачання, але й впровадження енергоефективних технологій та методів раціонального використання ресурсів.

Одним з ключових аспектів аналізу є стан та якість електромережі. Наявність сучасного обладнання, яке відповідає вимогам безпеки та надійності, є критичною. Регулярна перевірка та обслуговування електричних мереж дозволяє підтримувати їх у належному стані та запобігати виникненню аварійних ситуацій.

Ураховуючи висоту приміщення цеху та вимогу до нормованої освітленості, рекомендовано наступне освітлення:

Зважаючи на потреби в освітленні на виробничих ділянках, надзвичайно важливо вибрати ефективні та надійні світильники. Прожекторний світильник Manta PL4L90VP ідеально підходить для цих цілей. Завдяки своїй потужності

42Вт він забезпечує достатнє освітлення для виробничих приміщень, що допомагає покращити безпеку та продуктивність роботи.

Манта PL4L90VP має кілька переваг, які роблять його привабливим вибором для виробничих областей. Його високоякісні LED-світильники забезпечують яскраве та рівномірне освітлення, що важливо для забезпечення безпечних умов праці. Крім того, він має довгий термін служби, що дозволяє зменшити витрати на обслуговування та заміну світильників у майбутньому.

Загалом, рекомендація використовувати прожекторний світильник Manta PL4L90VP з потужністю 42Вт на виробничих ділянках базується на його високій ефективності, надійності та здатності забезпечити оптимальне освітлення для робочих умов.

Освітлення в кімнаті відпочинку робочого персоналу та кабінеті начальника цеху має велике значення для створення комфортної та продуктивної атмосфери.

Світильник Ватра ДББ26У-12 з потужністю 13Вт є відмінним варіантом для цих приміщень. Завдяки своїй оптимальній потужності, цей світильник забезпечує достатнє, але приємне освітлення, що створює затишну атмосферу для відпочинку та роботи. Він розподіляє світло рівномірно, не створюючи неприємних тіней або блисків, що робить його ідеальним вибором для приміщень, де важливо забезпечити зручні умови роботи та відпочинку.

Крім того, світильник Ватра ДББ26У-12 має стильний та сучасний дизайн, який гармонійно впишеться в будь-який інтер'єр кімнати відпочинку або кабінету. Його надійна конструкція та довговічність забезпечують тривалий термін служби без необхідності в постійній заміні.

Отже доцільно використовувати світильник Ватра ДББ26У-12 з потужністю 13Вт для кімнати відпочинку робочого персоналу та кабінету начальника цеху ґрунтується на його ефективності, затишному освітленні та стильному дизайні, що сприятиме створенню комфортного робочого середовища.

Освітлення вентиляційного приміщення має важливе значення для забезпечення безпеки та ефективності його функціонування. Розглядаючи цільове

призначення цього приміщення, рекомендація використовувати прожекторний світильник MANTA PL4L120VP з потужністю 42Вт видається належним вибором.

Прожекторний світильник MANTA PL4L120VP відповідає вимогам ефективного освітлення вентиляційних приміщень. Завдяки потужності 42Вт він забезпечує достатнє та рівномірне освітлення, що є важливим для забезпечення безпеки та комфорту роботи персоналу, який може виконувати обслуговування та ремонт обладнання в цьому приміщенні.

Крім того, MANTA PL4L120VP відомий своєю високоякісною конструкцією та довговічністю, що робить його надійним рішенням для використання в умовах вентиляційного середовища. Його стійкість до вологи та пилу дозволяє ефективно працювати навіть в умовах збільшеної вологості чи забруднення.

Як результат рекомендація використовувати прожекторний світильник MANTA PL4L120VP з потужністю 42Вт для вентиляційного приміщення базується на його ефективності, надійності та здатності забезпечити безпечне та комфортне освітлення для робочих умов в цьому приміщенні.

Для коридорів, гардеробних та туалетів рекомендується використовувати світильник Ватра ДББ26У-12 з потужністю 13Вт.

Оскільки висота цехів ПМКП «УКРСТАНДАРТ» в середньому становить 9 метрів, а вибухонебезпечною зоною вважається радіус 5 метрів, можна використовувати світильники звичайного виду захисту, якщо розмістити їх на висоті більшій ніж 5 метрів від рівня робочої поверхні.

Використання сучасних та енергоефективних технологій дозволяє знизити споживання електроенергії та підвищити загальну ефективність виробничих процесів.

Впровадження систем автоматизації та дистанційного керування, що дозволяє ефективно контролювати та керувати роботою електричного обладнання з використанням сучасних технологій інформаційно-комунікаційних систем.

У цілому, аналіз стану електрифікації підприємства УКРСТАНДАРТ дозволяє нам ідентифікувати потенційні проблеми та ризики, а також визначити шляхи їх вирішення та покращення.

Правильно плануючи та реалізуючи заходи з підвищення ефективності системи електрифікації, компанія забезпечить стабільну та безпечну роботу свого обладнання та забезпечити високу якість наданих послуг.

1.4. Висновки та пропозиції

Аналіз господарської діяльності ПВКП «УКРСТАНДАРТ» підтверджує, що компанія є провідним у своїй галузі, спеціалізуючись на обслуговуванні та монтажі електрообладнання, насосів та компресорів. Її успіх базується на досвідчених та висококваліфікованих фахівцях, а також на управлінні, спрямованому на постійне вдосконалення та реагування на зміни в галузі. Компанія активно розвивається, використовує передові технології та надає широкий спектр послуг, що сприяє її конкурентоспроможності.

Щодо фінансової діяльності, аналіз показує певні труднощі у 2022 році, але значне покращення у 2023 році. Збільшення чистого доходу та фінансового результату до оподаткування свідчить про успішне впровадження стратегій компанією. Проте, потрібно продовжувати моніторити та аналізувати фінансові показники для підтримання стабільного розвитку.

Аналіз електрифікації показав потенційні можливості для поліпшення ефективності та безпеки роботи обладнання. Використання відповідних світильників, таких як прожекторний світильник MANTA PL4L90VP та світильник Ватра ДББ26У-12, відображає стратегічний підхід компанії до забезпечення найвищих стандартів безпеки та ефективності в своїй діяльності. Загалом, ПВКП «УКРСТАНДАРТ» продемонструвала свою здатність до успішного управління та розвитку в конкурентному середовищі. Покращення фінансових результатів та ініціативи щодо енергоефективності свідчать про потенціал компанії для подальшого зростання та успіху.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Опис прийнятої технології виробництва

Впровадження систем очищення води стає дедалі більш актуальною та важливою у сучасному світі, оскільки якість води з кожним роком зменшується. Автоматизація процесів очищення води надає можливість ефективного контролю за усіма етапами, дозволяючи відстежувати стан обладнання та забезпечувати дотримання необхідних стандартів і нормативів.

При розв'язанні інженерно-технічних завдань щодо створення автоматизованої системи очищення води для промислового підприємства необхідно враховувати кілька ключових етапів. Серед них - опис рішення відповідно до технічних умов, що визначають продуктивність системи, вимоги замовника щодо якості очищеної води та відповідність державним санітарним нормам і правилам.

Сучасна система автоматизації фільтрації води повинна мати ряд важливих характеристик, включаючи розподілену систему з можливістю розширення функціоналу, роботу як автономно, так і у складі багаторівневої системи управління подачі води.

На нижньому рівні автоматизації зазвичай розташовуються датчики технологічних параметрів, виконавчі механізми та прилади для вимірювання тиску. На середньому рівні розміщуються програмно-апаратні модулі управління вузлами та агрегатами фільтрації на базі програмованих логічних контролерів. Верхній рівень включає сервери введення/виведення.

Подача освітленої води на установку пом'якшення є важливим етапом у процесі обробки води на промисловому об'єкті. Для забезпечення цього процесу ефективно та безперебійно використовується насосна група Р-09, яка має важливе значення у системі очищення води. У даній групі використовуються два насоси, які підключені паралельно: один з них активно працює, а інший знаходиться в резерві. Ця подвійна система забезпечує надійність та безперебійність у подачі води на установку пом'якшення, навіть у випадку відмови одного з насосів.

Насоси функціонують у повній автоматичному режимі, що дозволяє їм підтримувати задану витрату води на рівні 85 м³ / год без постійного контролю оператора. Це спрощує процес управління та забезпечує стабільну роботу системи в умовах, коли потреби у воді можуть коливатися.

Одним з ключових аспектів роботи насосної групи Р-09 є забезпечення рівномірного навантаження на насоси. Щоб запобігти нерівномірному зношенню та забезпечити оптимальну ефективність, кожні 24 години резервний насос автоматично включається у робочий режим, забезпечуючи додатковий ресурс та зменшуючи навантаження на основний насос. Це стратегічне рішення сприяє підвищенню ефективності системи та продовжує термін експлуатації обладнання.

Отже, насосна група Р-09 відіграє ключову роль у системі подачі освітленої води на установку пом'якшення. Її надійна робота в автоматичному режимі та можливість регулювання параметрів забезпечують стабільну та ефективну роботу системи очищення води.

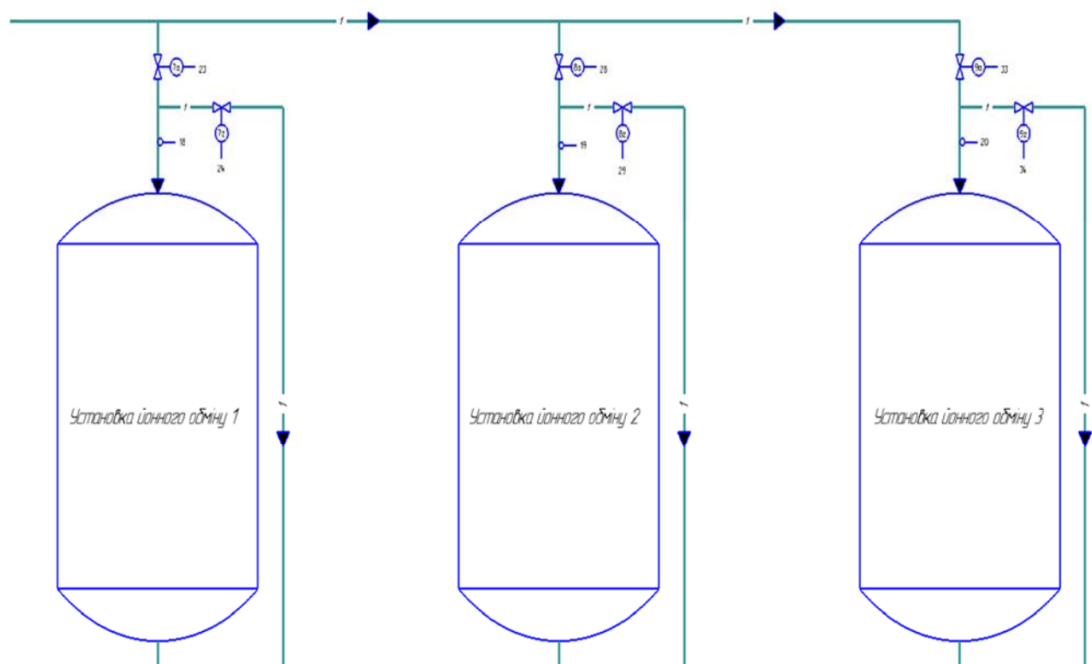


Рисунок 2.1 – Установка для іонного обміну S-11

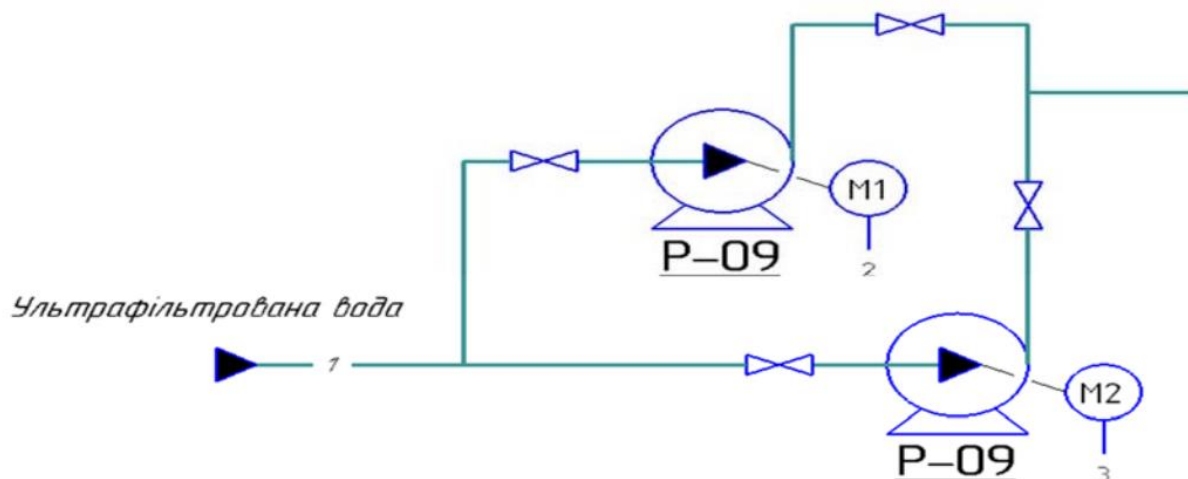


Рисунок 2.2 – Насосна група P-09

Вузол дозування бісульфіту натрію є важливою складовою частиною системи обробки води, оскільки забезпечує точне та ефективне додавання реагента у потік освітленої води. Цей процес має критичне значення для забезпечення якості води та контролю рівня вільного хлору, що є важливим параметром для забезпечення безпеки водопостачання.

Вузол дозування складається з ємності для реагенту та насоса-дозатора. Бісульфіт натрію, як реагент, вводиться в трубопровід освітленої води за допомогою мембранного насоса-дозатора. Цей процес дозволяє контролювати витрату реагенту пропорційно витраті води, забезпечуючи ефективне додавання реагенту без втрат та перевитрат.

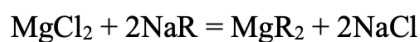
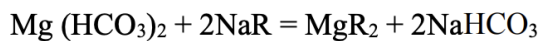
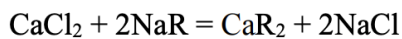
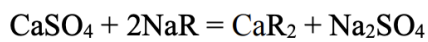
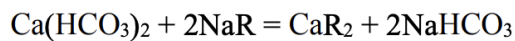
Попередньо розрахована витрата бісульфіту натрію при номінальному потоці становить 5 г/м^3 . Контроль за залишковою концентрацією вільного хлору здійснюється за допомогою аналізатора і не повинен перевищувати $0,05 \text{ мг/л}$, що є важливим для забезпечення безпеки та якості води.

У процесі обробки води методом іонного обміну відбувається видалення солей жорсткості та іонів нітратів. Для відновлення обмінної здатності іоніту після його виснаження його піддають регенерації. Цей процес передбачає проходження розчину кухонної солі через шар виснаженого іоніту. Під час регенерації іони натрію кухонної солі витісняють катіони кальцію і магнію з

виснаженого катіоніту, а також аніони нітратів з виснаженого аніоніту. Видалені іони переходять у розчини інших сполук, які потім видаляються з системи.

Отже, система дозування бісульфіту натрію та процес іонного обміну води є ключовими елементами системи очищення води, які забезпечують її якість та безпеку. Ефективне функціонування цих процесів необхідне для забезпечення надійного водопостачання та виключення ризику забруднення води небезпечними речовинами.

Основні рівняння для катіонного обміну на іоніти, що відносяться до кальцієвих та магнієвих солей жорсткості, є:



де R – поліаніон катіоніту.

Установка іонного обміну має три фільтри, які в собі містять сильнокислотний катіоніт і сильноосновний аніоніт. Два із зазначених фільтрів постійно знаходяться в експлуатації, тоді як третій фільтр знаходиться на етапі регенерації або у режимі резерву. Під час регенерації одного з активних фільтрів, резервний фільтр автоматично активується для продовження роботи.

Регенерація фільтрів відбувається згідно до кількості обробленої води, сигналів від датчика жорсткості або вказівок оператора. Після цього асмі фільтри промиваються за допомогою пом'якшеної води, а потім остаточно ущільнюються залишковим фільтратом після проходження через ультрафільтраційну установку. Смоли які потрібні для регенерації, піддаються впливу 8-10%-вого розчину натрій хлориду.

Процес приготування регенераційного розчину 8-10%-вого натрій хлориду автоматизований. 26%-вий насичений розчин готується з технічної солі у

спеціальному резервуарі. Під час регенерації, насичений розчин кухонної солі, з метою відокремлення домішок, фільтрується через сольовий фільтр. Потім відфільтрований 26%-вий розчин з заданою витратою направляється до контейнера для приготування робочого розчину кухонної солі. Кількість води, яка використовується для приготування робочого розчину, регулюється залежно від розходу насиченого розчину. Після змішування, отриманий 8-10%-вий розчин кухонної солі направляється до іоннообмінних установок для регенерації.

При виборі параметрів для регулювання спочатку визначають цільові завдання процесу, його взаємозв'язок з іншими процесами, показники ефективності та необхідний рівень, який потрібно підтримувати. Після цього проводиться аналіз можливості виникнення факторів, що можуть впливати на об'єкт управління. Визначаються методи для усунення або стабілізації цих впливів. Використання автоматичних засобів контролю та сигналізації дозволяє забезпечити необхідний рівень безпеки технологічного процесу. З опису технологічного процесу системи управління очищенням продукту визначаються наступні точки контролю, управління та сигналізації:

Забезпечення стабільної витрати ультрафільтрованої води на рівні 85 м³/год є важливим аспектом для ефективної роботи ділянки очищення води. Регулювання цієї витрати досягнемо шляхом зміни частоти обертання двигуна насоса за допомогою промислового частотного перетворювача. Завдяки цьому ми забезпечимо оптимальні умови для роботи даної ділянки, зберігаючи необхідну продуктивність та забезпечувати дуже високу якість очищення води.

З огляду на описаний технологічний процес, регулювання подачі пом'якшеної води на промивку та регенерацію іонообмінної установки відбувається з урахуванням відповідних параметрів. У режимі розпушування, регенерації та повільної промивки витрата води складає відповідно 40 м³/год, 13,4 м³/год і 20 м³/год. Це регулювання здійснюється шляхом зміни частоти обертання двигуна насоса за допомогою промислового частотного перетворювача, що дозволяє забезпечити потрібну кількість води в кожному з режимів, оптимізуючи ефективність процесу і забезпечуючи його безперебійну роботу.

Для контролю та регулювання потоку ультрафільтрованої води до установок може бути використана структурна схема, яка зображена на рисунку 2.3.

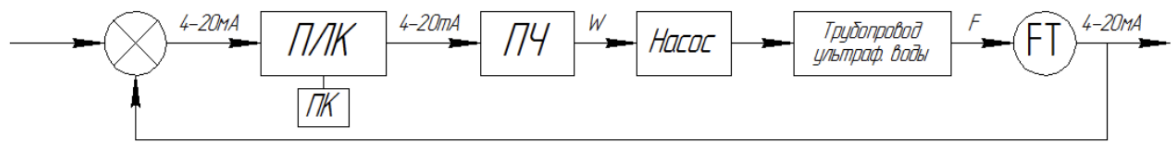


Рисунок 2.3 – Структурна схема контуру управління витратою води до установок

Як бачимо вимір витрати води (F) впливає на датчик вимірювання витрати (FT), що генерує аналоговий сигнал 4 ... 20 мА. Цей сигнал надсилається на елемент порівняння, де порівнюється з заданим значенням. Результат порівняння подається на програмований логічний контролер (ПЛК), який відповідає за регулювання системи. Після цього сигнал надходить на преобразувач частоти, який керує роботою насоса. Також, цей сигнал передається на блок перетворення інтерфейсів, що забезпечує зв'язок з комп'ютером. Програмований логічний контролер (ПЛК) виконує функції регулювання, відображення та реєстрації даних.

Управління рівнем води у ємності солерозчинники відіграє ключову роль у забезпеченні ефективності технологічного процесу. За допомогою аналізу технологічного процесу, можна виявити оптимальний метод контролю та регулювання рівня води у ємності солерозчинники.

Одним з ефективних методів контролю і управління рівнем води є використання структурної схеми, яка дозволяє автоматизувати цей процес і забезпечити його стабільність. Згідно з проведеним аналізом, було визначено, що використання такої структурної схеми є доцільним для досягнення поставлених цілей.

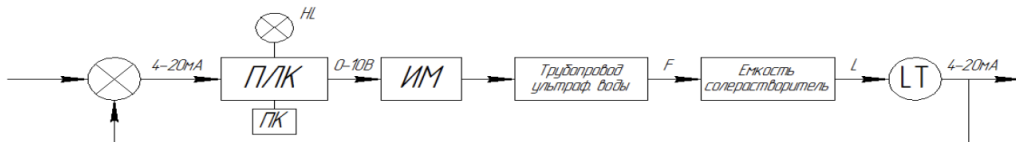


Рисунок 2.4 - Структурна схема контуру контролю а також регулювання самого рівня води у солерозчиннику

На рисунку 2.4 представлена структурна схема, яка дозволяє контролювати та регулювати рівень води в ємності солерозчинники. Ця схема включає в себе необхідні датчики, контрольно-вимірювальні пристрої, програмовані логічні контролери та інші компоненти, які забезпечують автоматичне керування процесом.

Використання такої структурної схеми дозволить забезпечити надійний контроль за рівнем води в ємності солерозчинники, уникнути перевитрати води або її недостатку, а також оптимізувати роботу всього технологічного процесу. Такий підхід сприятиме підвищенню продуктивності, зниженню витрат та покращенню якості продукції.

Отже, використання структурної схеми для контролю та управління рівнем води в ємності солерозчинники є важливим етапом у покращенні ефективності технологічного процесу і забезпеченні його безперебійної роботи.

За допомогою датчика вимірювання рівня води в ємності (LT) отримується важлива інформація про поточний рівень рідини. Аналоговий сигнал, що з нього надходить у діапазоні 4 до 20 мА, обробляється елементом порівняння. Результативний сигнал подається на програмований логічний контролер (ПЛК), який виконує низку функцій, включаючи регулювання процесу, відображення даних, їх реєстрацію та сигналізацію.

Отриманий дискретний сигнал (ДС) подається на світлодіод для візуального відображення статусу процесу. Крім того, керуючий сигнал (0 до 10 В) передається на регулюючий клапан, що дозволяє регулювати рівень води в ємності. Цей процес керується програмованим логічним контролером, який

забезпечує ефективне управління рівнем рідини з урахуванням вимог технологічного процесу.

У цілому, використання програмованого логічного контролера для контролю та управління рівнем води в ємності є дієвим підходом, що забезпечує надійність та точність вимірювань, а також ефективне управління процесом. Це дозволяє забезпечити стабільну роботу системи і зменшити ймовірність виникнення непередбачених ситуацій.

Аналіз технологічного процесу, вказує на необхідність контролю та регулювання рівня води в накопичувальній ємності. Для досягнення цієї мети може бути використана структурна схема, яка надається на рисунку 2.5.

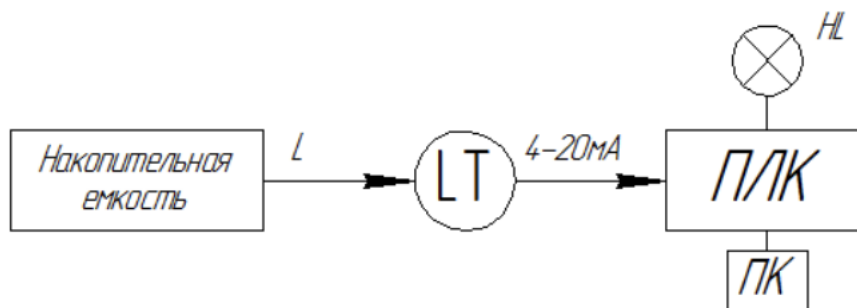


Рисунок 2.5 – Структурная схема контура контроля уровнем воды у накопичувальній ємності

Використання такої структурної схеми дозволяє ефективно контролювати рівень води в ємності і забезпечувати його стабільність у визначених межах. Це важливо для забезпечення безперебійної роботи технологічного процесу і підтримки оптимальних умов функціонування системи.

Отже, використання запропонованої структурної схеми є доцільним кроком у покращенні контролю та регулювання рівня води в накопичувальній ємності, що сприятиме підвищенню ефективності та надійності технологічного процесу.

З аналізу технологічного процесу випливає, що для контролю та регулювання рівня пом'якшеної води в накопичувальних ємностях ефективно може бути використана аналогічна структурна схема. Вимірюваний рівень води (L) в накопичувальній ємності впливає на датчик вимірювання рівня води (LT),

який генерує аналоговий сигнал у діапазоні 4-20 мА. Цей сигнал обробляється програмованим логічним контролером (ПЛК), який відповідає за подальше керування системою.

Програмований логічний контролер виконує різноманітні функції, включаючи передачу дискретних сигналів на світлодіод для візуального контролю, а також надсилання сигналу на блок перетворення інтерфейсів, який в свою чергу передає інформацію на комп'ютер для подальшої обробки і аналізу.

Отже, застосування такого контуру контролю та регулювання дозволяє ефективно виконувати моніторинг та управління рівнем пом'якшеної води у накопичувальних ємностях з використанням сучасних технологій автоматизації.

Для досягнення максимальної ефективності системи автоматизації необхідно ретельно розробити функціональну частину системи, виходячи з вимог основного підприємства. Пропонується ідея розподілу потоків та визначення основних етапів фільтрації, розробка схеми їх поєднання в єдину систему управління та встановлення необхідних сигналів для контролю.

Пропонується також модульна структура введення/виведення та використання функціональної схеми для логіки управління процесом фільтрації.

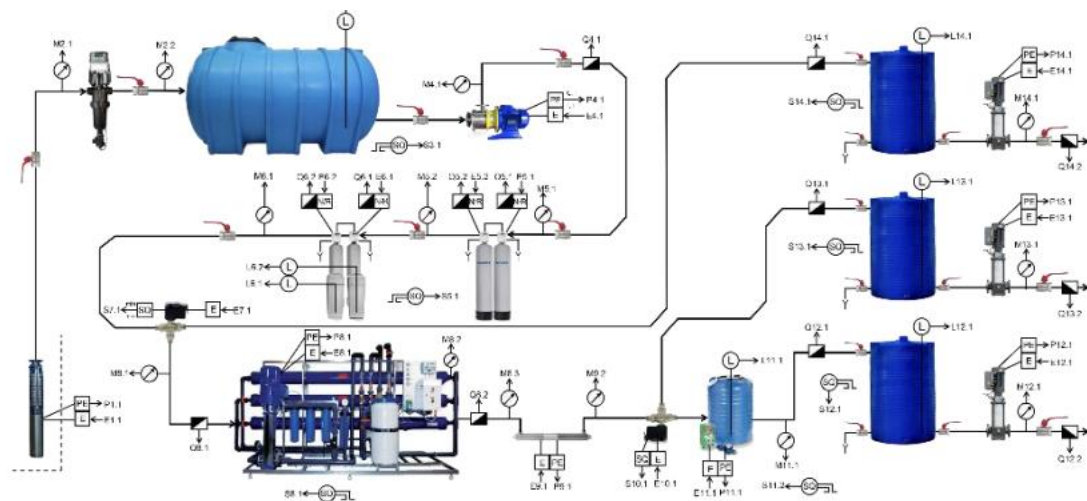


Рисунок 2.6 – Функціональна система

Розроблена система передбачає зручне та гнучке керування технологічним процесом повного очищення води, з можливістю налаштування параметрів для досягнення потрібної якості та обсягу очищеної води.

2.2. Опис виробничих приміщень та розташування технологічного обладнання

Виробниче приміщення для установки очищення води є ключовим елементом для забезпечення ефективної роботи системи. Основна мета цього приміщення - створити оптимальні умови для установки та обслуговування обладнання, що забезпечує очищення води.

Виробниче приміщення повинне має достатню площу для розміщення всіх компонентів системи очищення води, включаючи фільтри, насоси, резервуари для реагентів та інші необхідні пристрої. Розміри приміщення також повинні бути достатніми для комфортного руху працівників та обслуговування обладнання.

Наше приміщення має ефективну систему вентиляції для видалення можливих випарів та забруднень, що виникають під час процесу очищення води. Освітлення також має бути достатньою, щоб забезпечити безпечні та комфортні умови для працівників.

Приміщення обладнане системами безпеки, включаючи пожежні сповіщувачі, вуглекислотні датчики, системи виявлення витоків та інші заходи безпеки, щоб уникнути аварійних ситуацій та забезпечити безпеку персоналу.

Приміщення має зручний доступ для технічного обслуговування та ремонту обладнання. Це включає достатньо широкі двері, високі стелі та доступ до всіх необхідних комунікаційних систем.

В приміщенні для очищення води є належна інфраструктура, таку як системи електропостачання, водопостачання та водовідведення, щоб забезпечити неперервну роботу системи очищення води.

В цілому, виробниче приміщення добре обладнане, безпечне та зручне для ефективної роботи системи та забезпечення високої якості очищеної води.

Для того щоб виміряти тиск в трубопроводах нам слід використати наступні манометри:

а) Манометр ДМ 05160 (М), 0 ... 1 МПа. Застосовується для вимірювання надлишкового тиску рідин, газу і пари.

б) Манометр ОБМ-100, 0 ... 1 МПа. Манометр ОБМ-100 - застосовується для вимірювання надлишкового тиску води, газів, пари та інших неагресивних і не розчиняють мідь середовищ.

Порівнюючи технічні характеристики манометрів, можемо зробити висновок, що манометр МТ-3У-М є оптимальним серед розглянутих моделей та є з економічного погляду найбільш вигідним варіантом.

З огляду на те, що всі манометри мають клас точності 1,5 і призначені для вимірювання надлишкового та вакуумметричного тиску неагресивних рідин і газів, манометр МТ-3У-М видається оптимальним вибором.

Зазначений манометр відповідає необхідним технічним характеристикам і при цьому має найнижчу ціну, що робить його більш привабливим варіантом для використання у вимірювальних системах.



Рисунок 2.7 – Манометр МТ-3У-М 0...1 МПа.

Перетворювачі диференціального тиску ОВЕН ПД200-ДД призначені для вимірювання перепаду тиску або рівня рідини в судинах під тиском або витрати середовища на звужуючих пристроях в системах автоматичного регулювання та керування. Вони мають широкий спектр застосування і відповідають вимогам для вимірювання перепаду тиску на фільтрі розчину солі.

З іншого боку, датчик перепаду тиску Корунд-ДЦ-101 призначений для перетворення разностного тиску рідких та газоподібних агресивних середовищ. Хоча він також може здійснювати вимірювання перепаду тиску, його основне призначення спрямоване на інші види середовищ.

Отже, враховуючи основне призначення та технічні характеристики, перетворювачі диференціального тиску ОВЕН ПД200-ДД є більш підходящим варіантом для вимірювання перепаду тиску на фільтрі розчину солі.

Розташування технологічного обладнання для очищення води на виробництві є ключовим аспектом проектування та організації виробничого процесу. Ефективне розташування обладнання впливає на продуктивність, безпеку праці, якість продукції та загальну продуктивність виробництва.

Один із перших аспектів, який потрібно врахувати, це відповідність технічним вимогам та нормативам щодо очищення води. Обладнання повинно бути розміщене таким чином, щоб забезпечити оптимальний доступ для обслуговування та ремонту, а також зручний доступ для вантажування та розвантаження сировини та готової продукції.

Для ефективного очищення води можуть бути задіяні різні типи обладнання, такі як фільтри, насоси, реактори тощо. Розташування кожного типу обладнання потребує індивідуального підходу, з урахуванням функціональності та потреб обслуговування.

Крім того, важливо врахувати такі чинники, як ергономіка та безпека праці. Обладнання повинно бути розміщене таким чином, щоб забезпечити зручний доступ для персоналу, запобігти травматичним ситуаціям та мінімізувати ризики аварій.

Окрім того, важливо враховувати енергоефективність та екологічні аспекти. Розташування обладнання таким чином, щоб мінімізувати втрати енергії та забруднення навколишнього середовища, є ключовим завданням для сучасних виробництв.

Отже, розташування технологічного обладнання для очищення води на виробництві вимагає комплексного підходу, який враховує технічні, ергономічні, енергетичні та екологічні аспекти. Правильне розташування обладнання сприяє підвищенню продуктивності та якості виробництва, зменшенню витрат та ризиків, а також покращує умови праці персоналу.

2.3. Складання паспортних даних стандартного технологічного обладнання

Паспорт установки для іонного обміну S-11

Назва: Установка для іонного обміну S-11

Модель: S-11

Тип установки: Для іонного обміну

Призначення: Очищення води методом іонного обміну шляхом видалення солей жорсткості та іонів нітратів.

Характеристики:

Продуктивність: 10 м³/год

Матеріал корпусу: Нержавіюча сталь

Робочий тиск: 1-10 бар

Температурний режим: 5-40°C

Електроживлення: 220 В, 50 Гц

Особливості:

Складається з солюторного блоку, насосів, фільтрів, системи регенерації смоли.

Автоматичний контроль рівня солі і регенерації.

Можливість налаштування параметрів очищення з використанням програмного забезпечення.

Компактний дизайн і легка установка.

Використання: Водопостачальні системи, промислові установки, підприємства з обробки води.

Монтаж та експлуатація: Рекомендується монтаж та пуск в експлуатацію кваліфікованим персоналом. Регулярне технічне обслуговування та контроль параметрів установки забезпечують безперебійну роботу та максимальну ефективність.

Безпека: Перед використанням необхідно ознайомитися з інструкціями з техніки безпеки та правильного використання установки.

Гарантія: 12 місяців від дати встановлення, за умови дотримання правил експлуатації.

Додаткові матеріали: Інструкція з експлуатації, гарантійний талон, сертифікати якості.

Цей паспорт надає загальний огляд та характеристики установки для іонного обміну S-11 і може бути використаний як посібник для тих, хто планує встановити та використовувати цю установку.

Паспорт Насосної групи P-09

Назва: Насосна група P-09

Модель: P-09

Тип: Насосна група

Призначення: Подача освітленої води на установку пом'якшення.

Характеристики:

Кількість насосів: 2 (один робочий, один у резерві)

Продуктивність: 85 м³/год

Тиск: 1-10 бар

Живлення: Електричне, 380 В, 50 Гц

Матеріал корпусу: Нержавіюча сталь

Особливості:

Насосна група складається з двох паралельно підключених насосів.

Автоматичний режим роботи з можливістю перемикання між робочим та резервним насосом.

Забезпечує рівномірний розподіл навантаження на насоси.

Система автоматичного контролю та регулювання параметрів роботи.

Використання: Водопостачальні системи, промислові установки, системи з водопідготовки.

Монтаж та експлуатація: Рекомендується монтаж та пуск в експлуатацію кваліфікованим персоналом. Регулярне технічне обслуговування та контроль параметрів роботи забезпечують безперебійну роботу та максимальну ефективність.

Безпека: Перед використанням необхідно ознайомитися з інструкціями з техніки безпеки та правильного використання насосної групи.

Гарантія: 12 місяців від дати встановлення, за умови дотримання правил експлуатації.

Додаткові матеріали: Інструкція з експлуатації, гарантійний талон, сертифікати якості.

Цей паспорт надає загальний огляд та характеристики насосної групи Р-09 і може бути використаний як посібник для тих, хто планує встановити та використовувати цю насосну групу.

2.4. Складання технологічних вимог до проекту електрифікації та прийняття загального рішення по проекту.

На першому рівні електропостачання враховуються окремі електроприймачі, які працюють при напрузі 380/220 В. Це дозволяє враховувати специфіку роботи окремих приладів та обладнання на підприємстві.

Для розрахунку повних, активних і реактивних навантажень використовуються відповідні формули (2.1 – 2.3).

$$p_{p.1} = k_z \cdot p_{ном} \quad (2.1)$$

$$q_{p.1} = p_{p.1} \cdot \operatorname{tg}\varphi \quad (2.2)$$

$$s_{p.1} = \sqrt{p_{p.1}^2 + q_{p.1}^2} \quad (2.3)$$

Ці розрахунки дозволяють визначити потреби в електроенергії для задоволення вимог виробництва та експлуатації обладнання.

Якщо фактичні значення коефіцієнтів завантаження невідомі, то при проектуванні електропостачання можна прийняти цей коефіцієнт рівним 1. Це дозволяє уникнути неточностей у розрахунках та забезпечити достатню міцність системи електропостачання для покриття можливих потреб у електроенергії.

Струм, який розраховується для першого рівня, обчислюється за допомогою наступної формули:

$$I_{p.1} = \frac{S_{p.1}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} \quad (2.4)$$

Де $U_{ном}$ – номінальна напруга електромережі до 1 кВ.

Розрахункові повні, активні і реактивні навантаження визначимо:

$$p_{p.1} = 1 \cdot 7 = 7, \text{ кВт}$$

$$q_{p.1} = 7 \cdot 0,75 = 5,3, \text{ кВар}$$

$$s_{p.1} = \sqrt{7^2 + 5,3^2} = 8,8, \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

Розрахунковий струм для приміщення визначимо:

$$I_{p.1} = \frac{8,8}{\sqrt{3} \cdot 380} = 13,3, \text{ А}$$

Визначимо пусковий струм для приміщення:

$$I_{пуск} = 13,3 \cdot 5 = 66,5, \text{ А}$$

Визначення розрахункового силового навантаження на третьому рівні електропостачання здійснюється на основі електричного навантаження, яке присутнє на збірних шинах низької напруги цехових трансформаторних підстанцій або розподільчих пунктів мережі автоматизованого вузла керування. Аналогічно до другого рівня, особливістю є те, що не можлива одночасна робота всіх електроприймачів на максимальному навантаженні, що призводить до того, що сумарне навантаження буде меншим від суми їхніх номінальних потужностей. Ця ситуація характеризується коефіцієнтами розрахункових активних і реактивних навантажень відповідно.

Повне силове розрахункове електричне навантаження для нашого приміщення визначається за допомогою формули:

$$S_{p.3} = \sqrt{P_{p.3}^2 + Q_{p.3}^2}$$

Виходячи з цієї формули визначимо струм:

$$I_{p.3} = \frac{S_{p.3}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}$$

Розрахуємо повні, активні а також реактивні навантаження

$$P_{p.3} = 0,85 \cdot 259,9 = 220,9, \text{ кВт}$$

$$Q_{p.3} = 0,85 \cdot 238,3 = 202,5, \text{ кВАр}$$

$$S_{p.3} = \sqrt{220,9^2 + 202,5^2} = 299,7, \text{ кВ}\cdot\text{А}$$

Отже наш розрахунковий струм дорівнює

$$I_{p.3} = \frac{299,7}{\sqrt{3} \cdot 380} = 455,3, \text{ А}$$

Як результат на першому рівні електропостачання враховуються окремі електроприймачі, які працюють при напрузі 380/220 В. Це важливо для урахування специфіки роботи окремих приладів та обладнання на підприємстві.

Повне силове розрахункове електричне навантаження для приміщення визначається за відповідною формулою, де коефіцієнти розрахункових активних і реактивних навантажень відповідно.

У результаті проведених розрахунків визначили розрахунковий струм для електропостачання на кожному рівні, що є важливим етапом у проектуванні системи електропостачання та забезпеченні надійності її роботи.

3. РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

3.1. Вибір силового електрообладнання для стандартного технологічного обладнання

Вибір силового електрообладнання для стандартного технологічного обладнання включає кілька важливих етапів, які забезпечують ефективну та безпечну роботу всієї системи. Ці етапи включають:

1. *Аналіз вимог до навантаження.* Оцінка потужності, напруги та частоти, необхідних для правильного функціонування технологічного обладнання.
2. *Розрахунок запасу потужності.* Визначення додаткового запасу потужності для забезпечення стабільної роботи в умовах пікових навантажень та можливих перевантажень.
3. *Вибір типу електрообладнання.* Вибір конкретних моделей електродвигунів, трансформаторів, вимикачів та іншого обладнання, яке відповідає технічним характеристикам і експлуатаційним умовам.
4. *Врахування умов експлуатації.* Аналіз умов, в яких буде працювати обладнання, таких як температура, вологість, запиленість та інші фактори, що можуть вплинути на роботу електрообладнання.
5. *Відповідність стандартам і нормам.* Перевірка відповідності вибраного обладнання діючим стандартам і нормам безпеки, щоб забезпечити надійність і довговічність роботи системи.
6. *Монтаж та налаштування.* Професійний монтаж обладнання з урахуванням всіх технічних вимог та подальше налаштування для оптимальної роботи.
7. *Технічне обслуговування та діагностика.* Регулярне технічне обслуговування та діагностика стану електрообладнання для своєчасного виявлення та усунення можливих несправностей.

Таким чином, ретельний підхід до вибору силового електрообладнання забезпечує надійну та безперебійну роботу технологічного обладнання, мінімізуючи ризики аварій та простоїв.

Потужність електродвигуна вентилятора с запасом становить:

					КП.6.03.004.ПЗ	Арк.
						36

$$P_{уст} = K_3 L_\delta P / (3600 \cdot 102 \cdot \eta_v \cdot \eta_n \cdot \eta_{під}), \quad (3.1)$$

де K_3 - коефіцієнт запасу на пусковий момент (для електродвигунів потужністю до 2кВ, $K_3 = 1,2$);

K_3 - дійсна подача вентилятора,

$L_\delta = 3406 \text{ м}^3/\text{Г}$;

P - приведений тиск, $P = 41,2 \text{ кгс/м}^2$;

η_v - ккд вентилятора, $\eta_v = 0,7$;

η_n - ккд передачі, $\eta_n = 1$;

$\eta_{під}$ - ккд підшипників, $\eta_{під} = 0,98$.

Тоді:

$$P_{уст} = 1,2 \cdot 3406 \cdot 41,2 / (3600 \cdot 102 \cdot 0,7 \cdot 0,98) = 1,29 \text{ кВт}.$$

Електродвигун вентилятора функціонує в тривалому режимі згідно з вимогами ГОСТ 183-74. Він призначений для роботи з постійним навантаженням або навантаженням, що змінюється незначно. Це означає, що електродвигун здатен безперервно працювати протягом тривалого часу, витримуючи стабільні умови експлуатації та невеликі коливання в навантаженні без втрати продуктивності та надійності. Такий режим роботи забезпечує довготривалу експлуатацію вентилятора, підвищуючи його ефективність та зменшуючи потребу в технічному обслуговуванні.

Номінальну потужність обираємо за наступних умов:

$$P_{ном} \geq P_{уст} \quad (3.2)$$

Для нашого проекту обираємо електродвигун з потужністю 1,5 кВт. Живлення цього двигуна здійснюється трифазним змінним струмом з частотою 50 Гц. Частоту обертання двигуна визначаємо на основі технічних характеристик вентилятора, який повинен працювати в діапазоні від 930 до 1420 обертів на хвилину. Важливими критеріями вибору є високий коефіцієнт корисної дії (ККД) та косинус фі ($\cos \varphi$), що забезпечують енергоефективність, а також мінімальна собівартість, яка дозволить зменшити загальні витрати на експлуатацію системи.

Відповідно до стандарту ГОСТ 2479-79, обираємо електродвигун конструктивного виконання ІМ з певним ступенем монтажу. Оскільки до приводу вентилятора не висуваються спеціальні вимоги, вибираємо електродвигун з нормальною механічною характеристикою основного виконання АИР 80В4С1.

Перевіряємо двигун на відповідність умовам пуску при зниженій напрузі, враховуючи розкид параметрів електродвигуна. Час пуску визначаємо графоаналітичним методом, що дозволяє точно оцінити динамічні характеристики під час пуску. Додатково перевіряємо електродвигун на нагрівання під час пуску, щоб переконатися, що температура не перевищує допустимих меж, забезпечуючи таким чином надійну і безпечну роботу обладнання.

Механічна характеристика вентилятора була визначена розрахунковим шляхом за допомогою наступної формули:

$$M_c = M_0 + (M_{сн} - M_0) \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^x, \text{ Нм}; \quad (3.3)$$

де M_0 – момент зрушення, Нм

$M_{ст}$ – момент статичних опорів при номінальних швидкостях, Нм

ω – поточне значення кутової швидкості, Нм

$$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 1420 / 60 = 148,4 \text{ с}^{-1};$$

$$M_0 = 0,15 M_{ст}, \text{ Нм};$$

$$M_0 = 0,15 \cdot 8,6 = 1,22 \text{ Нм}.$$

Результати наших розрахунків занесемо до таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Розрахунок механічної характеристики вентилятора

$\omega, \text{с}^{-1}$	0	31,2	61,7	92,1	112,2	136,2	155
$M_c, \text{Нм}$	1,30	1,60	2,4	4,27	6,71	8,5	9,4

Момент інерції, приведений до вала електродвигуна, розраховується за наступною формулою

$$j_{пр} = j_{дв} + j_{зв}, \quad (3.4)$$

де $j_{дв}$ - момент інерції двигуна;

$$j_{дв} = 0,0033 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

$j_{зв}$ - момент інерції вентилятора, $j_{дв} = 0,009 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

$$j_{пр} = 0,0033 + 0,009 = 0,0123 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$j_{пр} = 0,123 \text{ Нм}^2.$$

Механічну характеристику двигуна визначаємо за допомогою наступної формули:

$$M = \frac{M_{кр} \cdot (2 + q)}{\left(\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S} \right) + q}, \text{ Нм}; \quad (3.5)$$

де $M_{кр}$ - максимальний момент двигуна;

$S_{кр}$ - критичне ковзання;

S - поточне значення ковзання;

$$M = M_{min}, \text{ Нм};$$

$$\omega = \omega_{min}, \text{ сек}^{-1}$$

$$S = 0,85$$

$$M = M_n, \text{ Нм};$$

$$\omega = \omega_n, \text{ сек}^{-1}$$

$$S = 1$$

За побудованою характеристикою визначаємо профіль, який відповідає зниженню напруги на затискачах електродвигуна (допускається зниження напруги на 5%). Такий підхід дозволяє зрозуміти, як система реагує на зміни напруги та визначити оптимальні умови роботи електродвигуна в межах заданих параметрів.

$$M' = M \cdot \left(\frac{U}{U_n} \right)^2, \text{ Нм}; \quad (3.6)$$

За цією механічною характеристикою ми будемо криву механічної характеристики двигуна, враховуючи розкид його параметрів відповідно до вимог ГОСТ 123-79. Допускається зниження механічної характеристики на 10% для моменту на тих самих та номінальних швидкостях обертання.

Цей підхід дозволяє нам врахувати можливі відхилення параметрів двигуна від нормальних значень, що забезпечує більш точний аналіз його робочих характеристик та дозволяє нам планувати оптимальні умови експлуатації.

Розрахунки виконуються у табличній формі, яка представлена в таблиці 1.3.

Таблиця 3.2 – Розрахунок механічних характеристик двигуна

$\omega, \text{с}^{-1}$	148	138	116,55	22,78	0
S	0	0,07	0,23	0,83	1
$M, \text{Нм}$	0	9,8	21,2	16,14	18,11
$M'_{\text{Нм}}$	0	8,7	18,78	13,75	15,25
$M''_{\text{Нм}}$	0	6,15	17,12	11,10	13,11

Динамічну характеристику отримуємо наступним чином:

де $M_{\text{дв}}$ – момент, що розвивається електродвигуном

$M_{\text{с}}$ – момент опору вентилятора.

При початковому русі рухомого об'єкта динамічний момент зазвичай не є сталою величиною, а змінюється протягом часу. Отже, для оцінки часу розгону зручно використовувати невеликий приріст швидкості, під час якого зміна динамічного моменту мінімальна і може бути приблизно вважена сталою. Цей приріст швидкості, позначений як $\Delta\omega$, визначає час, необхідний для досягнення середнього значення динамічного моменту, необхідного для збільшення швидкості на величину $\Delta\omega$. Такий підхід дозволяє уникнути складнощів, пов'язаних зі значними коливаннями динамічного моменту в початковий момент руху та врахувати його вплив на процес розгону.

Розрахуємо час пуску електродвигуна.

$$t_n = \Sigma \Delta t = 1,957 \text{ с.}$$

Нагрівання двигуна за час пуску можемо визначити за наступною формулою:

$$\theta = \theta_n + v_t \cdot t_n, \quad (3.7)$$

де θ_n - температура навколишнього середовища, $\theta_n = 20^\circ\text{C}$

v_t - швидкість зростання температури, $v_t = 5,9^\circ\text{C}/\text{с.}$

В результаті:

$$\theta = 20 + 5,6 \cdot 1,957 = 31,25^{\circ}\text{C}.$$

Під час запуску двигуна нагрівання є невеликим і залишається в межах допустимих параметрів.

3.2. Перевірочний розрахунок потужності силового електрообладнання для стандартного технологічного обладнання з урахуванням режимів роботи по прийнятій технології.

Ми вибираємо переріз струмопровідних та кабельних виробів з урахуванням допустимого рівня нагрівання та необхідної міцності для відповідної механічної навантаженості.

$$I_{т.доп} \geq I_{max.т.доп} \quad (3.8)$$

де $I_{т.доп}$ - тривало допустимий струм нагріву провідника, А;

$I_{max.т.доп}$ - максимально тривало допустимий струм нагріву провідника, А.

Проводиться розрахунок і вибір проводки для двигуна. Цей електродвигун функціонує при постійному навантаженні. Для розрахунків приймається, що максимальний робочий струм дорівнює його номінальному струму.

$$I_{max.т.доп} = I_{н.від} = \frac{P_{ном} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \eta \cdot \cos \varphi}; \quad (3.9)$$

$$I_{max.т.доп} = I_{н.від} = \frac{0,25 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,84 \cdot 0,83} = 0,51 \text{ А}.$$

Для провідників використовуємо кабель марки АПВ з алюмінієвими провідниками, який прокладений у сталевих трубах і захований в підлозі.

Переріз провідної жилки становить 2,5 мм². Проводку проводимо у сталевій трубі відповідно до стандарту ГОСТ 3262-75. Такий підхід забезпечує надійність і безпеку електричної мережі, особливо в умовах, коли проводи прокладаються відкритими або потай у підлозі.

Внутрішній діаметр труби визначаємо за наступною формулою:

$$D \geq 1,2 \cdot d, \quad (3.10)$$

де d - діаметр проводки, мм, для трижильного проводу АПВ діаметр складає $d = 9,0$ мм, тоді:

$$D = 1,2 \cdot 9,0 = 10,8 \text{ мм}$$

Ми використовуємо трубу з найближчим стандартним значенням внутрішнього діаметру - 15 мм, щоб забезпечити оптимальну сумісність з нашими потребами. Живлення для електричних приймачів постачається з головної розподільної шафи типу ПР8501-074-IP21УЗ, обладнаної автоматичними вимикачами ВА51Г31-340010020УЗ, а також розподільними шафами типу ПР8501-023-IP21УЗ з вимикачами ВА51-2534. Для запуску та захисту електродвигунів використовуються електромагнітні пускачі ПМЛ, оснащені кнопками керування.

Підключення переносних електричних приймачів передбачено через силові ящики із штепсельними роз'єднаннями і розетками типу РШ - 30, ШТ -10. Триполюсний вимикач вводу ВА51Г33-340010020УЗ має струм номіналу 160 А.

Розподільна мережа виконана за допомогою кабелю АВВГ, який прокладений через будівельні конструкції, із використанням проводу ПВ або АПВ в кабелі АВВГ 4х95.

3.3. Розрахунок вентиляції, опалення та інших пристроїв що забезпечують електропостачання приміщення

Для уникнення проникнення холодного повітря в ремонтну майстерню взимку при відкриванні вхідних воріт ми використовуємо систему з витягнутим повітрям, обладнану спеціальною перегородкою. Розміри цієї перегородки становлять 600x1000 мм.

Схемою автоматизації передбачено:

Перед запуском припливного вентилятора проводиться нагрівання перегородки за допомогою підключення нагрівальних елементів. Якщо є можливість, нагрівання носіїв тепла активується за 20 хвилин до відкриття перегородки, використовуючи комбіноване підключення нагрівальних елементів.

Під час запуску припливного вентилятора передбачено автоматичне прогрівання калорифера протягом 3 хвилин. Після цього утеплена перегородка відкривається, система автоматичного регулювання активується, а нагрівальні елементи перегородки вимикаються.

Для підтримки заданої температури повітря в припливному повітропроводі використовується регулювання теплового випромінювання калорифера за допомогою регуляторного клапана на трубопроводі зворотного теплоносія.

У випадку аварійного зупинення подачі теплоносія та температури повітря перед калорифером, яка опускається нижче нуля, припливний вентилятор автоматично зупиняється, утеплена перегородка закривається, а на панелі автоматизації виникає сигнал про аварійне відключення системи.

У схемі автоматизації також передбачено захист калорифера від замерзання у випадку, коли припливна система не працює.

При системі повітряного опалення, тепле повітря, що перевищує температуру внутрішнього повітря, надходить до приміщення для забезпечення теплового комфорту та компенсації тепловтрат. Ця система може бути централізованою, коли один агрегат нагріває повітря і подає його в кілька приміщень, або децентралізованою, коли окремі агрегати нагрівають і подають повітря в окремі зони.

Теплова потужність повітронагрівальної апаратури (позначена як Φ) залежить від обсягу повітря, яке подається в приміщення у змішану систему опалення.

$$\Phi = c \cdot (Q_{\text{пр}} \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{в}}) + Q_{\text{вн}} \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{в}})), \quad (3.11)$$

де c – питома ізобарна теплоємність повітря, приймається $c = 1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

$Q_{\text{пр}}$, $Q_{\text{вн}}$ - відповідно масові витрати циркуляційного і внутрішнього повітря, $\text{кг}/^\circ\text{C} \cdot \text{год}$;

$t_{\text{н}}$, $t_{\text{в}}$ - температури, відповідно зовнішнього і внутрішнього повітря, $^\circ\text{C}$.

Враховуючи теплові властивості виробничого приміщення ремонтної майстерні, що виражаються у питомій тепловій характеристиці (значення $q_{\text{от}}$ в діапазоні від 0,7 до 0,6 $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$), ми приймаємо значення $q_{\text{от}}$ рівним 0,6 $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$. Це дозволяє нам забезпечити ефективне використання тепла в приміщенні та оптимальне регулювання температури.

Виходячи з цієї теплової характеристики, ми розраховуємо обсяг повітря, який потрібно нагріти для забезпечення тепла в тепловій перегородці. Точне визначення цього обсягу дозволить нам ефективно керувати теплом і забезпечити комфортні умови в приміщенні.

$$V = \frac{P_{\text{дв}}}{q_{\text{от}} \cdot (T_{\text{max}} - T_{\text{min}})}, \quad (3.12)$$

$P_{\text{дв}}$ - потужність електродвигуна, кВт

T_{max} - температура в зоні теплової перегородки, $^\circ\text{C}$

T_{min} - мінімальна температура, $^\circ\text{C}$

$$V = \frac{1,8}{0,5 \cdot 30} = 0,11 \text{ м}^3.$$

Отже, розрахуємо теплову потужність повітряного нагріву:

$$\Phi = 1 \cdot (48 \cdot (50 - 20) + 38 \cdot (50 - 30)) = 4489 \text{ Вт.}$$

Ми використовуємо метод упорядкованих діаграм для розрахунку електричних навантажень. У цьому методі ефективна кількість електроприймачів визначається як кількість приладів з однаковою потужністю та робочим режимом, що мають те саме значення розрахункового максимуму, що й група споживачів з різними потужностями та режимами роботи.

Для розрахункових навантажень в електричних мережах ми вважаємо можливі навантаження тривалістю не менше 30 хвилин. Ефективна кількість струмоприймачів електроенергії визначається наступним чином:

$$n_e = \frac{n_i}{n}, \quad (3.13)$$

$$P = \frac{\sum P_{yi} \cdot n_i}{\sum P_{yi}}; \quad (3.14)$$

де n_i - кількість електроприймачів, потужність яких більше половини встановленої потужності самого потужного приміщення;

n - загальна кількість встановлених струмоприймачів;

$\sum P_{yi}$ - сума встановленої потужності електроприймачів, потужність яких більше половини потужності найпотужнішого приймача;

$\sum P_y$ - загальна сума встановлених потужностей електроприймачів.

Проведемо визначення потужності, яка подається на вхід в наше приміщення.

Для розрахунку цієї потужності ми використовуємо спеціальну формулу:

$$P_{роз} = K_{max} \cdot P_{ср.см} \quad (3.15)$$

де K_{max} - коефіцієнт максимуму

$P_{ср.см.}$ - середнє навантаження на максимально завантажену схему:

$$P_{ср.см} = K_v \cdot P_{уст} \quad (3.16)$$

де K_v - коефіцієнт використання потужності;

$P_{уст}$ - встановлена потужність, кВт.

Ми групуємо споживачів на категорії та окремі секції мережі.

$$S_{роз} = 269,658 / 0.68 = 409.38, \text{ кВА.}$$

Таблиця 3.3 - Розрахунок електричного навантаження на вводі в майстерню

Ввід	$P_{уст}, \text{кВт}$	$P_{н. \text{max}}, \text{кВт}$	$P_{см}, \text{кВт}$	K_m	K_{max}	$P_{роз}, \text{кВт}$	$S_{роз}$
	205,4	48	81,55	0,38	1,30	67,4	409,38

$$P_{ср.см} = 0,38 \cdot 205,4 = 78,05 \text{ кВт}$$

Електропостачання майстерні забезпечується з трансформаторної підстанції №1. Вхідна лінія розглядається як окремий споживач у системі. Ми використовуємо закриту трансформаторну підстанцію типу ЗТП-400-10/0,4 для цього об'єкту.

3.4. Складання схеми струмів нашої електромережі

На схемі основного приміщення, яка була відображена в листі «Силова мережа. Схема заміщення струмів», ми позначаємо місця розташування необхідного обладнання для проведення робіт. Ця практика дозволяє нам чітко визначити місця, де потрібно встановити апаратуру та з'єднати її з електричною мережею. Такий підхід спрощує організацію робочого простору та забезпечує ефективну роботу персоналу.

Розрахункова схема нашої електромережі (див. рис. 3.1) та схема заміщення струмів (див. рис. 3.2).

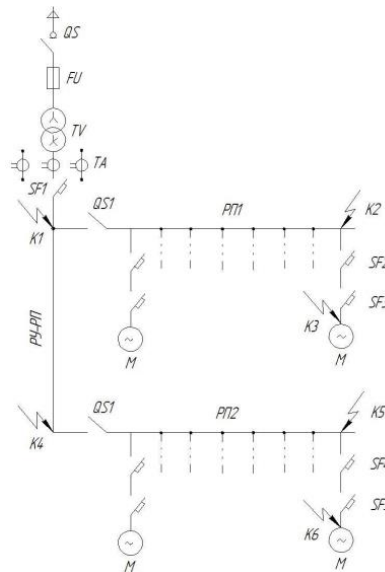


Рисунок 3.1 – Схема струмів к.з. розрахункова електромережі 0,4 кВ.

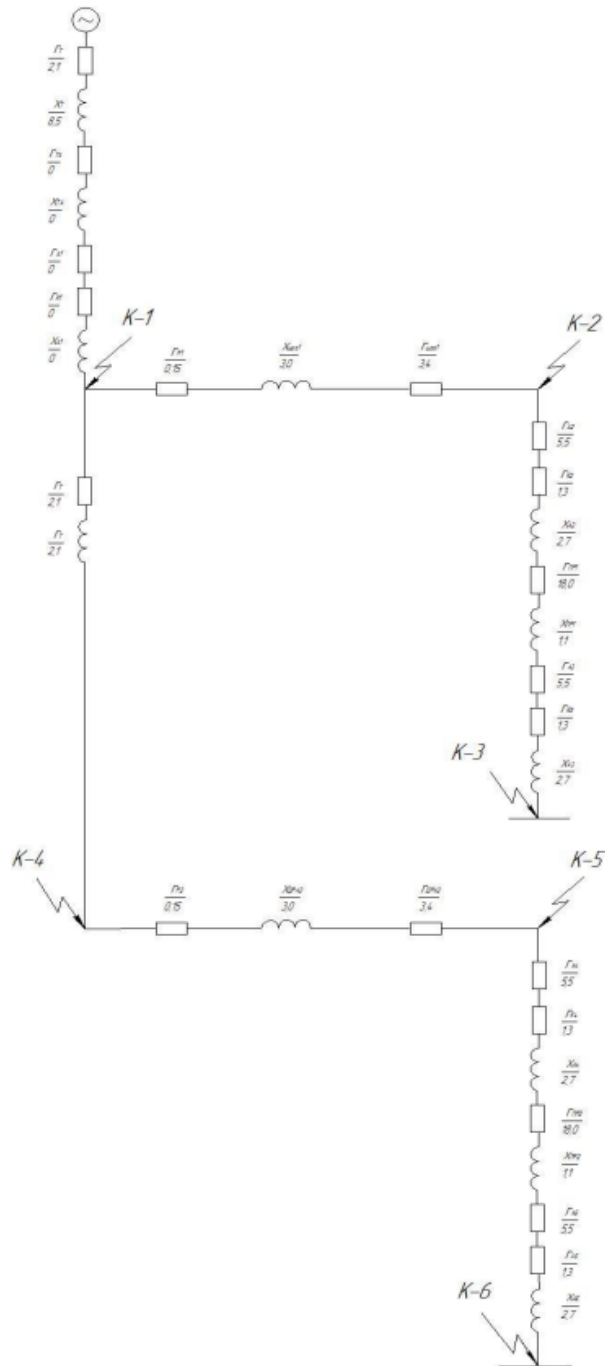


Рисунок 3.2 – Схема заміщення для визначення струмів к.з.

Для забезпечення електропостачання виробництва планується використання кабелю, який буде прокладений від КТП до ввідно-розподільчого пристрою (ВРП1) вздовж стін на кабельних полицях. З метою живлення ділянок основного приміщення, електроенергія буде постачатися від розподільних пристроїв (РП1 та РП2) за допомогою проводів, прокладених у трубах. З ВРП1 електроенергія буде розподілятися на два розподільчих пристрої та щитки освітлення (ЩО1-ЩО2), з

яких живлення отримуватимуть освітлювальні прилади обох ділянок, а також розетки у кімнатах майстрів.

Крім того, електроенергія з ВРП2 буде подаватися на щитки освітлення ЩОЗ-ЩО4 у іншій частині виробничого корпусу, де розташовані складські приміщення та ремонтний цех допоміжного виробництва. Така організація дозволить ефективно забезпечити електропостачання всього виробничого простору та забезпечити безперебійну роботу обладнання.

4. ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

4.1. Опис технологічного процесу та складання технологічних вимог до проекту автоматизації

Процес очищення води є багатоступеневим і складається з декількох ключових етапів, кожен з яких забезпечує видалення певних типів забруднень з води.

Нижче наведено типовий процес очищення води:

Первинна механічна очистка. Первинна механічна очистка є першою і найважливішою стадією у процесі очищення води, від якої залежить ефективність усіх наступних етапів. Ця фаза відіграє критичну роль у забезпеченні якості очищеної води, оскільки саме на ній видаляються найбільші і найпомітніші забруднення. Ефективність цього етапу визначає, наскільки добре буде працювати все наступне обладнання і системи очищення. Розглянемо детальніше значення і ключові аспекти первинної механічної очистки.

Основна функція первинної механічної очистки – видалення великих часток, таких як пісок, глина, гілки, листя, та інше сміття. Це досягається через кілька підпроцесів, включаючи фільтрацію через ґрати, сита, використання піщаних пасток, гідроциклонів та відстійників. Відбір і видалення цих забруднень на початковій стадії дозволяє зменшити навантаження на подальші етапи очистки, запобігає зношенню обладнання та зменшує ризик аварійних ситуацій.

Вода, яка надходить на очистку, спочатку проходить через ґрати – металеві конструкції з певною шириною щілин, які затримують великі тверді частки. Цей етап є критично важливим, оскільки він запобігає проникненню великих предметів, які можуть пошкодити обладнання або викликати його закупорку. Автоматичні системи очищення ґрат забезпечують безперервність процесу та підвищують його ефективність.

Після ґрат вода проходить через сита – дискові або барабанні конструкції з дрібними отворами. Сита видаляють менші частки, такі як пісок і глина, які пройшли через ґрати. Автоматичні системи промивання сит забезпечують їх

постійну роботу без забивання, що є важливим для підтримки високої ефективності очистки.

Піщані пастки і гідроциклони є наступними етапами первинної механічної очистки. Піщані пастки використовують гравітацію для осадження важких часток на дно резервуару, тоді як гідроциклони створюють відцентрову силу, що сприяє осадженню часток на стінках циліндричного або конічного пристрою. Обидва ці методи ефективно видаляють важкі частки, запобігаючи їх проникненню до наступних етапів очистки.

На завершальному етапі первинної механічної очистки вода направляється у відстійники – великі резервуари, де під дією гравітації осідають дрібні частки. Відстійники забезпечують видалення тих забруднень, які не були видалені на попередніх стадіях. Автоматичні системи збирання і видалення осаду забезпечують безперервність процесу та підвищують ефективність роботи всієї системи.

Ефективність первинної механічної очистки значною мірою визначає успішність всього процесу очищення води. Видалення великих часток і твердих забруднень на початковій стадії забезпечує стабільну роботу обладнання на подальших етапах, таких як коагуляція, флокуляція, осадження, фільтрація та дезінфекція. Це не лише знижує витрати на обслуговування і ремонт обладнання, але й підвищує загальну ефективність системи очищення води.

Таким чином, первинна механічна очистка є фундаментальним етапом у процесі очищення води. Її значення важко переоцінити, адже від якості та ефективності цього етапу залежить чистота і безпека води, яка потрапляє до споживачів. Ефективна механічна очистка забезпечує стабільність роботи всієї системи і гарантує високу якість очищеної води.

Коагуляція і флокуляція. Коагуляція і флокуляція є ключовими процесами у сучасній системі очищення води, що забезпечують ефективне видалення дрібних часток та колоїдних забруднень. Ці процеси відіграють вирішальну роль у

досягненні високої якості очищеної води, яка відповідає санітарним та екологічним стандартам.

Коагуляція – це процес, під час якого дрібні дисперговані частки у воді агрегуються в більші структури під дією коагулянтів. Коагулянти, такі як сульфат алюмінію (алюміній сульфат) або хлорид заліза, додаються у воду для нейтралізації електричних зарядів часток, що перешкоджають їх злипанню. Після нейтралізації заряджені частки починають злипатися, утворюючи мікрофлокули.

Флокуляція – це наступний етап, під час якого мікрофлокули зливаються у більші агрегати, звані флокули. Цей процес прискорюється завдяки додаванню флокулянтів (наприклад, полімерів), які сприяють злипанню мікрофлокул у більш крупні частки. Флокули легше осаджуються або видаляються під час фільтрації.

Процеси коагуляції та флокуляції є критично важливими для видалення з води тонкодисперсних і колоїдних забруднень, які важко видалити механічними методами. До таких забруднень належать дрібні частки глини, органічні речовини, мікроорганізми та інші суспензії. Без коагуляції і флокуляції ці забруднення можуть залишитися у воді навіть після фільтрації та інших стадій очищення.

У процесі очищення води коагуляція і флокуляція зазвичай застосовуються після первинної механічної очистки і перед етапами осадження та фільтрації. Процес коагуляції включає додавання коагулянтів у воду і ретельне перемішування для забезпечення їх рівномірного розподілу та контакту з забрудненнями. Після цього вода надходить у флокулятори, де додаються флокулянти і проводиться повільне перемішування для утворення крупних флокул.

Реактори для коагуляції і флокуляції можуть мати різні конструкції, включаючи механічні змішувачі, гідравлічні змішувачі і спеціальні камери для флокуляції. Параметри процесу, такі як доза коагулянтів і флокулянтів, час перемішування і швидкість потоку, ретельно контролюються для досягнення оптимальної ефективності.

Незважаючи на високу ефективність коагуляції і флокуляції, існують певні виклики у їх застосуванні. Потрібно враховувати хімічний склад води, типи забруднень, температурні умови та інші фактори, які можуть впливати на процес. Недостатня або надмірна доза коагулянтів і флокулянтів може призвести до незадовільних результатів, тому необхідно постійно моніторити і регулювати параметри процесу.

Перспективи коагуляції і флокуляції пов'язані з розробкою нових коагулянтів і флокулянтів, що мають високу ефективність і екологічну безпеку. Також важливим напрямком є автоматизація процесу з використанням сучасних технологій контролю і управління, що дозволить забезпечити стабільну якість очищеної води.

Коагуляція і флокуляція є невід'ємними етапами у процесі очищення води, які забезпечують видалення дрібних часток і колоїдних забруднень.

Вони сприяють покращенню якості води, підвищенню ефективності подальших стадій очищення та забезпечують безпеку питної води.

Незважаючи на виклики, що виникають при застосуванні цих процесів, їх значення важко переоцінити, адже вони є ключем до забезпечення чистої і безпечної води для населення.

Осадження. Осадження є однією з основних стадій у процесі очищення води, яка дозволяє ефективно видалити з води суспензії та інші тверді забруднення. Цей процес є критично важливим для забезпечення високої якості очищеної води, яка відповідає всім санітарним та екологічним нормам.

Осадження – це процес, під час якого тверді частки, що знаходяться у воді у суспендованому стані, під дією сили гравітації осідають на дно резервуара. Частки, які осідають, утворюють осад, що може бути потім видалений механічними або гідравлічними засобами. Осадження є природним процесом, який людина навчилася використовувати і вдосконалювати для потреб водоочищення.

Осадження є одним з найбільш ефективних методів видалення суспензій з води.

Сучасні технології осадження постійно вдосконалюються для підвищення ефективності та надійності процесу. Використання автоматизованих систем контролю і управління дозволяє оптимізувати процеси осадження, забезпечуючи стабільно високу якість очищеної води. Впровадження нових матеріалів і конструкцій для відстійників і освітлювачів також сприяє підвищенню ефективності осадження.

Перспективи розвитку технологій осадження пов'язані з розробкою нових методів інтенсифікації процесу, зокрема використанням ультразвукових і магнітних полів, що сприяють прискоренню осадження часток. Також значну увагу приділяють зменшенню енерговитрат і підвищенню екологічної безпеки процесу.

Осадження є важливою стадією у процесі очищення води, що забезпечує видалення суспендованих часток і зменшує навантаження на подальші етапи очищення. Ефективність цього процесу визначає якість очищеної води і економічність всієї системи водоочищення. Сучасні технології і нові підходи до осадження дозволяють забезпечити високу ефективність і надійність процесу, що є ключем до забезпечення чистої і безпечної води для населення.

Фільтрація. Фільтрація є одним із найважливіших етапів у процесі очищення води, який дозволяє видалити дрібні тверді частки, органічні речовини та інші забруднення, що залишилися після попередніх стадій очищення. Цей процес забезпечує високу якість води, роблячи її придатною для споживання та використання у побутових і промислових цілях.

Фільтрація – це процес пропускання води через пористий матеріал (фільтруючий середник), який затримує тверді частки та інші забруднення, пропускаючи чисту воду. Фільтруючий середник може бути природного або штучного походження і має відповідні фізичні та хімічні властивості, які забезпечують ефективне видалення забруднень.

Хоча фільтрація є ефективним методом очищення води, вона також має свої виклики. Основні з них – це засмічення фільтруючого середника, потреба у регулярному обслуговуванні і заміні фільтрів, а також висока вартість деяких

видів фільтрації (наприклад, зворотного осмосу). Однак, завдяки постійному розвитку технологій і впровадженню нових матеріалів, ці проблеми поступово вирішуються.

Фільтрація є критично важливим етапом у процесі очищення води, який забезпечує видалення дрібних часток і покращує якість води, роблячи її придатною для споживання і використання. Різноманітні типи фільтрів і сучасні технології дозволяють ефективно очищати воду від різних видів забруднень, забезпечуючи стабільно високу якість очищеної води.

Незважаючи на існуючі виклики, розвиток технологій фільтрації відкриває нові перспективи для забезпечення чистої і безпечної води для населення.

Дезінфекція. Дезінфекція є одним з найважливіших етапів у процесі очищення води, що забезпечує знищення патогенних мікроорганізмів, вірусів, бактерій та інших мікробіологічних забруднень. Цей процес є ключовим для гарантування безпеки питної води і запобігання поширенню водонесених захворювань.

Дезінфекція – це процес знищення або інактивації патогенних мікроорганізмів у воді за допомогою фізичних або хімічних засобів. Основна мета дезінфекції полягає у забезпеченні безпеки води для споживання людиною, знищенні мікроорганізмів, які можуть викликати захворювання, та запобіганні їх розмноженню у водопровідних системах.

Використання кількох методів дезінфекції (наприклад, УФ та озонування) для підвищення загальної ефективності та надійності процесу.

Сучасні системи автоматичного дозування і контролю дезінфектантів забезпечують оптимальні умови для дезінфекції та знижують ризик помилок.

Розробка нових хімічних сполук, які є ефективними проти патогенів, але мають мінімальний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини.

Дезінфекція є невід'ємним етапом у процесі очищення води, який забезпечує знищення патогенних мікроорганізмів і робить воду безпечною для споживання.

Корекція рН. Корекція рН є важливим етапом у процесі очищення води, що забезпечує оптимальні умови для ефективного видалення забруднень і безпечно використання води. Значення рН впливає на багато хімічних і біологічних процесів у воді, тому контроль та регулювання цього показника є критичним для забезпечення якості води.

рН є мірою кислотності або лужності води, що визначається концентрацією іонів водню. Шкала рН варіюється від 0 до 14, де значення 7 вважається нейтральним, значення нижче 7 – кислотним, а вище 7 – лужним. Корекція рН передбачає додавання кислот або лугів до води для досягнення необхідного рівня кислотності чи лужності.

Сучасні технології корекції рН включають автоматизовані системи контролю і управління, які забезпечують точне дозування кислот або лугів для підтримання оптимального рівня рН. Серед таких технологій:

Онлайн моніторинг рН. Використання сенсорів і датчиків для безперервного вимірювання рН у реальному часі. Ці дані передаються на автоматизовані системи, які регулюють дозування реагентів.

Автоматизовані дозуючі системи. Системи, що автоматично додають необхідну кількість кислот або лугів залежно від вимірюваного рівня рН. Це забезпечує високу точність і ефективність корекції.

Інтелектуальні системи управління. Використання програмного забезпечення для аналізу даних і прийняття рішень щодо корекції рН. Це дозволяє оптимізувати процеси і знижувати витрати на реагенти.

Зворотний осмос та інші методи доочищення (за потреби). Зворотний осмос (ЗО) – це процес, при якому вода під високим тиском проходить через напівпроникну мембрану, що дозволяє видалити з неї більшість домішок, включаючи солі, мікроорганізми та органічні речовини. Основні компоненти системи зворотного осмосу включають насос, мембрану, систему попереднього очищення та систему постфільтрації.

Зворотний осмос та інші методи доочищення води, такі як фільтрація активованим вугіллям та УФ-опромінення, мають свої переваги та недоліки. ЗО є

надзвичайно ефективним для видалення широкого спектру забруднень, але потребує значних фінансових та енергетичних витрат. Інші методи, як-от фільтрація активованим вугіллям та УФ-опромінення, можуть використовуватися як додаткові етапи очищення або для специфічних потреб. Найкращі результати досягаються при комбінованому використанні різних методів, що дозволяє забезпечити високоякісну питну воду для різних потреб.

Автоматизація процесу очищення води включає застосування сучасних технологій для підвищення ефективності, точності та надійності очищення.

Основні технологічні вимоги до проекту автоматизації включають:

Моніторинг та контроль параметрів. Завдяки автоматичному вимірюванню параметрів якості води у режимі реального часу, можливо здійснювати постійний збір даних, які зберігаються у спеціалізованих базах даних. Ці дані можуть бути використані для детального аналізу стану води, виявлення тенденцій та прогнозування можливих проблем. Наприклад, аналіз даних може допомогти визначити найбільш проблемні періоди або зони, де якість води може погіршуватися, що дозволяє вживати превентивних заходів. Збережені дані також є важливими для звітності перед регуляторними органами та іншими зацікавленими сторонами, що забезпечує прозорість та відповідність нормативним вимогам.

Інтеграція систем автоматичного контролю якості води з SCADA дозволяє здійснювати централізоване управління та моніторинг усіх процесів у режимі реального часу. SCADA системи забезпечують візуалізацію даних, отриманих з сенсорів, надаючи операторам можливість оперативно реагувати на будь-які зміни у якості води. Крім того, такі системи дозволяють автоматично регулювати процеси очищення води, наприклад, коригувати дозування хімічних реагентів або змінювати режими роботи обладнання у відповідь на зміну параметрів води. Інтеграція з SCADA також забезпечує можливість дистанційного моніторингу та управління, що значно підвищує оперативність та ефективність роботи водоочисних станцій.

Автоматичне вимірювання параметрів якості води у режимі реального часу, збір та зберігання даних для аналізу та звітності, а також інтеграція з SCADA для централізованого управління та моніторингу є критично важливими елементами сучасних систем водопостачання. Застосування цих технологій забезпечує високу точність, ефективність та надійність процесів очищення води, що є необхідним для задоволення потреб населення та збереження навколишнього середовища. У підсумку, ці технології сприяють покращенню якості води та підвищенню рівня життя населення, забезпечуючи здорове та безпечне майбутнє для наступних поколінь.

Управління процесами фільтрації та осадження. Процеси фільтрації та осадження є ключовими етапами в системах очищення води, які забезпечують видалення твердих частинок, забруднюючих речовин та мікроорганізмів, що робить воду придатною для споживання. Ефективне управління цими процесами є критичним для забезпечення якості води та оптимізації операцій водоочисних станцій. Сучасні технології дозволяють значно покращити управління процесами фільтрації та осадження, підвищуючи їхню ефективність, надійність та економічну доцільність.

Фільтрація є одним з найважливіших методів очищення води, який використовується для видалення суспендованих частинок та мікроорганізмів.

Основні типи фільтрації включають механічну, біологічну та хімічну фільтрацію. У кожному з цих методів використовується різне обладнання та матеріали, такі як піщані, вугільні, мембранні та інші фільтри.

Механічна фільтрація видаляє великі частинки шляхом пропускання води через пористі матеріали. Біологічна фільтрація використовує живі організми, такі як бактерії, для розкладання органічних речовин. Хімічна фільтрація включає застосування спеціальних реагентів, що зв'язують та видаляють певні хімічні сполуки.

Ефективне управління процесом фільтрації вимагає постійного моніторингу якості води на вході та виході з фільтрів, а також контролю за станом фільтрувальних матеріалів. Це дозволяє своєчасно виявляти зниження

ефективності фільтрів та проводити їхнє очищення або заміну. Сучасні автоматизовані системи дозволяють здійснювати цей моніторинг у режимі реального часу, забезпечуючи високий рівень контролю та оперативності.

Осадження є процесом видалення твердих частинок з води шляхом їхнього осідання під дією гравітаційних сил. Цей метод є особливо ефективним для видалення важких та крупних частинок. Процес осадження часто включає декілька етапів, таких як коагуляція, флокуляція та відстоювання.

Інтеграція процесів фільтрації та осадження з сучасними системами автоматизації, такими як SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), дозволяє здійснювати централізоване управління всіма етапами очищення води. SCADA-системи забезпечують безперервний моніторинг, аналіз та контроль параметрів процесів у режимі реального часу. Вони дозволяють автоматично регулювати дозування реагентів, налаштовувати режими роботи обладнання та виявляти аномалії у функціонуванні системи.

Такі технології підвищують ефективність роботи водоочисних станцій, зменшують витрати на реагенти та енергію, а також забезпечують стабільну якість води. Крім того, автоматизація процесів знижує ризик людських помилок та підвищує надійність систем очищення води.

Управління процесами фільтрації та осадження є ключовим для забезпечення високої якості води. Сучасні технології автоматизації дозволяють значно покращити ефективність та надійність цих процесів, забезпечуючи стабільне та безперебійне постачання чистої води. Інтеграція з системами SCADA дозволяє здійснювати централізований контроль та моніторинг, оптимізуючи всі етапи очищення води. Таким чином, управління процесами фільтрації та осадження є важливим кроком на шляху до сталого розвитку та збереження ресурсів, забезпечуючи здорове та безпечне майбутнє для наступних поколінь.

Впровадження автоматизації в процес очищення води забезпечить стабільну якість води, зниження операційних витрат, підвищення ефективності роботи та дотримання екологічних норм і стандартів.

4.2. Визначення об'єму параметрів, які підлягають контролю і автоматичному регулюванню, переліку дистанційно керованих електропристроїв, об'єму блокіровок та переліку сигналів, що входять до схеми автоматизації

Одним з важливих параметрів при очищенні води є визначення тиску у трубопроводі.

В асинхронному трифазному двигуні обертове магнітне поле створюється трьома обмотками статора, на які подається трифазна напруга мережі. Це магнітне поле взаємодіє з провідниками ротора, що приводить до виникнення електромагнітної сили, яка змушує ротор обертатися. Таким чином, трифазна система забезпечує постійне обертання магнітного поля в статорі, що й створює обертальний рух ротора.

Для таких двигунів основним параметром є механічна характеристика $\omega=f(M)$, тобто залежність частоти обертання від моменту. Ця характеристика відображає, як змінюється частота обертання двигуна в залежності від прикладеного до нього навантаження. Для асинхронного двигуна ця характеристика може бути розбита на дві основні ділянки: робочу ділянку при $0 < S < S_M$ і ділянку пуску (a-b) при $S_M < S < 1$, де S - ковзання.

У асинхронних трифазних двигунах з короткозамкненим ротором ковзання при номінальному навантаженні (S_M) знаходиться в діапазоні від 0.05 до 0.15. Це означає, що такі двигуни мають досить тверді механічні характеристики, що забезпечують стабільність роботи двигуна при змінному навантаженні. Робоча частота обертання ω_n близька до синхронної частоти ω_0 , яка визначається частотою живлення і кількістю полюсів двигуна.

Наприклад, якщо двигун живиться від стандартної мережі з частотою 50 Гц і має 4 полюси, то синхронна частота обертання буде 1500 об/хв. В реальності робоча частота буде трохи меншою через ковзання, але залишатиметься дуже близькою до синхронної.

Для такого двигуна становить $\frac{R'_p}{S} \gg x'_{pn}$, тобто дійсно переважає активна складова опору ротора.

З урахуванням вищевикладеного одержимо спрощений вираз з наступними характеристиками

$$M = \frac{m_1 \cdot U_c^2 \cdot S}{\omega_1 \cdot R'_p} = \frac{m_1 \cdot U_c^2 \cdot (\omega_1 - \omega)}{\omega_1 \cdot R'_p} \quad \text{як результат отримуємо:}$$

$$\omega = \omega_1 - \frac{R'_p \cdot \omega_1^2}{U_c^2} M \quad (4.1)$$

де ω - частота обертання ротора,

ω_1 - частота обертання магнітного поля,

U_c - напруга живлення мережі,

R'_p - приведений опір ротора.

Робочу ділянку механічної характеристики асинхронного двигуна при частотному керуванні можна приблизно представити формулою:

$$\omega = \omega_1 - \frac{m_1 \cdot R'_p}{K^2} M \quad (4.2)$$

Ця формула відображає залежність частоти обертання ротора від прикладеного механічного моменту, що є важливим для аналізу роботи двигуна в різних режимах навантаження. При частотному керуванні важливо враховувати, що зміна частоти живлення призводить до пропорційної зміни частоти обертання магнітного поля статора (ω_1), що, в свою чергу, впливає на частоту обертання ротора (ω).

Таким чином, частотне керування дозволяє досить точно регулювати швидкість обертання двигуна в широкому діапазоні. Це особливо важливо в

промислових застосуваннях, де необхідно підтримувати постійну швидкість обертання при змінному навантаженні або забезпечувати плавний пуск і зупинку двигуна. Однак слід враховувати, що при значних відхиленнях від номінальної частоти живлення можуть виникати додаткові втрати, а також змінюватися характеристики двигуна, що потребує додаткового аналізу і корекції системи керування.

Наш асинхронний двигун описується наступним диференціальним рівнянням:

$$\frac{2 \cdot M_{\max} \cdot (1 + \varepsilon)}{\frac{S}{S_M} + \frac{S_M}{S} + 2 \cdot \varepsilon} = J \cdot \frac{d\omega}{dt} + M_c, \quad (4.3)$$

Враховуючи те, що $M_{\max} = \frac{m_1 \cdot U_c^2}{2 \cdot \omega_1 \cdot x'_{pn}}$, отримаємо:

$$\frac{m_1 \cdot U_c^2}{\omega_1 \cdot x'_{pn}} \cdot \frac{1}{\frac{S}{S_M} + \frac{S_M}{S}} = -J \cdot \frac{dS}{dt} + M_c \quad (4.4)$$

Інтегруючи в рівняння (4.4) отримаємо:

$$t = \frac{T_M}{2} \cdot \left(\frac{S_1^2 - S}{2 \cdot S_M} + \ln \left(\frac{S_1}{S} \right) \right),$$

При частотному керуванні нашим двигуном отримаємо передатну функцію двигуна

$$W(p) = \frac{\Delta\omega(p)}{\Delta\omega_1(p)} = \frac{\frac{K^2}{R_p'} \cdot \frac{1}{J \cdot p}}{1 + \frac{1}{J \cdot p} \cdot \frac{K^2}{R_p'}} = \frac{k}{T_M \cdot p + 1},$$

де k - коефіцієнт передачі електродвигуна. Коефіцієнт передачі визначається як відношення вихідного сигналу до вхідного.

У нашому випадку, вхідним сигналом є частота частотного перетворювача, а вихідним сигналом є частота обертання двигуна.

Щоб знайти коефіцієнт передачі k_k , необхідно взяти значення вихідного сигналу (частоти обертання двигуна) і поділити його на значення вхідного сигналу (частоти частотного перетворювача). Наприклад, якщо частота обертання двигуна становить 3000 обертів на хвилину (об/хв), а частота частотного перетворювача - 50 герц (Гц), то коефіцієнт передачі обчислюється наступним чином:

$$k = 3000/50 = 60$$

Цей коефіцієнт показує, скільки обертів на хвилину створює двигун при зміні частоти живлення на один герц.

Далі, для більш детального аналізу роботи електродвигуна, необхідно визначити його постійну часу. Постійну часу можна знайти за допомогою відповідної формули, яка враховує електричні та механічні параметри двигуна. Під час розрахунків враховуються такі фактори, як індуктивність і опір обмоток статора, інерція ротора та інші конструктивні характеристики двигуна. Точна формула для визначення постійної часу залежить від конкретної моделі і типу електродвигуна.

Постійна часу τ є важливим параметром, який визначає динамічні властивості електродвигуна. Вона характеризує швидкість, з якою двигун реагує на зміни вхідних сигналів і виходить на новий сталий режим роботи після прикладання або зняття навантаження.

Знайдемо постійну часу за наступною формулою:

$$T_M = \frac{J \cdot \omega_0 \cdot S_m}{M_{\max}}, \quad (4.5)$$

де J – зведений момент інерції

ω_0 - синхронна кутова швидкість двигуна

S_m - ковзання двигуна

M_{max} - максимальний момент двигуна

$$\omega_0 = \frac{\omega}{1 - S}, \quad (4.6)$$

де ω - робоча кутова швидкість двигуна.

$$\omega = \frac{2\pi f}{p}, \quad (4.7)$$

де f - частота мережі живлення двигуна

p – пара полюсів двигуна.

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 50}{1} = 314 \text{ (рад/с}^{-1}\text{)}.$$

як результат

$$\omega_0 = \frac{314}{1 - 0,11} = 352,81 \text{ (рад/с}^{-1}\text{)}.$$

Передаточна функція частотного перетворювача є ключовим елементом, що визначає його динамічні характеристики і вплив на роботу електродвигуна.

Розрахунок коефіцієнтів передаточної функції частотного перетворювача Danfoss VLT 6000 є важливим етапом для забезпечення ефективної та стабільної роботи електродвигуна. Правильне визначення коефіцієнта передачі та постійної часу дозволяє оптимізувати налаштування системи і забезпечити високу продуктивність при мінімальних енергетичних витратах.

Передаточна функція представлена наступним чином:

$$W_v(p) = \frac{k_v}{T_v p + 1},$$

Коефіцієнт передачі можна визначити як відношення вихідного сигналу до вхідного. Вхідною величиною є струм від датчика тиску, який дорівнює 20 мА, а вихідною величиною є частота, що досягає 50 Гц.

$$K_{\text{ч}} = \frac{50}{0,02} = 2500$$

Стала часу визначається як час, протягом якого частотний перетворювач досягає на виході частоти 50 Гц. Стала часу перетворювача може змінюватися залежно від налаштувань, які відповідають конкретному об'єкту, і може становити від 1 секунди. У цьому об'єкті прийнято сталу часу перетворювача, що дорівнює 1 секунді. Таким чином, передаточна функція виглядає наступним чином:

$$W_{\text{ч}}(p) = \frac{2500}{p+1}$$

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) – це система для моніторингу і управління промисловими процесами на віддалених об'єктах.

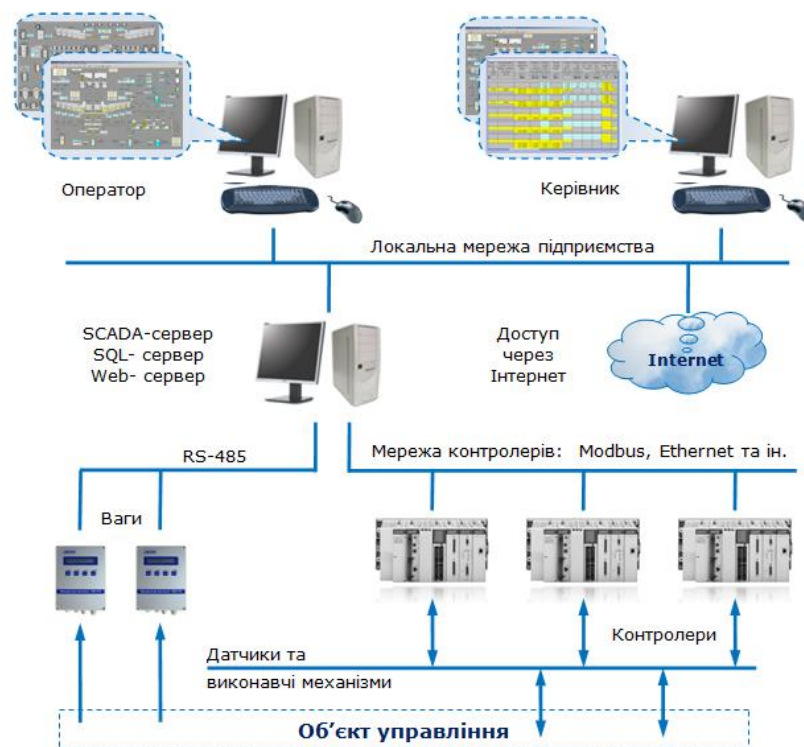


Рисунок 4.2 – Структурна схема системи SCADA

Основні компоненти SCADA включають:

- *Контролери (PLC, RTU).* PLC (Programmable Logic Controller) – програмовані логічні контролери, що використовуються для управління обладнанням і процесами.
- *RTU (Remote Terminal Unit)* – дистанційні термінальні пристрої, які збирають дані з датчиків і передають їх до центральної системи SCADA.
- *Інтерфейси збору даних.* Датчики і вимірювальні прилади, які збирають інформацію про стан процесів, наприклад, температуру, тиск, рівень рідини тощо. Адаптери та конвертери сигналів, що забезпечують сумісність між різними типами датчиків і контролерів.

Комунікаційні мережі. Протоколи зв'язку, такі як Modbus, Profibus, Ethernet/IP, які забезпечують передачу даних між контролерами і центральною системою.

Мережеве обладнання, таке як маршрутизатори, комутатори, модеми, що забезпечують надійний і швидкий зв'язок.

Людино-машинні інтерфейси (HMI). Програмні засоби, що забезпечують візуалізацію процесів, взаємодію з користувачем та оперативне управління.

Стаціонарні та мобільні панелі оператора.

Центральна SCADA система:

- Сервери, на яких встановлено програмне забезпечення для обробки даних, моніторингу та управління.
- Бази даних для зберігання історичних даних і подій.
- Аналітичні та звітні системи для аналізу зібраної інформації.

Програмне забезпечення. Платформи SCADA, такі як Wonderware, Ignition, Siemens WinCC, які забезпечують комплексне управління і моніторинг.

Пакети для програмування контролерів (наприклад, Siemens TIA Portal, Rockwell Automation Studio 5000).

Основні функції електроспристроїв SCADA:

- Моніторинг в режимі реального часу

- Управління та автоматизація процесів
- Збір і аналіз даних
- Генерація звітів та історичних трендів
- Оповіщення та сигналізація про аварійні ситуації
- Віддалений доступ і контроль

SCADA системи широко застосовуються в галузі водопостачання.

4.3. Складання функційної схеми контролю і керування технологічним процесом.

У сучасних умовах автоматизації технологічних процесів, складання функціональної схеми контролю та керування є ключовим етапом, що забезпечує ефективність, надійність та безпеку виробничих систем. Функціональна схема представляє собою графічне відображення всіх компонентів системи, їхніх взаємозв'язків та алгоритмів управління. Ця схема є основою для проектування, впровадження та експлуатації автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУТП).

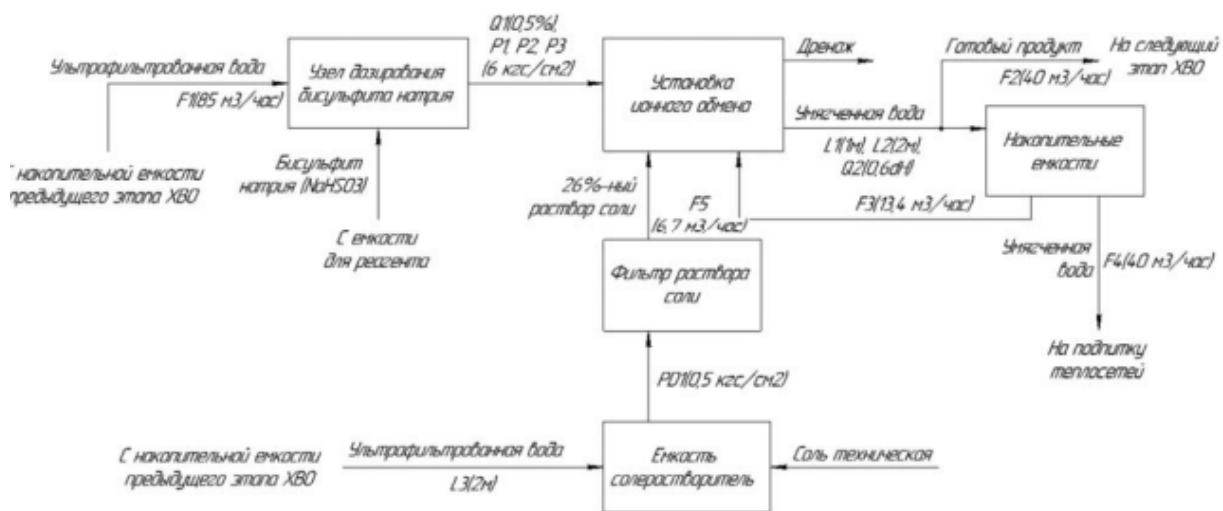


Рисунок 4.1 – Схема контролю і керування технологічним процесом

Процес очищення та підготовки води для різних технологічних потреб включає кілька ключових етапів, на кожному з яких здійснюється контроль різних

параметрів для забезпечення якості кінцевого продукту. Розглянемо детально основні етапи цього процесу.

На початковому етапі ультрафільтрована вода з витратою F1 надходить до вузла дозування бісульфіту натрію. У цьому вузлі розчин бісульфіту натрію вводиться в трубопровід, де він здійснює необхідну хімічну обробку води. Витрата реагенту управляється пропорційно витраті води F1, що забезпечує точне дозування і ефективну обробку. На цьому етапі також контролюється залишкова концентрація вільного хлору Q1, що є критично важливим для подальших процесів водопідготовки.

Після додавання бісульфіту натрію вода надходить до установок іонного обміну. На вході кожної установки контролюються тиски P1, P2, P3, що дозволяє забезпечити оптимальні умови для процесу іонного обміну. В результаті цього процесу з води видаляються іони, які можуть викликати небажані хімічні реакції або відкладення в системі.

На виході установок іонного обміну вода надходить до накопичувальних ємностей, де вона зберігається до подальшого використання. У цих ємностях підтримуються певні рівні води L1 та L2, а також контролюється ступінь жорсткості Q2, що забезпечує високу якість пом'якшеної води.

Частина готового продукту з витратою F2 переходить до наступного етапу хімічної водоочистки (ХВО), де здійснюються додаткові процеси очищення, необхідні для досягнення кінцевих показників якості води.

З накопичувальних ємностей пом'якшена вода з потрібною витратою F4 викачується для підживлення тепломереж. Це забезпечує ефективну роботу систем тепlopостачання, запобігаючи утворенню відкладень та корозії в трубопроводах та теплообмінниках.

На всіх етапах процесу водопідготовки здійснюється ретельний контроль параметрів. Витрата води (F1, F2, F4), концентрація реагентів (бісульфіту натрію, залишковий хлор), тиски (P1, P2, P3), рівні води (L1, L2) та ступінь жорсткості (Q2) є ключовими параметрами, які постійно моніторяться для забезпечення стабільної роботи системи та високої якості кінцевого продукту.

Використання сучасних технологій автоматизації, таких як програмовані логічні контролери (ПЛК), дозволяє ефективно керувати цими параметрами, своєчасно виявляти відхилення та вживати необхідних заходів для їх коригування. Це не лише підвищує надійність системи, але й забезпечує економічність процесів водопідготовки, знижуючи витрати на реагенти та енергію.

Отже, процес обробки ультрафільтрованої води є складним та багатоступеневим, включаючи дозування реагентів, іонний обмін, накопичення та подальше використання пом'якшеної води. Ретельний контроль всіх ключових параметрів на кожному етапі дозволяє забезпечити високу якість води, необхідну для різних технологічних процесів та потреб. Використання сучасних технологій автоматизації робить цей процес ефективним, надійним та економічним, що є критично важливим для сучасних систем водопідготовки.

Процес підготовки солерозчину є важливою складовою системи водопідготовки, оскільки він забезпечує необхідні умови для ефективної роботи установок іонного обміну. Розглянемо детально етапи підготовки солерозчину, контроль параметрів та інтеграцію цього процесу в загальну систему водопідготовки.

У спеціальну ємність-солерозчинник, заповнену твердою сіллю, подається ультрафільтрована вода. Вода поступає до ємності досягнення певного рівня L3, який повинен підтримуватися для забезпечення стабільної концентрації солерозчину. Автоматичний контроль рівня L3 забезпечує постійний рівень води в ємності, що є критично важливим для підтримання концентрації розчину на необхідному рівні.

В результаті контакту ультрафільтрованої води з твердою сіллю формується насичений 26% розчин солі. Цей розчин є необхідним для регенерації іонообмінних смол в установках іонного обміну. Насичений розчин солі проходить через фільтр розчину солі, де відбувається видалення механічних домішок, які можуть бути присутні в солі.

Між входом і виходом фільтра розчину солі здійснюється контроль перепаду тиску PD1. Цей параметр є важливим для виявлення забруднення фільтра, оскільки збільшення перепаду тиску може свідчити про необхідність його очищення або заміни. Постійний моніторинг перепаду тиску PD1 забезпечує надійність роботи фільтра та стабільну якість розчину, що надходить до наступних етапів процесу.

Після проходження через фільтр розчин солі змішується з пом'якшеною водою. Це змішування дозволяє досягти необхідної концентрації розчину для ефективної роботи установок іонного обміну. Контроль процесу змішування забезпечує точне дозування компонентів, що є важливим для підтримання стабільної роботи системи.

Змішаний розчин надходить до установки іонного обміну, де відбувається процес регенерації іонообмінних смол. Іонний обмін дозволяє видаляти з води небажані іони, замінюючи їх на безпечніші. Після завершення процесу іонного обміну розчин спрямовується в дренаж. Цей етап забезпечує видалення відпрацьованого розчину з системи, запобігаючи накопиченню забруднень та підтримуючи ефективність роботи установок.

Процес підготовки та використання солерозчину є невід'ємною частиною загальної системи водопідготовки. Він забезпечує необхідні умови для ефективної роботи іонних обмінників, які, в свою чергу, відіграють ключову роль у видаленні іонів з води. Автоматизація контролю параметрів, таких як рівень води L3 та перепад тиску PD1, дозволяє забезпечити надійну роботу системи та високу якість підготовленої води.

Підготовка солерозчину та його інтеграція в систему іонного обміну є важливими етапами у процесі водопідготовки. Завдяки автоматизованому контролю рівня води та перепаду тиску, а також ефективному змішуванню з пом'якшеною водою, забезпечується стабільна робота установок іонного обміну. Це дозволяє досягти високої якості підготовленої води, необхідної для різних технологічних процесів, та підтримувати надійність і ефективність всієї системи водопідготовки.

4.4. Складання принципової електричної схеми автоматичного керування і сигналізації

Система сигналізації є невід'ємною частиною процесу очищення води, забезпечуючи своєчасне виявлення та оповіщення про будь-які відхилення від нормальних параметрів. Використання програмованого логічного контролера (ПЛК) ПЛК 160 дозволяє автоматизувати цей процес, підвищуючи ефективність і надійність роботи системи. Дана система використовує дискретні виходи контролера для підключення сигнальної арматури, що включає візуальні та звукові засоби оповіщення.

Система сигналізації на базі ПЛК 160 здійснюється наступним чином: контролер постійно відстежує параметри, які підлягають контролю (наприклад, мутність, вміст хлору, рівень рН, концентрація розчинених солей тощо). Коли значення будь-якого з цих параметрів перевищує встановлені допустимі межі, ПЛК замикає відповідний дискретний вихід.

До кожного з цих виходів підключена сигнальна лампа, яка вмикається при перевищенні норми того чи іншого параметра. Це забезпечує чітке і зрозуміле візуальне оповіщення операторів про необхідність вжити заходів для коригування ситуації. Наприклад, якщо рівень хлору у воді перевищує допустиму норму, відповідна лампа загоряється, сигналізуючи про перевищення цього параметра.

Крім візуальних сигналів, система також передбачає звукову сигналізацію. Звукова сигналізація активується при перевищенні будь-якого з контрольованих параметрів. Це забезпечує додатковий рівень оповіщення, який важливий у випадках, коли оператори можуть не помітити візуальні сигнали через відволікаючі фактори або шум у робочому середовищі.

Для зняття звукової сигналізації оператор повинен використати спеціальний вимикач зняття звукової сигналізації, позначений як SA2. Цей вимикач дозволяє вимкнути звуковий сигнал, що важливо для зниження шумового навантаження та запобігання надмірному стресу у працівників. Проте, навіть після вимкнення звукової сигналізації, візуальні сигнали залишаються активними до тих пір, поки параметри не повернуться у допустимі межі.

Використання програмованого логічного контролера ПЛК 160 у системі сигналізації має кілька важливих переваг:

- *Автоматизація та надійність.* ПЛК забезпечує автоматичний контроль параметрів та своєчасне оповіщення про будь-які відхилення, що знижує ризик людських помилок та підвищує надійність системи.
- *Гнучкість налаштувань.* ПЛК дозволяє легко налаштовувати порогові значення для різних параметрів, що робить систему адаптивною до змін у процесах очищення води.
- *Інтеграція з іншими системами.* ПЛК може бути інтегрований з іншими системами управління та моніторингу, такими як SCADA, що дозволяє централізовано контролювати всі процеси та оперативно реагувати на будь-які відхилення.
- *Ефективність обслуговування.* Автоматизована система сигналізації знижує потребу в постійному моніторингу з боку операторів, дозволяючи їм зосередитися на інших важливих завданнях.

Система сигналізації на базі програмованого логічного контролера ПЛК 160 забезпечує високий рівень безпеки та надійності в процесах очищення води. Використання дискретних виходів для підключення сигнальної арматури дозволяє створити ефективну систему візуального та звукового оповіщення про перевищення контрольованих параметрів. Це не лише підвищує оперативність реагування на можливі проблеми, але й сприяє забезпеченню стабільної якості води, що є критично важливим для здоров'я населення та збереження навколишнього середовища.

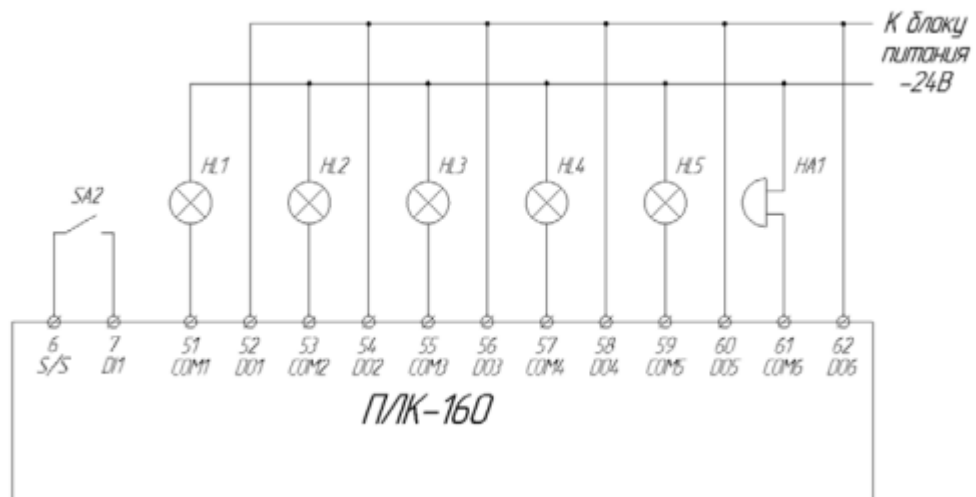


Рисунок 4.2 – Принципова електрична схема автоматичного керування і сигналізації

5. ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

5.1. Вибір системи та виду освітлення

ПВКП «УКРСТАНДАРТ» при градуюванні резервуарів, освітлення виробничих приміщень, де здійснюється цей процес, має велике значення для забезпечення точності та безпеки робіт. Оскільки градуювання вимагає точного вимірювання рівня рідини у резервуарах, оптимальне освітлення допомагає забезпечити чітку видимість та зменшити можливі помилки.

У зв'язку з цим, для приміщень ПВКП «УКРСТАНДАРТ», де здійснюється градуювання резервуарів, рекомендується використовувати світильники з високою якістю освітлення та рівномірним розподілом світла. LED світильники будуть відмінним вибором, оскільки вони забезпечують яскраве та рівномірне світло, мають довгий термін служби та енергоефективність.

LED технологія володіє безліччю переваг, які роблять її ідеальним вибором для виробничих приміщень. LED світильники забезпечують яскраве, природоподібне світло, яке допомагає зменшити напругу на очі працівників та підвищує їхню продуктивність. Крім того, LED освітлення відрізняється низьким споживанням електроенергії, що сприяє економії коштів на електроенергії та зменшенню викидів вуглецю.

Для процесів градуювання резервуарів, де потрібна велика точність та увага до деталей, важливо мати рівномірний розподіл світла по всій площі приміщення. LED світильники здатні забезпечити однорідне освітлення без тіней та затінь, що дозволяє працівникам чітко бачити і контролювати процес роботи.

Незважаючи на те, що приміщення для градуювання резервуарів може бути підвищеною вологістю, LED світильники зазвичай мають високий рівень захисту від вологи та пилу. Це робить їх стійкими до агресивного середовища та забезпечує безперебійну роботу навіть в умовах підвищеної вологості.

Використання LED світильників у приміщеннях ПВКП «УКРСТАНДАРТ», де проводиться градуювання резервуарів, допоможе забезпечити безпеку, ефективність та точність у цих технологічно складних процесах. Вибір LED

освітлення є стратегічним кроком у покращенні умов праці та забезпеченні високої якості роботи.

Освітлення має бути достатньо яскравим, але без зайвого блиску, щоб забезпечити чітку видимість усіх деталей резервуарів під час градування. Також важливо врахувати можливість регулювання яскравості світла в залежності від потреб робочого процесу.

Крім того, система освітлення повинна бути водонепроникною та стійкою до вологи, оскільки резервуари можуть знаходитися в умовах підвищеної вологості. Тому важливо використовувати світильники з високим ступенем захисту від вологи, наприклад, IP65 або вище.

У випадку відключення робочого освітлення з будь-яких причин, аварійне освітлення має забезпечити можливість продовження роботи в одних приміщеннях при зниженій освітленості (аварійне освітлення для продовження роботи), а в інших приміщеннях - безпечний вихід людей з них - евакуаційне аварійне освітлення. Аварійне освітлення (як евакуаційне, так і для продовження роботи) вважається ефективним лише у разі, коли світильники аварійного освітлення активуються під час аварійного відключення робочого освітлення. Аварійне освітлення підключається до джерела живлення незалежно від джерела живлення робочого освітлення. Індекс кольоропередавання Ra джерел світла для аварійного освітлення має бути не менше 40.

Для аварійного освітлення пропонується використовувати світлодіодні джерела світла, люмінесцентні лампи, а також розрядні лампи високого тиску з миттєвим або швидким повторним запалюванням як у гарячому, так і у холодному стані.

Отже, для приміщень ПВКП «УКРСТАНДАРТ», де проводиться градування резервуарів, рекомендується використовувати LED світильники з високою якістю освітлення, рівномірним розподілом світла та стійкістю до вологи. Такий вибір системи та виду освітлення допоможе забезпечити безпеку, ефективність та точність в процесі градування резервуарів.

5.2. Вибір нормованої освітленості і коефіцієнту запасу

Під час градування резервуарів важливо мати достатнє освітлення для забезпечення точності та безпеки процесу. Нормована освітленість та коефіцієнт запасу визначаються кількома факторами, такими як розмір приміщення, тип робіт, ергономіка та безпека.

Нормована освітленість в приміщеннях для градування резервуарів зазвичай становить близько 300-500 люкс, що забезпечує достатньо яскраве світло для чіткої видимості деталей резервуарів та зменшення можливості помилок під час градування.

Коефіцієнт запасу враховує можливі зміни у виробничому середовищі, такі як зношення ламп, забруднення світильників або зміна характеристик освітлення з часом. Зазвичай рекомендоване значення коефіцієнта запасу становить близько 0,8-1,2. Це дозволяє забезпечити додатковий запас освітлення для компенсації можливих змін у середовищі.

Як результат для градування резервуарів рекомендується мати нормовану освітленість приблизно 300-500 люкс, а також застосовувати коефіцієнт запасу у діапазоні 0,8-1,2 все це забезпечить оптимальні умови для точного та безпечного проведення процедури градування.

5.3. Вибір світильників

При виборі світильників для виробничих зон ми звернули особливу увагу на те, щоб забезпечити оптимальні умови освітлення, які б сприяли безперебійній та продуктивній роботі працівників. Саме тому було вирішено обрати світильник Manta PL4L90VP з потужністю 42Вт.

Світильник Manta PL4L90VP є надійним та ефективним рішенням для виробничих зон. Завдяки своїй потужності 42Вт, він забезпечує яскраве та рівномірне освітлення, необхідне для комфортної та продуктивної роботи працівників. Його конструкція дозволяє рівномірно розподіляти світло по всій площі приміщення, уникнувши тіней та розсіяння, що є важливим для забезпечення якісної роботи та безпеки на виробництві. Крім того, цей світильник

має довговічність та надійність, що робить його ідеальним вибором для інтенсивних виробничих умов.

Обираючи світильник Manta PL4L90VP, ми впевнені, що забезпечимо наших працівників не лише якісним освітленням, а й надійним обладнанням, яке прослужить на довгі роки, сприяючи ефективному функціонуванню виробничих зон. Обираючи світильники для складу готової продукції, кімнати відпочинку та кабінету начальника цеху ми врахували не лише потреби в якісному освітленні, а й бажання створити комфортну та затишну атмосферу для персоналу. Тому ми обрали світильник Ватра ДББ26У-12 потужністю 13Вт.

Світильник Ватра ДББ26У-12 відповідає всім нашим вимогам щодо ефективності, надійності та естетичності. Його потужність 13Вт забезпечить достатнє освітлення для робочих зон складу готової продукції, дозволяючи зручно та безпечно виконувати завдання зі збереження та розміщення продукції.

Крім того, у кімнатах відпочинку та кабінеті начальника цеху важливо створити атмосферу затишку та комфорту, де працівники можуть відпочити та відновити сили. Світильник Ватра ДББ26У-12 із своїм приємним теплим світлом створить ідеальні умови для відпочинку та релаксації.

Такий вибір світильника підкреслює наше прагнення до створення комфортного та безпечного робочого середовища для всього персоналу, а також демонструє нашу увагу до деталей і відповідальне ставлення до потреб наших співробітників.

При обранні світильника для вентиляційного приміщення ми врахували важливість надійного та ефективного освітлення, а також потребу в безперебійному функціонуванні у вологому середовищі. Тому наш вибір зупинився на світильнику MANTA PL4L120VP потужністю 42Вт.

Світильник MANTA PL4L120VP відомий своєю високою якістю та довговічністю. Його потужність 42Вт забезпечить достатнє освітлення вентиляційного приміщення, що є важливим для безпечної та ефективної роботи персоналу.

Крім того, світильник MANTA PL4L120VP має високу ступінь захисту від вологи та пилу, що робить його ідеальним вибором для вентиляційних умов. Його надійна конструкція та вбудовані захисні функції забезпечать стабільну роботу світильника в будь-яких умовах.

Отже, обравши світильник MANTA PL4L120VP для вентиляційного приміщення, ми можемо бути впевнені, що забезпечили високу якість освітлення, безпеку та комфорт для персоналу, а також довговічну та надійну роботу світильника в умовах вентиляційного середовища.

При виборі світильників для коридорів, гардеробних та туалетів ми враховували не лише потребу в якісному освітленні, а й естетичні аспекти та функціональність приміщень. Тому наш вибір зупинився на світильнику Ватра ДББ26У-12 потужністю 13Вт.

Світильник Ватра ДББ26У-12 є ідеальним рішенням для коридорів, гардеробних та туалетів, оскільки він поєднує в собі низьке споживання електроенергії, якісне освітлення та естетичний зовнішній вигляд.

Завдяки потужності 13Вт, цей світильник забезпечить достатню яскравість для коридорів та інших приміщень, забезпечуючи безпечну та комфортну атмосферу для пересування працівників та відвідувачів. Крім того, його компактний дизайн дозволить ефективно використовувати обмежений простір коридорів та гардеробних.

Крім того, світильник Ватра ДББ26У-12 має високий рівень захисту від пилу та вологи, що робить його ідеальним вибором для використання у туалетах та інших вологих приміщеннях.

Як результат, обираючи світильник Ватра ДББ26У-12 для коридорів, гардеробних та туалетів, ми забезпечуємо високу якість освітлення, енергоефективність та естетичний зовнішній вигляд, що сприятиме створенню комфортного та безпечного середовища для всіх користувачів приміщень.

5.4. Визначення потужності ламп, вибір та розрахунок освітлювальної мережі

Для більш ефективного та швидкого обчислення питомої потужності ми можемо користуватися спеціалізованим програмним забезпеченням.

Однією з важливих переваг програми DIALux є можливість представлення результатів обчислень у різних форматах, що дозволяє проводити детальний аналіз освітлення. Після вибору відповідних світильників ми моделюємо освітлювальну систему в програмі DIALux для кожної зони та приміщення.

За допомогою формули 3.1 ми розраховуємо загальне навантаження для аналогічних зон.

$$P_{i-i} = n \cdot P_i, \text{ Вт} \quad (5.1)$$

де n – кількість схожих ділянок;

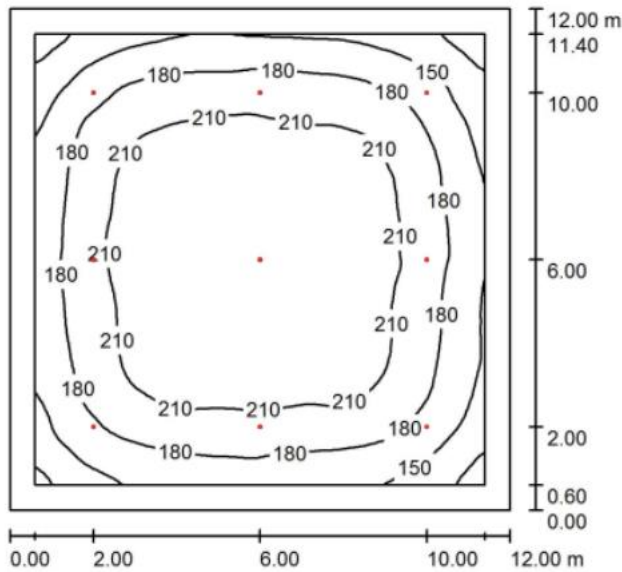
P_i – потужність одної ділянки.

Для визначення загальної потужності необхідних світильників для освітлення всіх приміщень та ділянок цеху, ми розраховуємо суму усіх вирахованих навантажень за допомогою наступної формули:

$$P_{\Sigma} = \sum P_i, \text{ Вт} \quad (5.2)$$

Розподіл рівня освітленості по робочій поверхні для виробничих ділянок 1-4 на висоті 0,8 м від підлоги із застосуванням світлодіодних ламп, зображений на рисунку 5.1.

Виробничі ділянки 1-4 / Резюме



Высота помещения: 9.000 м, Монтажная высота: 7.500 м,
Коэффициент эксплуатации: 0.80

Значения в Lux, Масштаб 1:155

Поверхность	ρ [%]	E_{cp} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{cp}
Рабочая плоскость	/	193	100	235	0.521
Полы	20	173	77	237	0.446
Потолок	70	25	18	33	0.728
Стенки (4)	50	45	18	97	/

Рабочая плоскость:

Высота: 0.800 м
Растр: 128 x 128 Точки
Крайевая зона: 0.600 м

Ведомость светильников

№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	9	P1"ФИРМА"NOT MANTA RD16L70 (Тип 1)* (1.000)	4290	4459	35.0
*Измененные технические данные			Всего: 38606	Всего: 40131	315.0

Удельная подсоединенная мощность: $2.19 \text{ W/m}^2 = 1.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Поверхность основания: 144.00 m^2)

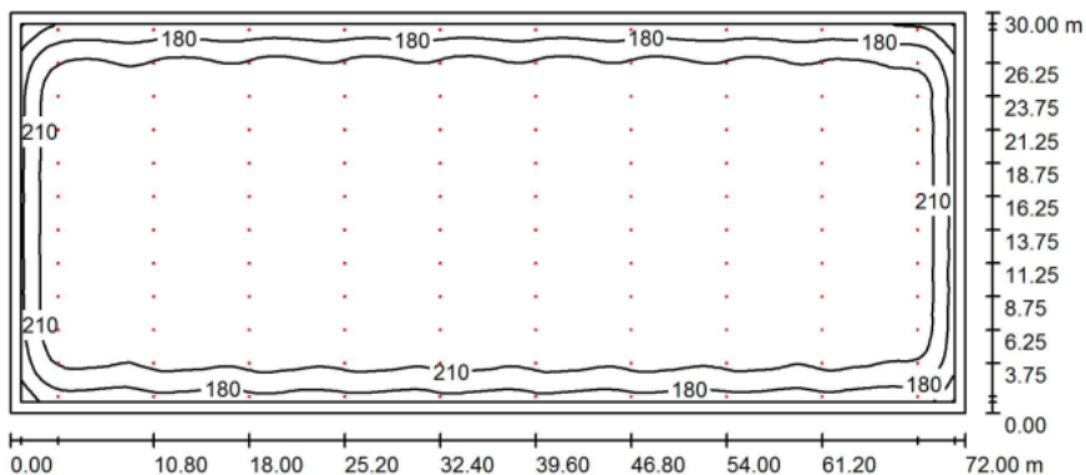
Рисунок 5.1 - Розподіл рівня освітленості по робочій поверхні для виробничих ділянок 1-4

Отже, з результатів розрахунків програми видно, що для освітлення однієї виробничої ділянки нам потрібно світлодіодне світильникове обладнання з потужністю $P_1=315\text{Вт}$, а для всіх чотирьох ділянок.

$$P_{1-4}=4 \cdot P_1=4 \cdot 315=1260\text{Вт.}$$

Розподіл освітленості по робочій поверхні цеху на висоті 0,8 м від підлоги з використанням світлодіодних ламп показано на малюнку 5.2.

Цех



Высота помещения: 9.000 м, Монтажная высота: 9.000 м,
Коэффициент эксплуатации: 0.80

Значения в Лух, Масштаб 1:515

Поверхность	ρ [%]	E_{cp} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{cp}
Рабочая плоскость	/	218	118	239	0.542
Полы	20	210	93	240	0.440
Потолок	70	38	26	43	0.686
Стенки (4)	50	59	28	234	/

Рабочая плоскость:

Высота: 0.800 м
Растр: 128 x 64 Точки
Краевая зона: 0.800 м

Ведомость светильников

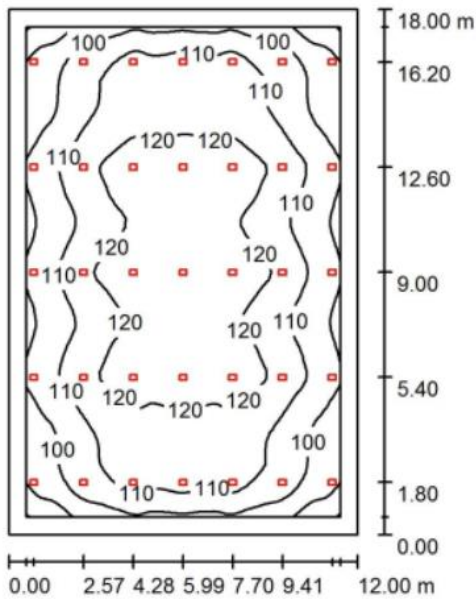
№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	120	PI"ФИРМА"NOT MANTA PL4L90VP (1.000)	4662	4846	42.0
			Всего: 559419	Всего: 581520	5040.0

Удельная подсоединенная мощность: $2.33 \text{ W/m}^2 = 1.07 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Поверхность основания: 2160.00 m^2)

Рисунок 5.2 - Розподіл рівня освітленості по робочій поверхні
для нашого цеху

Отже, з аналізу програми видно, що для загального освітлення цеху нам потрібно світлодіодне світильникове обладнання з потужністю $P_5=5040$ Вт.

Розглянемо рівень розподілу освітленості по робочій поверхні для складу готової продукції на висоті 0,8 м від підлоги з використанням світлодіодних світильників показано на малюнку 5.3.



Высота помещения: 4.000 м, Монтажная высота: 4.000 м,
Коэффициент эксплуатации: 0.80

Значения в Lux, Масштаб 1:232

Поверхность	ρ [%]	E_{cp} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{cp}
Рабочая плоскость	/	111	80	127	0.717
Полы	20	99	65	119	0.661
Потолок	70	39	26	592	0.664
Стенки (4)	50	74	48	159	/

Рабочая плоскость:

Высота: 0.800 м
Растр: 64 x 64 Точки
Краевая зона: 0.600 м

Ведомость светильников

№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	35	ТОВ "ОСП Корпорація "Ватра ДББ26У-12 (Тип 1)* (1.000)	1023	1330	13.0
*Измененные технические данные			Всего: 35818	Всего: 46550	455.0

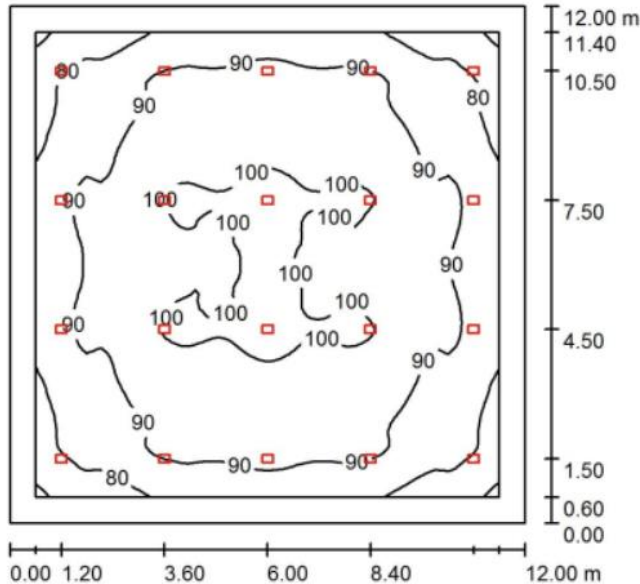
Удельная подсоединенная мощность: $2.11 \text{ W/m}^2 = 1.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Поверхность основания: 216.00 m^2)

Рисунок 5.3 - Розподіл рівня освітленості для складу готової продукції

Таким чином, аналізуючи дані програми, ми приходимо до висновку, що для належного освітлення приміщення складу готової продукції необхідно встановити світильники загальної потужності $P_7=455 \text{ Вт}$.

Розподіл рівня освітленості на підлозі кімнати відпочинку, на висоті 0,8 метра, застосовуючи світлодіодні лампи з використанням системи світлорозподілу, зображений на рисунку 5.4.

Кімната відпочинку



Высота помещения: 4.000 м, Монтажная высота: 4.000 м,
Коэффициент эксплуатации: 0.80

Значения в Лкx, Масштаб 1:155

Поверхность	ρ [%]	E_{cp} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{cp}
Рабочая плоскость	/	91	68	103	0.745
Полы	20	79	54	95	0.688
Потолок	70	32	21	546	0.647
Стенки (4)	50	60	39	97	/

Рабочая плоскость:

Высота: 0.800 м
Растр: 64 x 64 Точки
Краевая зона: 0.600 м

Ведомость светильников

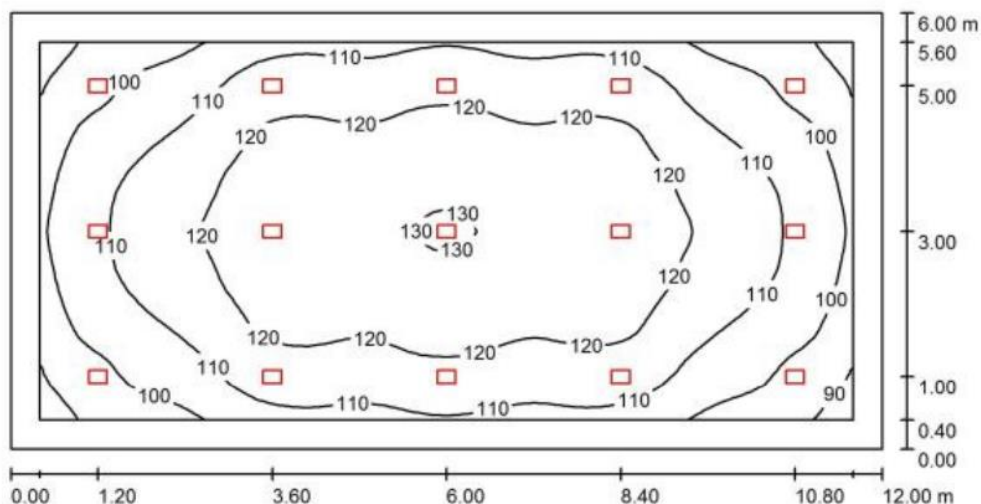
№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	20	ТОВ "ОСП Корпорація "Ватра ДББ26У-12 (Тип 1)* (1.000)	1023	1330	13.0
*Измененные технические данные			Всего: 20467	Всего: 26600	260.0

Удельная подсоединенная мощность: $1.81 \text{ W/m}^2 = 1.99 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Поверхность основания: 144.00 m^2)

Рисунок 5.4 - Розподіл рівня освітленості у кімнаті відпочинку

Таким чином, з висновків програми видно, що для освітлення кімнати відпочинку потрібно встановити світильники з загальною потужністю $P_{\Sigma} = 260 \text{ Вт}$.

Розподіл яскравості в коридорі, виміряний на висоті 0,8 м від підлоги з застосуванням світильників із світлодіодними лампами, показаний на рисунку 3.5.



Высота помещения: 4.000 м, Монтажная высота: 4.000 м, Коэффициент эксплуатации: 0.80

Значения в Lux, Масштаб 1:86

Поверхность	ρ [%]	E_{cp} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{cp}
Рабочая плоскость	/	114	84	130	0.740
Полы	20	96	67	115	0.702
Потолок	70	47	30	623	0.651
Стенки (4)	50	79	47	130	/

Рабочая плоскость:

Высота: 0.800 м
 Растр: 64 x 32 Точки
 Краевая зона: 0.400 м

Ведомость светильников

№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	15	ТОВ "ОСП Корпорація "Ватра ДББ26У-12 (Тип 1)" (1.000)	1023	1330	13.0
*Измененные технические данные			Всего: 15350	Всего: 19950	195.0

Удельная подсоединенная мощность: $2.71 \text{ W/m}^2 = 2.38 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Поверхность основания: 72.00 m^2)

Рисунок 5.5 - Розподіл рівня освітленості для коридору

Отже з рисунку 5.5. видно що для освітлення коридору потрібно світлодіодне обладнання зі споживаною потужністю $P_{11}=195 \text{ Вт}$.

6. ПРОЕКТУВАННЯ ПИТАНЬ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Реконструкція системи електрофікації на підприємстві вимагає ретельного планування та виконання з огляду на низку аспектів охорони праці. Перш за все, необхідно врахувати всі можливі ризики та небезпеки, пов'язані з електричними системами, щоб забезпечити безпеку персоналу.

Один з ключових аспектів охорони праці під час реконструкції електромережі - це забезпечення відповідності всіх робіт нормам і правилам електробезпеки. Це означає, що всі робітники, які будуть залучені до реконструкції, повинні мати необхідну кваліфікацію та тренування для безпечної роботи з електроустаткуванням.

Додатково, важливо провести детальний аналіз існуючої інфраструктури та виявити всі можливі проблемні місця, такі як старе обладнання, дроти або кабелі зі зношеними ізоляційними матеріалами, несправні контакти тощо. Це допоможе уникнути небезпечних ситуацій під час реконструкції та подальшої експлуатації.

Крім того, важливо встановити ефективні системи відключення електроживлення, щоб забезпечити безпечну роботу персоналу під час ремонтних робіт або аварійних ситуацій. Це може включати в себе правильне позначення та ідентифікацію електрообладнання, використання відповідної замкової системи для відключення електроживлення, а також проведення перевірок безпеки перед початком робіт.

Крім того, необхідно враховувати можливі ризики під час встановлення нового обладнання та проведення необхідних підключень. Працівникам слід надавати необхідні засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), такі як рукавички та окуляри, для захисту від можливих травм або ураження електричним струмом.

Отже, реконструкція системи електрофікації підприємства вимагає комплексного підходу до охорони праці з метою забезпечення безпеки та здоров'я працівників під час проведення робіт з електричним обладнанням.

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів під час градування резервуарів включає в себе оцінку потенційних загроз для здоров'я та безпеки працівників, а також визначення можливих шляхів їх уникнення або мінімізації.

Під час градування резервуарів працівники знаходяться в середовищі, де можуть виникнути різні хімічні речовини. Цей процес може включати взаємодію з різними речовинами, які, у разі неправильного оброблення, можуть стати джерелом токсичності або навіть становити загрозу для здоров'я та безпеки працівників.

Один із потенційно небезпечних аспектів цього процесу - це можливість контакту з токсичними речовинами. Деякі речовини, які використовуються в процесі градування резервуарів, можуть бути токсичними при прямому контакті з ними. Наприклад, хімічні розчинники або інші речовини можуть мати потенційно шкідливий вплив на дихальні шляхи, шкіру або очі працівників.

Крім того, існує ризик виникнення небезпечних ситуацій через неправильне оброблення хімічних речовин. Наприклад, неправильне сумішування або використання хімікатів може призвести до викидів чи навіть вибухів, що загрожує життю та здоров'ю працівників.

Тому важливою частиною управління безпекою під час градування резервуарів є належне навчання персоналу щодо безпечної взаємодії з хімічними речовинами, а також використання необхідного захисного обладнання. Ретельне дотримання правил та процедур безпеки дозволяє зменшити ризик виникнення небезпечних ситуацій і забезпечити безпеку та охорону здоров'я працівників під час виконання цього важливого процесу.

Робота з резервуарами потенційно створює небезпечні умови, які можуть призвести до пожежі або вибуху. Цей ризик особливо актуальний у випадках, коли в процесі виконання робіт використовуються горючі матеріали або коли роботи відбуваються в умовах підвищених температур.

Взаємодія з горючими речовинами, такими як палива або розчинники, може створити потенційно небезпечну ситуацію, особливо якщо вона відбувається в умовах, де присутні запальні джерела. Підвищені температури також можуть

спричинити збільшення ризику пожежі або вибуху, особливо якщо роботи проводяться в обмеженому просторі або в умовах, де є високий рівень концентрації горючих матеріалів.

Для забезпечення безпеки працівників під час робіт з резервуарами необхідно вживати заходів передбачення пожежі та вибуху. Це включає в себе дотримання правил безпеки при роботі з горючими речовинами, застосування відповідного захисного обладнання та забезпечення належного провітрювання робочого простору. Крім того, важливо мати план евакуації та знати процедури пожежної безпеки для негайного реагування у випадку виникнення небезпечної ситуації.

Робота з резервуарами часто вимагає виконання завдань на висоті або в умовах обмеженої доступності. Це означає, що працівники змушені працювати на висоті, наприклад, на верхніх платформах або мостах, або проводити інші види робіт у важкодоступних місцях, таких як тісні проміжки або вузькі коридори всередині резервуара.

Ці умови можуть створювати ризик для безпеки працівників. Працівники, які працюють на висоті, можуть бути піддані ризику падіння, особливо якщо робота виконується без належного захисту, такого як страхувальні пристрої або бар'єри. Крім того, умови обмеженої доступності можуть ускладнити евакуацію працівників у разі аварії або надати ускладнений доступ для рятувальних служб.

З метою забезпечення безпеки працівників, які виконують роботу з резервуарами, необхідно вживати заходів безпеки на висоті та в умовах обмеженої доступності. Це включає в себе використання відповідного захисного обладнання, проведення безпеки роботи на висоті, надання необхідного навчання та інструктажу персоналу та виконання інших заходів безпеки, щоб забезпечити безпеку та запобігти можливим травмам або нещасним випадкам.

Працюючи з великими металевими конструкціями, що використовуються для резервуарів, працівники піддають себе певним ризикам, які можуть призвести до травм. Великі металеві елементи можуть бути важкими та незручними для

обробки, особливо якщо не вжиті належні заходи безпеки. Ось ймовірні загрози які можуть виникнути:

Травми від ударів. Під час монтажу або ремонту конструкцій працівники можуть отримати травми від ударів великими металевими елементами. Це може статися через неправильне маневрування або невірне закріплення елементів, а також через випадкові падіння чи зіткнення з іншими об'єктами на робочій площадці.

Порізи та розрізи. Гострі краї та виступаючі частини металевих конструкцій можуть становити ризик порізів або розрізів для працівників, особливо якщо вони працюють у тісних просторах або умовах обмеженої видимості.

Зсуви та обвалення. Великі металеві конструкції можуть бути нестійкими під час монтажу або ремонту, що може спричинити зсуви або обвалення. Це може призвести до травм, особливо якщо працівники перебувають у зоні ризику.

Для запобігання таким ризикам необхідно вживати відповідні заходи безпеки, включаючи носіння захисного спорядження, правильне навчання та інструктаж персоналу, а також забезпечення надійних методів закріплення та маніпулювання великими металевими елементами. Тільки при належному дотриманні заходів безпеки можна мінімізувати ризик травм та забезпечити безпеку працівників, що працюють з металевими конструкціями для резервуарів.

Під час градування резервуарів працівники зіткнуться з різними фізичними та психологічними викликами, які можуть впливати на їхнє благополуччя та ефективність роботи.

Ось деякі з них:

1. *Погана організація робочого місця.* Нестача організації робочого простору є серйозною проблемою, яка може призвести до різних негативних наслідків, які відбиваються на ефективності та безпеці роботи. Недбала або неякісна організація робочого місця може вплинути на працівників наступним чином:

2. *Збільшення часу, потрібного для виконання завдань.* Коли обладнання, інструменти або матеріали недоступні або погано організовані, працівникам може знадобитися додатковий час на їхнє пошук чи переміщення. Це призводить до збільшення часу, який витрачається на виконання завдань, та може вплинути на графік роботи.
3. *Збільшення ризику аварійних ситуацій.* Неправильно розміщене обладнання або недостатній доступ до інструментів може створювати перешкоди, які ускладнюють процес роботи. Це може збільшити ймовірність травматичних подій або аварій, особливо якщо працівники змушені виконувати швидкі або незвичні рухи, щоб уникнути перешкод.

Наприклад, якщо інструменти або матеріали не розташовані в легкодоступному місці, працівники можуть витрачати багато часу на їхнє пошук або переміщення, замість того, щоб зосередитися на виконанні завдань. Це не лише затримує виробничий процес, а й збільшує ризик травм.

Отже, належна організація робочого простору є важливим аспектом забезпечення ефективності та безпеки робочого процесу. Забезпечення легкодоступності обладнання та інструментів, а також відповідного їхнього розташування, може сприяти підвищенню продуктивності та зниженню ризику травматичних подій.

Градування резервуарів є процесом, що вимагає значної фізичної активності та напруги від робітників, оскільки вони часто змушені операционувати з великими та важкими предметами, маніпулювати обладнанням та працювати в умовах обмеженого простору. Це призводить до накопичення різних фізичних навантажень, які можуть стати причиною перенапруження, травм та інших проблем зі здоров'ям.

Підвищена фізична активність, пов'язана з градуванням резервуарів, може включати важкі підйоми та переміщення обладнання, довготривалу роботу в умовах обмеженого простору, а також повторювані рухи, такі як завантаження або розвантаження матеріалів. Ці види діяльності можуть створювати значне

навантаження на м'язи та суглоби працівників, особливо при тривалому виконанні.

Напруга, що виникає внаслідок постійних фізичних навантажень, може призвести до різних проблем зі здоров'ям, включаючи м'язові напруги, травми суглобів та хребта, а також загальне перевтомлення. Оскільки градування резервуарів часто вимагає виконання довгих та інтенсивних робочих годин, працівники можуть бути піддані значному ризику розвитку подібних проблем.

Отже, для забезпечення безпеки та здоров'я працівників під час градування резервуарів необхідно вживати заходів щодо зменшення фізичних навантажень та вдосконалення організації робочого процесу.

Тривалий час перебування в незручних позах. Працювати в умовах, коли працівники змушені утримувати незручні пози або перебувати в обмеженому просторі, може призвести до значного дискомфорту та втомленості. Ця ситуація часто виникає при градуванні резервуарів, коли робітники змушені працювати в ускладнених умовах для доступу до важкодоступних ділянок резервуара.

Наприклад, працівники можуть знаходитися в незручних позах протягом тривалого періоду часу, щоб мати доступ до складних місць на поверхні або всередині резервуара. Це може призвести до появи болю в м'язах, стугонів та загального невдоволення. Крім того, тривале перебування в таких позах може викликати втомленість та зниження продуктивності працівників.

Такі умови праці можуть стати причиною не лише фізичного, але й психологічного навантаження для працівників. Неприємність та втомленість, спричинені тривалим перебуванням в незручних позах або обмеженому просторі, можуть вплинути на психічний стан та загальний комфорт працівників.

Отже, для забезпечення ефективності та безпеки робочого процесу під час градування резервуарів необхідно враховувати ці аспекти та вживати заходів для зменшення негативного впливу незручних поз та обмеженого простору на працівників.

Для запобігання цим проблемам необхідно вживати заходів безпеки та забезпечувати належні умови праці. Це може включати в себе належне

організацію робочого простору, надання необхідного обладнання та інструментів, а також регулярні перерви для відпочинку та розслаблення м'язів. Важливо також забезпечити навчання працівників правилам безпеки та надати їм інформацію про потенційні ризики та методи їх запобігання. Тільки при належній організації робочого процесу та дотриманні відповідних заходів безпеки можна забезпечити ефективну та безпечну роботу з градуванням резервуарів.

7. ЕКОЛОГІЯ

Автоматизовані системи очищення води відіграють ключову роль у забезпеченні доступу до чистої та безпечної питної води, зменшенні забруднення водних ресурсів та збереженні навколишнього середовища. Вони не тільки покращують якість води, але й сприяють сталому розвитку та мінімізації екологічного впливу на природу.

Зниження використання хімічних речовин. Автоматизовані системи очищення води часто використовують технології, які зменшують або повністю виключають потребу в хімічних реагентах. Це має суттєве значення для охорони навколишнього середовища, оскільки зменшення використання хімікатів не тільки знижує витрати на їх закупівлю та утилізацію, але й мінімізує потенційний ризик для екосистем.

Сучасні технології очищення води:

- Ультрафільтрація (УФ) є одним із найпоширеніших методів механічної фільтрації, що використовує мембрани з дуже малими порами для видалення з води зважених частинок, бактерій та вірусів. Ця технологія дозволяє очистити воду без застосування хімічних коагулянтів та дезінфектантів. УФ-системи ефективні при очищенні як природних, так і промислових вод, забезпечуючи високу якість очищеної води.
- Нанофільтрація (НФ) є більш вдосконаленим процесом мембранної фільтрації, що здатен видаляти розчинені органічні сполуки, мікрозабруднювачі, а також частково іони твердих речовин. Використання НФ дозволяє обійтись без хімічного пом'якшення води та видалення важких металів. Це значно зменшує вплив на довкілля, оскільки немає потреби в утилізації відпрацьованих реагентів.
- Зворотний осмос (ЗО) є одним із найефективніших методів очищення води, що використовує напівпроникні мембрани для видалення практично всіх видів забруднювачів, включаючи солі, органічні молекули та мікробіологічні забруднювачі. ЗО системи працюють без використання

хімічних реагентів, що не тільки покращує якість води, але й знижує екологічний вплив.

Зниження використання хімічних речовин в автоматизованих системах очищення води має численні екологічні та економічні переваги. Сучасні технології, такі як ультрафільтрація, нанофільтрація, зворотний осмос та ультрафіолетове опромінення, дозволяють ефективно видаляти забруднювачі без застосування хімікатів, що зменшує ризик вторинного забруднення, знижує негативний вплив на водні екосистеми, забезпечує безпеку для здоров'я людини та економічні вигоди. Впровадження цих технологій є важливим кроком до створення екологічно стійких систем водопостачання та охорони довкілля.

Енергоефективність та використання відновлюваних джерел енергії.

Сучасні автоматизовані системи очищення води проектуються з урахуванням енергоефективності. Використання інноваційних технологій, таких як високоефективні насоси, системи регенерації енергії та автоматизоване управління процесами, дозволяє значно знизити споживання енергії. Деякі системи можуть інтегруватися з відновлюваними джерелами енергії, такими як сонячні або вітрові установки, що сприяє зменшенню викидів парникових газів і збереженню природних ресурсів.

Використання високоефективних насосів є одним з основних способів підвищення енергоефективності в системах очищення води. Такі насоси спроектовані для зменшення енергоспоживання шляхом оптимізації гідравлічних характеристик та зменшення втрат енергії. Насоси з інверторним управлінням можуть автоматично підлаштовувати свою роботу під реальні потреби системи, що дозволяє значно зменшити споживання електроенергії.

Компресори, що використовуються в процесах аерації та інших операціях з очищення води, також можуть бути оптимізовані для зниження енергоспоживання. Використання сучасних компресорів з регульованою швидкістю та високою ефективністю дозволяє зменшити витрати електроенергії та підвищити загальну продуктивність системи.

Автоматизація є ключовим елементом сучасних систем очищення води, що дозволяє оптимізувати роботу всіх компонентів системи в режимі реального часу. Використання інтелектуальних систем управління та датчиків дозволяє автоматично регулювати процеси очищення води, зменшуючи енергоспоживання та підвищуючи ефективність роботи системи.

Сучасні системи очищення води оснащені програмним забезпеченням для моніторингу та аналізу даних, що дозволяє виявляти можливості для підвищення енергоефективності. Це включає оптимізацію роботи насосів, компресорів, систем рекуперації енергії та інших компонентів системи.

Сучасні автоматизовані системи очищення води проектуються з урахуванням енергоефективності та інтеграції відновлюваних джерел енергії. Використання вискоелективних насосів, систем рекуперації енергії, автоматизованих систем управління та відновлюваних джерел енергії дозволяє значно знизити споживання енергії та зменшити викиди парникових газів. Це сприяє збереженню природних ресурсів та підвищенню екологічної стійкості систем водопостачання, що є важливим кроком на шляху до сталого розвитку.

Зменшення обсягів відходів. Автоматизовані системи очищення води здатні ефективніше управляти відходами, що утворюються в процесі очищення. Використання мембранних технологій, наприклад, дозволяє концентрувати забруднювачі в невеликому об'ємі води, що значно зменшує кількість осадів та інших відходів, які потребують подальшої утилізації. Це не тільки полегшує процес управління відходами, але й знижує їх негативний вплив на довкілля.

Поліпшення якості води та здоров'я населення. Автоматизовані системи забезпечують високий рівень контролю якості води, що дозволяє своєчасно виявляти та усувати забруднення. Це сприяє зменшенню випадків захворювань, пов'язаних з водою, таких як шлунково-кишкові інфекції, та покращує загальний стан здоров'я населення. Чиста вода також сприяє розвитку сільського господарства та промисловості, що позитивно впливає на економіку та якість життя.

Збереження водних ресурсів. Автоматизовані системи очищення води можуть бути використані для повторного використання очищеної води, що допомагає зменшити споживання прісних водних ресурсів. Це особливо важливо в регіонах з обмеженими водними ресурсами, де повторне використання води сприяє збереженню природних водних джерел і забезпеченню сталого водопостачання.

Отже, автоматизовані системи очищення води мають значний позитивний вплив на екологію. Вони сприяють зменшенню використання хімічних речовин, підвищують енергоефективність, зменшують обсяги відходів, покращують якість води та здоров'я населення, а також зберігають водні ресурси. Завдяки цим перевагам, впровадження та розвиток автоматизованих систем очищення води є важливим кроком до забезпечення екологічної стійкості та охорони навколишнього середовища.

8. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ТА ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

Автоматизація системи очищення води забезпечує високу ефективність та надійність роботи.

Основні компоненти автоматизованої системи включають:

1. *Сенсори та датчики.* Використовуються для контролю параметрів води, таких як рівень забруднень, рН, температура, концентрація хімічних речовин та інші показники.
2. *Програмне забезпечення.* Аналізує дані з сенсорів та приймає рішення щодо оптимізації процесів очищення. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє адаптуватися до змін у складі води та забезпечувати стабільну якість очищення.
3. *Актуатори.* Забезпечують керування обладнанням, таким як насоси, клапани, змішувачі та інші механізми.
4. *Система управління та контролю.* Забезпечує інтеграцію всіх компонентів системи та координацію їхньої роботи. Вона дозволяє оператору контролювати процес очищення води та вносити корективи у разі потреби.

Таблиця 8.1 – Витрати на запуск проекту

Будівля	
4000 000 грн	A = 200 000 грн (20 років)
Обладнання	
УФ установка	40 000
Мембранний модуль	170 000
Банк-усереднювач	25 000
Установка мікрофільтрації	80 000
$\Sigma = 315\ 000$ грн.	A = 15750 (20 років)
Нематеріальні активи	
80 000 грн	A = 4000 (20 років)

$$A = 200\,000 + 15\,750 + 4000 = 219\,750$$

$$\text{ОФ} = 4000\,000 \text{ грн} + 40\,000 \text{ грн} + 170\,000 \text{ грн} + 25\,000 \text{ грн} + 80\,000 \text{ грн} + 80\,000 \text{ грн} = 4\,395\,000 \text{ грн}$$

Оборотні фонди ПВКП «Укрстандарт»

Тривалість роботи підприємства є одним з ключових аспектів, що впливає на його економічну ефективність та стійкість. Від цього показника залежить термін амортизації обладнання, витрати на технічне обслуговування, а також здатність підприємства забезпечувати безперебійне постачання чистої води протягом усього періоду експлуатації.

$$T_{\text{вч}} = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год}$$

Тривалість роботи працівника на підприємстві з автоматизованою системою очищення води є важливим аспектом, який впливає на продуктивність, ефективність та загальний рівень задоволеності персоналу. В умовах високої автоматизації, роль працівника змінюється, акцентуючи увагу на технічному обслуговуванні, моніторингу та управлінні системами.

$$T_{\text{(рік прац)}} = ((365 - T_{\text{св}})/7) \cdot 40 - (T_{\text{св}} - 1) \cdot 1 = ((365 - 11)/7) \cdot 40 - (8 - 1) \cdot 1 = 2016 \text{ год.}$$

Кількість бригад в ПВКП «Укрстандарт» з автоматизованою системою очищення води

$$N_{\text{бриг}} = T_{\text{(рік прац)}} / T_{\text{(рік прац)}} = 8760/2016 = 4.$$

Отже, щоб забезпечити безперервний процес роботи підприємства, потрібно 4 бригади.

Графік змін на підприємстві:

Перша зміна (06:00 - 14:00).

- Експлуатаційна бригада. Займається запуском системи, моніторингом процесу очищення води, контролем якості та виконанням щоденних операцій.
- Технічна бригада. Виконує регулярне технічне обслуговування та невеликі ремонти обладнання. Перевіряє системи на наявність несправностей та проводить профілактичні роботи.
- Інженерна бригада. Займається аналізом ефективності роботи системи, оптимізацією процесів та модернізацією обладнання.
- Аварійна бригада. Готова до швидкого реагування у випадку виникнення аварійних ситуацій або несправностей.

Друга зміна (14:00 - 22:00).

- Експлуатаційна бригада. Продовжує моніторинг та управління процесом очищення води, виконує необхідні коригування та підтримує стабільну роботу системи.
- Технічна бригада. Проводить необхідні ремонти та технічне обслуговування обладнання. Займається заміною зношених деталей та перевіркою систем.
- Інженерна бригада. Аналізує дані про роботу системи, розробляє та впроваджує удосконалення для підвищення ефективності та зниження витрат.
- Аварійна бригада. Залишається на чергуванні для швидкої ліквідації будь-яких несправностей або аварійних ситуацій.

Третя зміна (22:00 - 06:00).

- Експлуатаційна бригада. Забезпечує безперебійний процес очищення води в нічний час, контролює всі параметри та вживає заходів для підтримки стабільної роботи системи.

- Технічна бригада. Виконує технічні роботи, які можна проводити в нічний час без зупинки виробничого процесу. Готує обладнання до роботи наступного дня.
- Інженерна бригада. Моніторить та аналізує роботу системи, вносить необхідні коригування для забезпечення оптимальної роботи вночі.
- Аварійна бригада. Залишається на чергуванні для швидкого реагування у випадку виникнення проблем.

Цей розклад забезпечує безперервний процес очищення води, дозволяє своєчасно проводити технічне обслуговування та ремонти, а також забезпечує готовність до швидкого реагування на будь-які непередбачені ситуації. Кожна зміна працює 8 годин, що забезпечує покриття всього 24-годинного періоду.

Таблиця 8.2 – Графік змінності працівників

Дні Брига													0	1	2	3	4	5	6
I																			
II																			
III																			
IV																			

Отже, автоматизація системи очищення води забезпечує високу ефективність та надійність роботи.

Основні компоненти автоматизованої системи включають:

- *Сенсори та датчики.* Використовуються для контролю параметрів води, таких як рівень забруднень, рН, температура, концентрація хімічних речовин та інші показники.
- *Програмне забезпечення.* Аналізує дані з сенсорів та приймає рішення щодо оптимізації процесів очищення. Використання алгоритмів машинного

навчання дозволяє адаптуватися до змін у складі води та забезпечувати стабільну якість очищення.

- *Актуатори.* Забезпечують керування обладнанням, таким як насоси, клапани, змішувачі та інші механізми.
- Система управління та контролю. Забезпечує інтеграцію всіх компонентів системи та координацію їхньої роботи. Вона дозволяє оператору контролювати процес очищення води та вносити корективи у разі потреби.

Загальна амортизація: $200,000 + 15,750 + 4,000 = 219,750$ грн

Загальні основні фонди (ОФ): $4,000,000 + 40,000 + 170,000 + 25,000 + 80,000 + 80,000 = 4,395,000$ грн

Оборотні фонди ПВКП «Укрстандарт».

Тривалість роботи підприємства є одним з ключових аспектів, що впливає на його економічну ефективність та стійкість. Від цього показника залежить термін амортизації обладнання, витрати на технічне обслуговування, а також здатність підприємства забезпечувати безперебійне постачання чистої води протягом усього періоду експлуатації.

Тривалість роботи працівника на підприємстві з автоматизованою системою очищення води є важливим аспектом, який впливає на продуктивність, ефективність та загальний рівень задоволеності персоналу. В умовах високої автоматизації роль працівника змінюється, акцентуючи увагу на технічному обслуговуванні, моніторингу та управлінні системами.

Кількість бригад в ПВКП «Укрстандарт» з автоматизованою системою очищення води

Отже, щоб забезпечити безперервний процес роботи підприємства, потрібно 4 бригади.

ВИСНОВКИ

Реконструкція системи електрифікації підприємства ПВКП «УКРСТАНДАРТ» значно підвищила загальну ефективність та надійність виробничих процесів, сприяла зниженню експлуатаційних витрат і підвищенню конкурентоспроможності підприємства на ринку. Завдяки цьому, ПВКП «УКРСТАНДАРТ» отримало змогу забезпечувати високу якість продукції, зменшити енергетичні витрати та поліпшити екологічні показники своєї діяльності.

Автоматизація процесів очищення води: Автоматизована система очищення води забезпечує комплексний і ефективний контроль за всіма етапами технологічного процесу, що включає моніторинг, управління і оптимізацію роботи обладнання. Завдяки використанню сучасних технологій автоматизації, система дозволяє в режимі реального часу відстежувати ключові параметри процесу очищення, такі як рівень води, тиск, витрати, температуру та інші важливі показники. Це дає змогу вчасно виявляти будь-які відхилення від встановлених норм і оперативно реагувати на них, запобігаючи потенційним проблемам.

Контроль за станом обладнання здійснюється за допомогою інтегрованих сенсорів і датчиків, які безперервно передають дані до програмованого логічного контролера (ПЛК). ПЛК обробляє ці дані та забезпечує автоматичне регулювання процесу, що мінімізує людський фактор і підвищує точність управління. Крім того, система здатна реєструвати та зберігати історичні дані, що дозволяє проводити аналіз ефективності роботи та виявляти можливості для подальшого вдосконалення процесу.

Однією з ключових переваг автоматизованої системи є забезпечення відповідності очищеної води необхідним стандартам і нормативам. Це досягається завдяки точному дотриманню технологічних параметрів, що гарантує високу якість кінцевого продукту. Стабільність процесу очищення є критично

важливою для підприємства, оскільки від цього залежить якість продукції, безпека виробничих процесів і задоволеність клієнтів.

Таким чином, автоматизована система очищення води є важливим елементом сучасного виробництва, який забезпечує не лише підвищення ефективності та надійності роботи підприємства, але й сприяє зменшенню експлуатаційних витрат та підвищенню екологічної безпеки. Впровадження таких систем дозволяє підприємствам залишатися конкурентоспроможними на ринку, забезпечуючи високу якість своїх продуктів та послуг.

Оптимізація регулювання подачі води: Регулювання подачі пом'якшеної води на різні стадії промивки та регенерації іонообмінної установки здійснюється з точним урахуванням необхідних параметрів витрати води. Цей процес є критично важливим для забезпечення оптимальної роботи установки, оскільки кожна стадія вимагає різної кількості води для досягнення бажаних результатів.

Під час виконання розпушування, регенерації та повільної промивки іонообмінної установки витрата води становить відповідно 40 м³/год, 13,4 м³/год і 20 м³/год. Ці параметри витрати води є результатом ретельних розрахунків і врахування специфічних вимог кожного етапу технологічного процесу.

Для досягнення точного регулювання витрати води використовується промисловий частотний перетворювач, який контролює частоту обертання двигуна насоса. Зміна частоти обертання дозволяє точно регулювати об'єм подачі води, що забезпечує необхідний потік у кожному з режимів. Частотний перетворювач інтегрований у систему керування і працює на основі даних, отриманих від сенсорів і контролерів, що відстежують поточний стан процесу.

Такий підхід до регулювання подачі води забезпечує кілька ключових переваг:

- *Точність і надійність.* Використання частотного перетворювача дозволяє з високою точністю налаштовувати подачу води відповідно до потреб кожного етапу, що мінімізує ризик помилок і збоїв.

- *Ефективність процесу.* Оптимізація витрати води на кожному етапі сприяє економії ресурсів і зниженню експлуатаційних витрат, що є важливим для підвищення загальної ефективності роботи установки.
- *Безперебійна робота.* Автоматичне регулювання подачі води забезпечує стабільність процесу, запобігаючи надмірному або недостатньому використанню води, що може призвести до проблем у роботі іонообмінної установки.
- *Гнучкість і адаптивність.* Система здатна швидко адаптуватися до змін у процесі, що дозволяє оперативно реагувати на зміни у виробничих умовах і підтримувати стабільність якості очищеної води.

Впровадження такого регулювання в систему автоматизації очищення води не лише підвищує ефективність технологічного процесу, але й забезпечує його стабільну та безперебійну роботу, що є критично важливим для підприємства ПВКП «УКРСТАНДАРТ».

Використання датчика вимірювання рівня води в ємності (LT) є ключовим елементом для забезпечення ефективного контролю та управління технологічним процесом. Цей датчик дозволяє безперервно отримувати точну інформацію про поточний рівень рідини в ємності, що є критично важливим для підтримання стабільності та ефективності роботи системи очищення води.

Датчик вимірює рівень води і генерує аналоговий сигнал в діапазоні 4-20 мА, який відображає поточний рівень рідини. Цей аналоговий сигнал є стандартом у промислових системах автоматизації завдяки своїй надійності та точності. Сигнал передається на елемент порівняння, який обробляє дані і формує результуючий сигнал, що подається на програмований логічний контролер (ПЛК).

Програмований логічний контролер (ПЛК) виконує кілька важливих функцій:

- *Регулювання процесу.* ПЛК використовує дані від датчика для регулювання роботи насосів, клапанів та інших компонентів системи, забезпечуючи оптимальний рівень води в ємності.

- *Відображення даних.* ПЛК постійно відображає актуальні дані про рівень води на екранах оператора, що дозволяє персоналу відстежувати стан процесу в режимі реального часу.
- *Реєстрація даних.* ПЛК зберігає історичні дані про рівень води та інші параметри процесу. Це дозволяє аналізувати ефективність роботи системи та виявляти тенденції чи можливі проблеми.
- *Сигналізація.* ПЛК автоматично генерує сигнали тривоги у випадку виявлення аномалій, таких як перевищення або падіння рівня води до небезпечних значень. Це дозволяє оперативно реагувати на потенційні проблеми та запобігати їх розвитку.

Завдяки цій системі забезпечується точний контроль за рівнем води в ємності, що є важливим для стабільної роботи процесу очищення води. Постійний моніторинг та автоматичне регулювання дозволяють уникнути ситуацій, коли рівень води може бути занадто низьким або занадто високим, що може призвести до порушення роботи обладнання або навіть до аварійних ситуацій.

В цілому, впровадження датчика вимірювання рівня води та його інтеграція з програмованим логічним контролером підвищує надійність і ефективність системи очищення води. Це дозволяє підприємству ПБКП «УКРСТАНДАРТ» забезпечувати високоякісний процес очищення води, дотримуючись необхідних стандартів та нормативів, що є важливим для підтримання безперебійної роботи та конкурентоспроможності на ринку.

Аналіз технологічного процесу показав, що для контролю та регулювання рівня пом'якшеної води в накопичувальних ємностях ефективно може бути використана аналогічна структурна схема. Вимірюваний рівень води (L) впливає на датчик вимірювання рівня води (LT), який генерує аналоговий сигнал у діапазоні 4-20 мА. Цей сигнал обробляється ПЛК, що відповідає за подальше керування системою, забезпечуючи надійний та стабільний контроль за рівнем води.

Розроблена система передбачає зручне та гнучке керування технологічним процесом повного очищення води. Система дозволяє налаштовувати параметри

для досягнення необхідної якості та обсягу очищеної води, що робить процес більш адаптивним до потреб підприємства і дозволяє швидко реагувати на зміни в умовах роботи.

В цілому, впровадження автоматизованої системи очищення води значно підвищило ефективність та надійність роботи підприємства, забезпечивши високу якість очищеної води та оптимізацію витрат ресурсів.

Розроблена система автоматизації очищення води забезпечує зручне та гнучке керування всім технологічним процесом. Вона дозволяє операторам легко налаштовувати необхідні параметри, щоб досягати бажаної якості та обсягу очищеної води. Завдяки можливості точного регулювання всіх етапів процесу, система стає надзвичайно адаптивною до потреб підприємства. Це означає, що вона може швидко реагувати на будь-які зміни в умовах роботи, включаючи зміну вхідних параметрів води, коливання споживання та інші виробничі фактори.

Основні переваги розробленої системи включають:

- *Зручність управління.* Інтерфейс системи розроблений таким чином, щоб бути інтуїтивно зрозумілим для операторів, що дозволяє їм легко контролювати та налаштовувати процес очищення води. Це знижує ризик помилок і підвищує ефективність роботи персоналу.
- *Гнучкість налаштувань.* Система надає можливість детального налаштування параметрів кожного етапу очищення, що дозволяє досягати необхідної якості води відповідно до встановлених стандартів. Оператори можуть змінювати параметри в режимі реального часу, реагуючи на зміну умов, що забезпечує постійну відповідність продукції високим вимогам.
- *Адаптивність до змін.* Завдяки високому рівню автоматизації, система може швидко адаптуватися до змін у виробничому процесі. Це особливо важливо в умовах змінних навантажень або змін у складі вхідної води, дозволяючи підтримувати стабільність процесу без необхідності довготривалої перенастройки.
- *Підвищення ефективності та надійності.* Впровадження автоматизованої системи очищення води значно підвищило загальну ефективність роботи

підприємства. Система оптимізує використання ресурсів, таких як вода, електроенергія та хімічні реагенти, що дозволяє знизити операційні витрати.

- *Висока якість очищеної води.* Завдяки точному контролю над усіма етапами процесу, система забезпечує високу якість очищеної води. Це має важливе значення для відповідності продукції підприємства встановленим стандартам та нормативам, що підвищує його конкурентоспроможність на ринку.
- *Економія ресурсів.* Оптимізація витрат ресурсів не лише знижує витрати, але й сприяє зменшенню екологічного впливу підприємства. Це важливо як для дотримання екологічних нормативів, так і для покращення корпоративної соціальної відповідальності.

В цілому, впровадження автоматизованої системи очищення води забезпечило підприємству ПВКП «УКРСТАНДАРТ» значні переваги. Система не лише підвищила ефективність і надійність роботи, але й забезпечила високу якість очищеної води та оптимізацію витрат ресурсів. Це сприяє стабільному функціонуванню підприємства, його економічному розвитку та зміцненню позицій на ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ПУЕ Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання). 21.08.2017. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України
2. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (2029). Державний нормативний акт про охорону праці
3. СНиП III-4-80* Правила виробництва і приймання робіт. Техніка безпеки в будівництві (НПАОП 45.2-7.02-80)
4. ДСТУ EN 878:2022 Хімікати для очищення води, призначеної для споживання людиною.
5. ДСТУ EN 12902:2004 Матеріали для очищення води, призначеної для споживання людиною. Матеріали неорганічні для підтримувального шару і фільтрувальні.
6. ДСТУ-Н Б В.2.5-71:2013 Споруди для очищення поверхневих стічних вод. Настанова з проектування, завантажити безкоштовно, дивитися будівельний норматив.
7. НАКАЗ 30.01.2018 № 104. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 20 лютого 2018 р. за № 204/31656. Про затвердження Правил охорони праці під час очищення деталей механічним способом
8. Закон України «Про охорону праці» від 14 жовтня 1992 р. (Редакція станом на 01.10.2023).
9. Яковлєв В. Ф., Барсукова Г. В. Методичні вказівки до виконання розділу «Екологічна експертиза» в випускних роботах здобувачами вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальностей 2 першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. – Суми: СНАУ, 2021.– 12 с.
10. Василєга П. О. Електропостачання. – Суми: СумДУ, 2019. – 521 с.
11. Гошко М. О. Дослідження характеристик сучасних електричних джерел світла // Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. – 2012. – № 16. – С. 390-394

12. Журавльов О. Ю. Методичні вказівки з оформлення графічної частини конструкторської документації проектів автоматизації. Структурні, функціональні та принципіві схеми. – Суми: Вид-во СумДУ, 2006. – 48с.
13. Костик Л. М. Курс лекцій з дисципліни «Проектування промислового освітлення» для студентів спеціальності 8.05070105 «Світлотехніка і джерела світла», ТНТУ, 2015. – 132с.
14. Основи охорони праці: підручник для студентів вищих навчальних закладів // За ред. д.т.н., проф. М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2003. – 408 с.
15. Півняк Г. Г. Енергетична ефективність систем електропостачання. –Дніпро: НТУ «ДП», 2018. – 148 с.
16. Теорія автоматичного управління: Навчальний посібник [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кібер-енергетичних систем»; уклад.: О. Й. Штіфзон, П. В. Новіков, В.П. Бунь. Електронні текстові дані (1 файл: 2,2 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 144 с.
17. Фінансова звітність ПВКП «Укрстандрат» за 2021, 2022, 2023 рік. URL: <https://clarity-project.info/edr/32602717/finances>
18. Omar, N.M., Othman, M.H., Tai, Z.S., Rabuni, M.F., Amhamed, A.O., Puteh, M.H., Jaafar, J., Rahman, M.A., & Kurniawan, T. (2024). Overcoming challenges in water purification by nanocomposite ceramic membranes: A review of limitations and technical solutions. *Journal of Water Process Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2023.104613>
19. Xia, P., Chen, B., Gong, B., Liu, Z., He, C., & Wang, Y. (2022). The supply and demand of water purification service in an urbanizing basin on the Tibetan Plateau. *Landscape Ecology*, 37, 1937 - 1955. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100599>
20. Zhang, Y., Hu, J., Guo, X., Li, X., Lin, J., Zhang, Z., Yue, Y., Shen, W., Li, X., Wang, Z., Sun, S., Lin, S., Li, W., Xu, L., & Li, H. (2024). Achieving Solar-Thermal driven dual functional device utilizing flexible PDA coated Sponge integrated thermoelectric module design for water purification and power generation. *Applied Surface Science*. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2024.160221>

КП.6.03.004.ПЗ