

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра автоматики та телекомунікацій
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри автоматики та
телекомунікацій

_____ Іван ЛАКТИОНОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 2022 р.

Випускна кваліфікаційна робота

_____ бакалавра
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка модернізованої системи автоматичного контролю
забрудненості технологічної води ТЕС»

Виконав студент 4 курсу, групи АКТ-18
(шифр групи)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва спеціальності)

_____ Сєдов Данило Олександрович
(Прізвище, Ім'я та По-батькові) (підпис)

Керівник _____ Гліб СТУПАК
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ім'я) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ім'я) (підпис)

Нормоконтроль:

_____ ас. Дар'я ЖУКОВСЬКА
(підпис)

*Засвідчую, що у цій дипломній
роботі немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.*

Студент _____
(підпис)

Луцьк – 2022 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра автоматики та телекомунікацій
(повна назва кафедри)

Захист відбувся _____
(дата)

з оцінкою _____

Секретар ЕК _____
(підпис)

Випускна кваліфікаційна робота
бакалавра _____

Тема: «Розробка модернізованої системи автоматичного контролю забрудненості технологічної води ТЕС»

Спецчастина: _____

Виконавець, студент

гр. АКТ-18

Данило СЕДОВ

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник

Гліб СТУПАК

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:

Іван ЛАКТИОНОВ

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Гліб СТУПАК

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Валерій ПОЦЕПАЄВ

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтроль

Дар'я ЖУКОВСЬКА

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

**Державний вищий навчальний заклад
"Донецький національний технічний університет"**

Інститут, факультет Комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації

Кафедра Автоматика та телекомунікаціїОсвітньо-кваліфікаційний рівень бакалаврГалузі знань 15 Автоматизація та приладобудування

(шифр і назва)

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АТ

Іван ЛАКТИОНОВ

« _____ » _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Сєдов Данило Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка модернізованої системи автоматичного контролю забрудненості технологічної води ТЕС

керівник проекту (роботи) Ступак Гліб Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 06.05.2022 року № 180

2. Строк подання студентом проекту (роботи)

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

Технічна документація та матеріали з переддипломної практики

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Аналіз модернізованої системи хімічного очищення води, як об'єкту керування. 2) Обґрунтування напрямку автоматизації. 3) Розробка алгоритму, структурної та функціональної схем САУ. 4) Заходи з охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	ст. викладач каф. АТ Ступак Г.В.		
2	зав. каф. АТ, д.т.н., доц. Лактіонов І.С.		
3	к.т.н., доц. каф. АТ, доц. Поцєпаєв В.В.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз та характеристика системи хімоводоочищення	06.05.2022	
2	Аналіз та проектування системи	20.05.2022	
3	Розробка проектного рішення	31.05.2022	
4	Додаток А – Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуацій на підприємстві	03.06.2022	

Студент

_____ (підпис)

Данило СЄДОВ

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Гліб СТУПАК

_____ (прізвище та ініціали)

ЛИСТ ЗАУВАЖЕНЬ

Посада, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ	Суть зауваження, оцінка та підпис

АНОТАЦІЯ

Сєдов Данило Олександрович «Розробка модернізованої системи автоматичного контролю забрудненості технологічної води ТЕС» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. – ДВНЗ «ДонНТУ», Покровськ, 2022.

Пояснювальна записка: 65 стор., 18 рис., 12 табл., 10 посилання.

Об'єкт розробки – система хімводоочищення ТЕС.

Предмет розробки – система автоматичного контролю параметрів якості води.

Мета роботи – забезпечення належної продуктивності при необхідних параметрах системи.

Методи і засоби розробки – методи теорії систем, теорії автоматичного керування.

Впровадження системи автоматичного контролю потрібно для більш точної якості води після хімічної очистки. Запропоновано систему автоматичної перевірки якості води за допомогою графенового датчика та поліпшення фільтрації води у фільтрі. Таким чином буде менше затрата реагентів, а також покращена система фільтрації і точне зчитування датчику параметрів якості води. Надійна та довговічна система.

Ключові слова: СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ, ВОДА, СТАНЦІЯ, ХІМВОДООЧИЩЕННЯ, КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ, ФІЛЬТРАЦІЯ, ТЕМПЕРАТУРА, ОСАД

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 АНАЛІЗ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ ХІМВОДООЧИЩЕННЯ	11
1.1 Актуальність проблеми.....	11
1.2 Постановка задачі.....	11
1.3 Технологічна схема об'єкта.....	12
1.4 Принцип роботи системи.....	14
1.5 Фільтрація води.....	16
Висновки до розділу 1.....	17
2 АНАЛІЗ ТА ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ.....	18
2.1 Огляд і аналіз відомих рішень.....	18
2.2 Автоматичне регулювання безперервних процесів.....	20
2.3 Регулювання температури вихідної води.....	20
2.4 Регулювання продуктивності.....	21
2.5 Автоматичне дозування реагентів.....	21
2.6 Автоматичне регулювання періодичних процесів хімічного водоочищення.....	24
2.7 Автоматичне регулювання деаераторних установок.....	28
2.8 Структурна схема.....	29
2.9 Функціональна схема.....	30
2.10 Розробка робочого алгоритму.....	31
2.11 Обґрунтування.....	32
2.12 Структурна схема.....	33
2.13 Функціональна схема.....	34
Висновки до розділу 2.....	36
3 РОЗРОБКА ПРОЕКТНОГО РІШЕННЯ.....	37
3.1 Фільтри безперервної дії.....	37

3.2 Установки безперервної дії з шаром іоніту, що рухається.....	38
3.3 Огляд графенових датчиків для якості води.....	43
3.4 Джерела графену.....	43
3.5 Механізм роботи польових транзисторів і хеморезисторів на основі графену.....	44
3.6 Графеновий датчик.....	49
Висновки до розділу 3.....	50
ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	54
ДОДАТОК А – Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуаціях на підприємстві.....	55

ВСТУП

Метою дипломної роботи є забезпечення належної продуктивності при необхідних параметрах системи.

Я вирішив розробити цю систему, тому що без якісної води зараз неможливо жити. Цю воду ми використовуємо в різних цілях. Хтось її вживає як питну воду, хтось купається і т. д. Через це вода повинна бути вищої якості.

Вода використовується в різних галузях промисловості як теплоносій, також вона використовується і в теплоенергетиці. Застосовувати воду без обробки у теплоенергетичних установках не можна, так як сучасні теплоелектростанції (ТЕС) в енергетичному циклі використовують воду високої якості. Для цього експлуатація проходить при високих теплових навантаженнях. Через це потребується жорстке обмеження товщин відкладень на поверхнях нагріву через температурний режим металу за час проведення робіт. Відкладення з'являються через домішки, а як раз через це потрібно, щоб теплоносії ТЕС були високої якості. Якщо теплоносій високої якості, то і отримання чистої пари стає легше. З'являється менше корозії. Також менше зношуються турбіни та потребує менше матеріалів для котлів.

Іноді, звичайно, під час використання обладнання можуть трапитися різні явища:

- 1) З води виділяються різні речовини. Вони розташовуються на поверхні металу котла, водопідігрівачів та турбін.
- 2) Виділення шламу. З часом це призводить до відкладання поверхні розділу.

Не можна не сказати, що вода та пара контактує з конструкцією, тим самим частково розчиняє її, після чого з'являється корозія. Звичайно, є спеціальні хімічні сполуки завдяки яким відбувається попадання в контур ТЕС.

Можна зробити висновок, що для того, щоб отримати якісну воду, потрібно, щоб на теплоелектростанції було надійне сучасне обладнання з безпекою енергетичних установок.

Об'єкт розробки – система хімводоочищення ТЕС.

Предмет розробки – система автоматичного контролю параметрів якості води.

Мета роботи – забезпечення належної продуктивності при необхідних параметрах системи.

Методи і засоби розробки – методи теорії систем, теорії автоматичного керування.

Практичне значення отриманих результатів. Створена система автоматичного контролю параметрів якості води, яка може практично використовуватися в завданнях та модернізувати існуючу систему хімічного очищення.

Структура та обсяг бакалаврської роботи. Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, переліку посилань та додатків. У роботі 18 рисунків, 12 таблиць та 10 посилань.

1 АНАЛІЗ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ ХІМВОДООЧИЩЕННЯ

1.1 Актуальність проблеми

На першому етапі, коли вода потрапляє до нагрівального баку утворюються тверді опади. Це трапляється під час нагрівання води. Також бруд, який потрапляє з вхідною водою. Це метали, іони і т. д. Ці фактори є головними проблемами. Щоб провести очистку системи чи окремого об'єкту, потрібно зупинити всю систему. Таких проблем у системі багато, а починаються вони вже на початку.

Робота системи починається з того, що вода потрапляє до нагрівального баку. Нагрів води відбувається за температури 30С. Маємо такі проблеми:

- 1) Бруд, накип, корозія. Через це знижується теплопровідність, а також потрібна велика кількість витрати палива.
- 2) Систему очищають кожні 2 місяці. За цей час з'являється багато бруду і якість води знижується.
- 3) Поява бактерій. Через них присутній неприємний присмак, запах. Також через них з'являється корозія.

Технологічний процес, не автоматизована і нема автоматичного контролю. Такою є система ТЕС.

1.2 Постановка задачі

Описавши проблему, яка існує на ТЕС, для постановки задачі потрібно знайти основні деталі цієї проблеми. Тобто, в нас існує одна велика система, в якій нам потрібно знайти та виділити декілька підсистем, в яких можуть бути ці проблеми.

Зі сказаного вище можна виділити 3 підсистеми:

1. Нагрівальний бак;
2. Освітлювач;
3. Механічний фільтр;
4. Фільтр хімічного пом'якшення;
5. Знесолювальна установка.

Чому важливо вирішити цю проблему?

Нагрівальний бак перший об'єкт системи куди надходить вода і потрапляє до теплообмінника. Нагрівальний бак забезпечує нагрів води до призначеного рівня, а саме до 30 градусів Цельсія.

Другим об'єктом є освітлювач. Його задача стабілізувати рН-параметр, який визначається на виході з освітлювача. Його значення має дорівнюватися 10.

Як працює механічний фільтр? Освітлена вода, яка вийшла з освітлювача проходить через цей фільтр. Під час проходження грубодисперсні домішки під час дії молекулярних сил тяжіння осідають у зернистому завантаженні. Якщо агресивна стійкість частинок велика, то прилипання будуть відбуватися на так швидко, як хотілось би. За допомогою коагулянту з освітлювача, агресивна стійкість зменшується і тим самим прилипання відбувається легше.

Отже, після цієї очистки вода майже не містить грубодисперсних домішок. Тому можна сказати, що метою є забезпечення належної продуктивності при необхідних параметрах системи. А завданням є діагностика та контроль системи, щоб вона автоматично визначала чи потрібно зупиняти систему і проводити її очистку.

1.3 Технологічна схема об'єкта

На рис. 1.1 наведено технологічну схему хімічного очищення води:

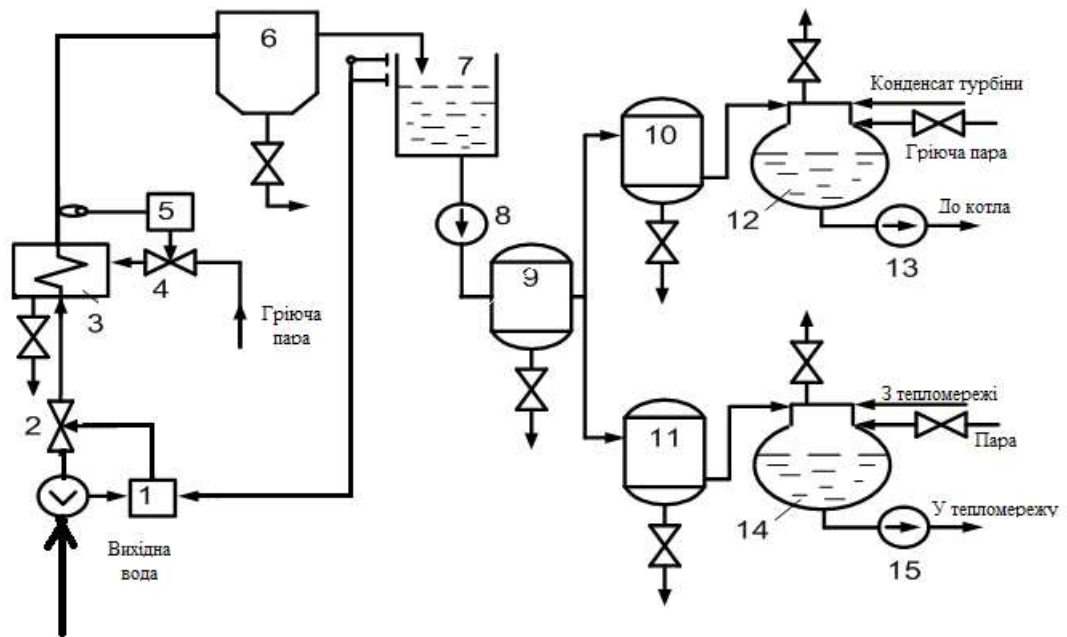


Рисунок 1.1 – Технологічна схема процесу очищення води

У табл. 1.1 наведено позначення об'єктів керування, які вказані на рис. 1.1.

Таблиця 1.1 – Об'єкти керування

Цифра	Об'єкт керування
1	Регулятор витрати сирогої води
2	Регулюючий клапан
3	Нагрівальний бак
4	Регулюючий клапан
5	Регулятор температури
6	Освітлювач
7	Накопичувальний бак
8	Насос
9	Механічний фільтр
10	Знесолювальна установка
11	Фільтр хімічного пом'якшення
12	Деаератор
13	Живильний насос
14	Деаератор
15	Підживлюючий насос

1.4 Принцип роботи системи

Починається все з того, що вода потрапляє до нагрівального баку. Як відбувається нагрів води? Коли змінюється витрата пари, відбувається нагрів, а так як температура нагріву становить 30С, то пара буде надходити при постійному тиску. Тоді вода з потрібною нам температурою просувається до освітлювача. У освітлювачі починається хімічна очистка води.

Хімічна очистка потрібна нам для того, щоб технічно-економічні показники покращилися для наступних етапів. Тому що ті показники, які має вода до цієї очистки в освітлювачі, не задовольняють показники і при подальшому очищенні будуть викликати великі проблеми.

Початкова вода має різні домішки, тому очищення проводиться в кілька дій. В освітлювачі відбувається процес коагуляції з додаванням вапняного молока. Тобто, процес коагуляції призводить до осадження грубодисперсних частинок в освітлювачі.

Вода надходить в повітряний розділювач, а звідти вода надходить до нижнього конуса в освітлювачі. У цей конус додається коагулянт і вапняне молоко. У цьому конусі тангенціальне постачання води, тому дуже швидко і ретельно відбувається змішування реагентів з водою. У конусі можна регулювати швидкість постачання води за рахунок регулюючих сопло. В освітлювачі мають вертикальні перегородки та змішувальні решітки. За їх рахунок обертальний рух води зменшується. Після змішування води з реагентами виділяється той самий осад. Вода, яка пройшла очистку, проходить через розподільну решітку, потім через збірний короб потрапляє до проміжного баку. Осад, який виділився, ущільнюється та виводиться з освітлювача з водою. Шламоущільнювач безперервно проводить очистку водою. А пісок періодично видаляється через дренаж освітлювача.

Після потрапляння коагулянту відбувається помутніння води, але не на довго. Через деякий час утворюються пластівці та грубодисперсні домішки, які потім осідають. Після цього можна побачити прозорість води.

Коагулянт – це залізний купорос. Вапнування – це гашене вапно та гідроксид кальцію. Вапнування потрібно для того, щоб зменшити бікарбонатної лужності у воді. Також відбувається зменшення жорсткості, сполук заліза, кремнієвої кислоти та концентрацію грубодисперсних домішок. рН-параметр потрібен для зменшення бікарбонатної лужності за рахунок гашеного вапна, тобто вапняного молока.

Коли процес у освітлювачі завершується вода потрапляє до накопичувального баку, де регулюється продуктивність системи через рівень зміни води в баку. Перед тим як вода піде у наступний етап очистки, вона досягає певного рівня в накопичувальному баку.

Коли вода досягає певного рівня, вона просувається далі на очистку у механічний фільтр. У фільтрі до частинок зернистого завантаження прилипають грубодисперсні домішки. Це відбувається за допомоги молекулярної сили тяжіння. Прилипання цих частинок буде більша, якщо агресивна стійкість буде менша. А так як агресивна стійкість стає менша через те, що ми робили обробку коагулянтном і за цей рахунок прилипання пластівців відбувається легше. Завдяки цьому збільшується ефект освітлення. У механічного фільтра є титанова крихта.

Після проходження очистки вода більше не має такої великої кількості домішок, як це було на початку.

У табл. 1.2 наведено характеристику для очищеної води.

Таблиця 1.2 – Характеристика очищеної води

рН-параметр	10
Кременева кислота	0,08 – 0,04 мг / л
Масла	Від 2 до 0,3 мг / л
Зважені речовини	Від 3 до 0 мг / л
Вуглекислий газ	Не повинно бути
Загальна жорсткість	0,02 – 0,003 мг / л
Пом'якшення	До 1,5 – 1,8 мг-екв / л

Звичайно, іноді бувають втрати пари, конденсату та живильної води, коли відбувається вироблення електроенергії. У воді не повинно матися розчинених солей, тому що це може призвести до появи накипу на поверхнях котлів та інших теплообмінників. Також у воді не повинно бути кисню, щоб не призвести це до корозії. Вимоги якості води різні. Для підживлення тепломереж якість води робиться менша, ніж та, яка потрапляє до котлів.

Вихідна вода надходить до водопідігрівача сирію води. Після цього вода потрапляє в освітлювач. Розчинні домішки перетворюються в тверді речовини. Це відбувається через додавання хімічних реагентів. Після цього освітлена вода потрапляє в накопичувальні баки, де заповнюється до заданого рівня і надходить, за допомоги насосів, до механічного фільтра. А у фільтрі як раз осідають нерозчинні тверді речовини. Потім вода поділяється навпіл, тому що потрібно підживлення тепломережі і відновити втрату води котлів. Вода, яка йде до тепломережі, проходить через фільтр хімічного пом'якшення, а вода, яка потрібна для відновлення проходить через знесолювальну установку. Цей процес відбувається кілька разів на добу.

1.5 Фільтрація води

Зараз кожна людина користується водою і подача води відбувається з 2 джерел:

- 1) Водопровідна мережа. Вода проходить очищення в спеціальних спорудах;
- 2) Індивідуальне. Наприклад, колодязь.

Вода с індивідуального джерела повинна відповідати санітарно-гігієнічним нормам, а для цього її потрібно обробляти в спеціальних очисних системах чи спорудах.

Але це не означає, що вода з водопровідної мережі відповідає вимогам. Ні. Це все через конструкції. Застарілість, зношеність, а також через

знезаражуючі реагенти. А от як раз через реагенти з'являються вторинні хлор органічні забруднювачі.

Зараз технології дійшли до такого ступеня, що будь-який рівень забрудненості води можна очистити. Це все можна назвати фільтрами водоочищення.

Класифікація фільтрів відбувається за рівнем видалення з води домішок та речовин. Звичайно фільтри відрізняються. У кожного своя конструкція та принцип дії, хоч вони і схожі між собою.

Фільтри видаляють такі види забруднювачів:

- 1) Метали, які знаходяться у воді у вигляді розчинних сполук;
- 2) Іони, саме через них і існує жорсткість води;
- 3) Нерозчинні механічні домішки;
- 4) Неприємний запах, присмак, а також колір;
- 5) Бактерії та збудники захворювань.

Але не треба розраховувати, що забруднюючі речовини та домішки у воді завжди однакові. Ні. Вони містяться у різних концентраціях та поєднаннях.

Висновки до розділу 1

Побачивши, як працює система і що від неї потрібно, можна сказати, що якість води сама себе не зробить. Теплоелектростанція – це велика система, за якою треба доглядати, щоб отримати якісну воду. Ця вода йде не тільки, щоб люди скупалися, а й ще для повсякденного використання питної води.

Потрібно дотримуватися якості води, яка вказана в таблиці 1.2. Для якості потрібно чистити систему від бруду, але щоб це зробити, потрібно щоб датчики правильно показували дані. Якщо якість води за даними нижча, ніж вказано у документації, звичайно потрібно зупиняти систему і проводити очистку.

2 АНАЛІЗ ТА ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ

2.1 Огляд і аналіз відомих проблем

Проводячи аналіз системи автоматичного контролю і управління очищення води ТЕС можна сказати, що система повністю готова до роботи, але в кожній системі є свої проблеми.

Проблеми:

Всієї системи:

- 1) Очистка системи проводиться 1 раз на 2 місяці;
- 2) Неавтоматизована система;
- 3) Через рідкісну очистку системи якість води становиться гірша.

Нагрівального баку:

- 1) Утворення корозії, накипу.

Освітлювача:

- 1) Після автоматичного очищення залишається залишок хімічних реагентів;
- 2) Осад реагентів на стінках освітлювача.

Механічного фільтра:

- 1) На стінках залишаються пластівці, які осідають під час проведення очистки у фільтрі.
- 2) Під час самоочистки фільтра осад видаляється, але не весь. Тому через певний час якість води погіршується.

Котла:

- 1) Поява корозії, бактерій і т. д.

Робота системи починається вже при потраплянні води до нагрівального баку. І вже зараз починаються проблеми. Це проблема забруднення. Коли вода потрапляє до нагрівального баку, при її нагріванні утворюється накип, корозія і з'являються бактерії. Звичайно, на вході стоять спеціальні фільтри,

але сама жорсткість води через іони, метали і т.д. На всяк випадок є резервні фільтри.

Бруд, який видаляється фільтрацією:

- 1) Метали, які знаходяться у воді у вигляді розчинних сполук;
- 2) Іони, саме через них і існує жорсткість води;
- 3) Нерозчинні механічні домішки;
- 4) Неприємний запах, присмак, а також колір;
- 5) Бактерії та збудники захворювань.

Характеристика якості води:

Після проходження очистки вода майже не має грубодисперсних домішок в значній мірі.

У табл. 2.1 наведено характеристику для очищеної води.

Таблиця 2.1 – Характеристика очищеної води

рН-параметр	10
Кременева кислота	0,08 – 0,04 мг / л
Масла	Від 2 до 0,3 мг / л
Зважені речовини	Від 3 до 0 мг / л
Вуглекислий газ	Не повинно бути
Загальна жорсткість	0,02 – 0,003 мг / л
Пом'якшення	До 1,5 – 1,8 мг-екв / л

Характеристики системи автоматизації:

- 1) датчики тиску;
- 2) датчики температури;
- 3) датчики витрати води;
- 4) датчики рівня води;
- 5) датчики хімічного аналізу;
- 6) запірно-регулююча арматура;
- 7) частотні перетворювачі для керування насосами-дозаторами.

У табл. 2.2 наведено інші характеристики води.

Таблиця 2.2 – Інші характеристики

Витрата води	108 тис. м ³ / на годину
Об'єм накопичувального баку	100 м ³
Температура води в нагрівальному баку	30С

2.2 Автоматичне регулювання безперервних процесів

Безперервні процеси включають в себе:

- 1) Регулювання підігріву вихідної води;
- 2) Продуктивність водопідготовчої установки;
- 3) Дозування реагентів в освітлювачі.

2.3 Регулювання температури вихідної води

Щоб температуру підтримувати на заданому рівні, потрібно щоб було нормальне протікання хімічних реакцій в освітлювачі і фільтрі. Вода підігрівається в поверхневому пароводяному теплообміннику. За рахунок своїх динамічних властивостей він являється тепловим об'єктом. Бувають моменти коли потрібно покращити якість процесу регулювання температури. Через це можуть бути різкі коливання витрати води, але треба пам'ятати про додатковий вплив на регулятор температури. Додатковий сигнал реалізується за допомоги диференціатора. Також цей сигнал пропорційний швидкості зміни витрати води.

2.4 Регулювання продуктивності

Добавка хімікатів до води, яка потрапляє в тепломережу і до казанів, залежить від того, який режим роботи, а також яке навантаження діє. Рівень води в проміжних баках є показником продуктивності установки кількості добавок в теплову схему ТЕС. Система двоконтурна. Через рівень води в накопичувальному баку вхідний сигнал регулятора продуктивності впливає на витрату води. А сигналом зворотного зв'язку є перепад потоку ан пристрої звуження. Він встановлений на лінії вихідної води. Таким чином, регулятор буде працювати з залишковим відхиленням за рівнем води баку. Це допускається до невідповідальних об'єктів. Вимірювальний блок регулятора продуктивності, за умов змін діапазону рівня, повинен володіти нечутливістю не більше ніж 20-30%. А потрібно це через те, що регулятор не повинен реагувати на часті коливання рівня в межах $\pm 10-15\%$ від встановленого значення.

2.5 Автоматичне дозування реагентів

У освітлювач можна додавати одразу два або три реагенту. В якості реагентів використовують вапняне молоко, порошковий магнезит (потрапляє в освітлювач зі змивною водою) і розчин коагулянту. Лише за результатами хімічного аналізу освітленої води треба регулювати подачу реагентів. Але, на жаль, датчики безперервного контролю, які будуть надійними та швидкодіючими, немає.

Через це використовують індивідуальні автоматичні регулятори. Це імпульсатори. Вони керують роботою електродвигунів плунжерних насосів-дозаторів, які працюють у режимі «пуск, зупинка». Також можна використовувати релейні регулюючі прилади типу Р-25 або Р-21 або інші.

На рис. 2.1 наведено принципову схему автоматичного дозування

реагентів:

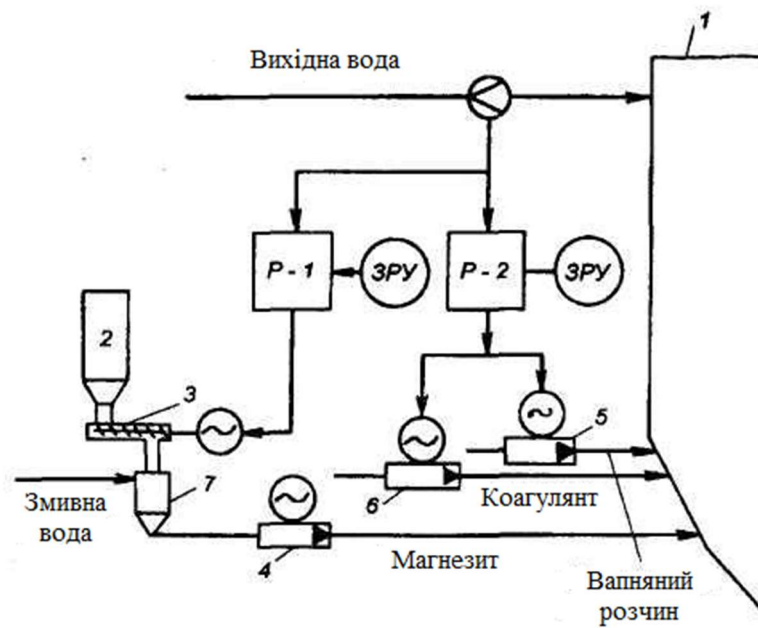


Рисунок 2.1 - Схема автоматичного дозування реагентів у освітлювач

У табл. 2.3 наведено позначення об'єктів керування, які вказані на рис. 2.1.

Таблиця 2.3 – Об'єкти керування

Цифра	Об'єкт керування
1	Освітлювач
2	Бункер
3	Шнековий дозатор
4	Насос дозатор
5	Підведення вапняного молока та коагулянту
6	Підведення вапняного молока та коагулянту
7	Пристрій, що змиває

Для приладів вхідним сигналом є витрата вихідної води. Регулюючий прилад Р-1 включає або виключає електродвигун шнекового дозатора каустичного магнезиту. За допомогою шнекового дозатора магnezит з бункера

надходить в змивний пристрій, а звідти за допомогою насоса-дозатора перекачується до освітлювача у вигляді суспензії.

Регулюючий прилад Р-2 управляє включенням або виключенням електродвигунів насосів-дозаторів на лініях вапняного молока та коагулянту.

Відхилення хімічного складу освітленої води від норм при автоматичному дозуванні реагентів по витраті вихідної води усувають зміною тривалості включення електродвигунів насосів-дозаторів. Впливом на орган налаштування регулюючих приладів є «тривалість імпульсу».

Регулювання режиму шлам у освітлювачі полягає в підтримці заданого значення рівня зваженого осаду у корпусі освітлювача. Відбувається це безперервною та періодичною продувкою.

На рис. 2.2 наведено схему регулювання режиму роботи зі шламом:

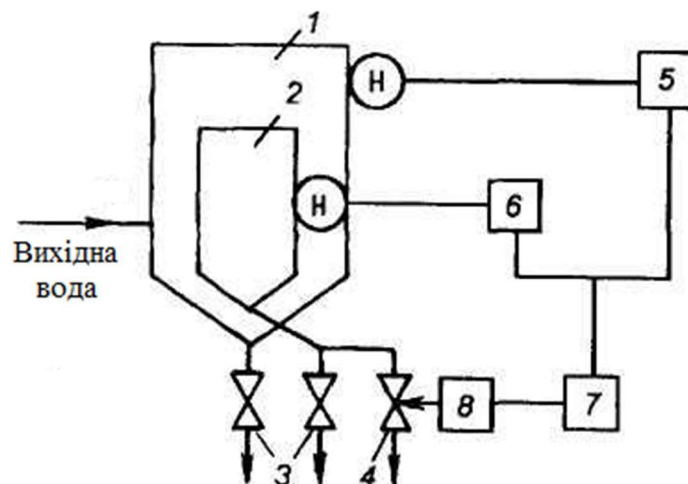


Рисунок 2.2 – Схема регулювання шлам у освітлювачі

У табл. 2.4 наведено позначення об'єктів керування, які вказані на рис. 2.2.

Таблиця 2.4 – Об'єкти керування

Цифра	Об'єкт керування
1	Освітлювач
2	Шламовіддільник
3	Вентилі
4	Вентиль періодичної продувки
5	Сигналізатори верхнього та нижнього рівнів шламу
6	Сигналізатори верхнього та нижнього рівнів шламу
7	Елементи управління органом продувки
8	Елементи управління органом продувки

Кількість води безперервно скидається з освітлювача в дренаж через вентилі. Їх не регулюють. Їх встановлюють вручну, якщо освітлювач включений в схему очищення.

Періодична продувка здійснюється системою двопозиційного регулювання. Складається з сигналізаторів верхнього і нижнього рівнів шламу у освітлювачі та шламовіддільнику. Сигналізатор рівня шламу влаштований за принципом фотореле. Він безперервно контролює прозорість потоку води, що проходить через датчик. Фотореле управляє виконавчим механізмом. Цей механізм відкриває вентиль періодичної продувки коли шлам досягає верхнього рівня і закривається коли досягає нижнього.

2.6 Автоматичне регулювання періодичних процесів хімічного водоочищення

До числа періодичних операцій входить приготування реагентів, відключення на промивку механічних фільтрів та регенерацію хімічних фільтрів.

Система управління побудована для приготування регенераційних

розчинів для іонітних фільтрів. Відновлення іонітних фільтрів відбувається промиванням освітленою водою, в яку введений регенераційний розчин.

На рис. 2.3 наведено схему регулювання приготування регенераційних розчинів для іонних фільтрів:

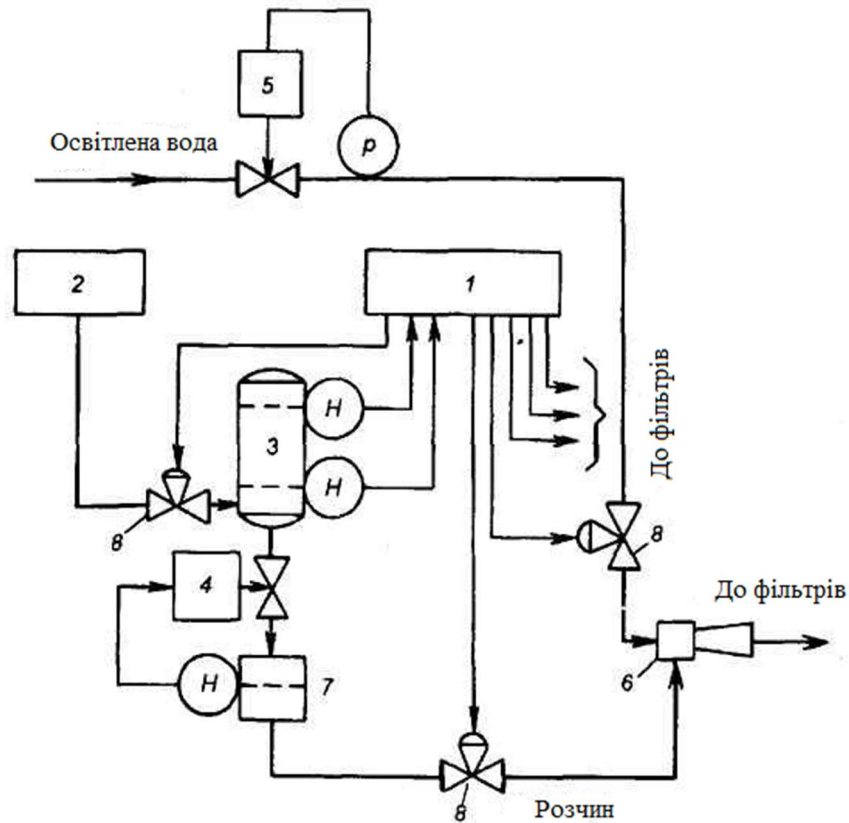


Рисунок 2.3 – Схема приготування регенераційних розчинів для іонітних фільтрів

У табл. 2.5 наведено позначення об'єктів керування, які вказані на рис. 2.3.

Таблиця 2.5 – Об'єкти керування

Цифра	Об'єкт керування
1	Автомат регенерації
2	Бак
3	Бачок концентрованого розчину
4	Регулятор рівня
5	Регулятор тиску
6	Гідроелеватор
7	Проміжний бак
8	МІМ

На рис. 2.3 зображено систему автоматичного управління процесом приготування розчинів. Вихідний концентрований розчин готують в баку.

У системи є 3 регулятори. Це регулятор тиску, регулятор рівня та регулятор регенерації. Регулятор тиску освітленої води підтримує роботу «після себе». Забезпечується стабілізація витрати води через гідроелеватор. Регулятор рівня забезпечує постійну витрату на стоці в баку концентрованого розчину. Автомат регенерації забезпечує відкриття та закриття запірних засувок, які знаходяться на лінії освітленої води, концентрованого розчину. Також, на лінії підведення розчину реагентів до проміжного баку і фільтрів.

На рис. 2.4 наведено схему автоматичного відключення фільтрів на промивання:

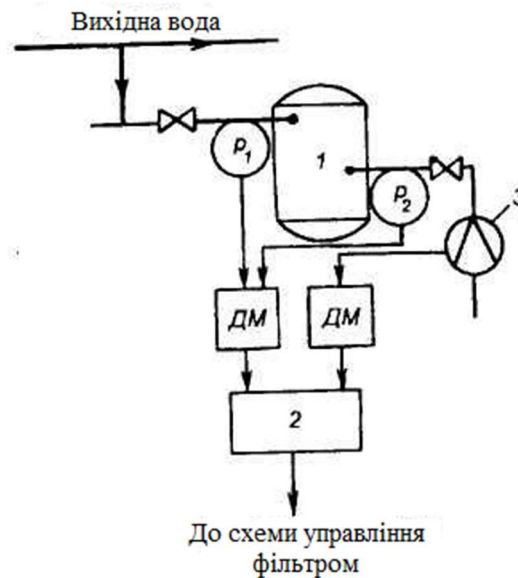


Рисунок 2.4 - Схема автоматичного відключення фільтрів

У табл. 2.6 наведено позначення об'єктів керування, які вказані на рис. 2.4.

Таблиця 2.6 – Об'єкти керування

Цифра	Об'єкт керування
1	Фільтр
2	Автоматичний пристрій
3	Звуження потоку

За рахунок автоматичного пристрою відбувається автоматичне відключення фільтрів на промивання та регенерацію. Автоматичний пристрій чинний за співвідношенням гідравлічного опору фільтра та водомірної шайби, опір якого зростає з ростом забруднення фільтруючого шару і збільшення загальної витрати води через нього. Водомірна шайба стоїть на трубопроводі води після фільтра. Отже, коли перепад тиску на фільтрі збільшується, це є показником його забрудненості лише при незмінній витраті води.

Про завершення процесу промивання і відновлення визначають за непрямым показником. Показником є зниження перепаду тисків води на фільтрі до вхідного встановленого значення. Автомат промивки включають вручну або

за сигналом.

2.7 Автоматичне регулювання деаераторних установок

Деаератор був створений для того, щоб видаляти з живильної води розчинений кисень. У нижню частину деаераторної голівки підводиться гріюча пара. Деаераторна голівка встановлена над акумулаторним баком живильної води. Потік пари, який виходить в атмосферу, розташований у верхній частині голівки. Він нагріває рухомих назустріч живильну воду до температури кипіння. В процесі кипіння з води видаляється кисень. Він з надлишками пари скидається в атмосферу або розширювач. Для того, щоб нагрів був безперервним та проходило деаерування води в деаератори потрібно, щоб підтримувався надлишковий тиск пари рушійного двигуна та відповідна температура насичення t_H .

На рис. 2.5 наведено схему автоматичного регулювання деаераторної установки:

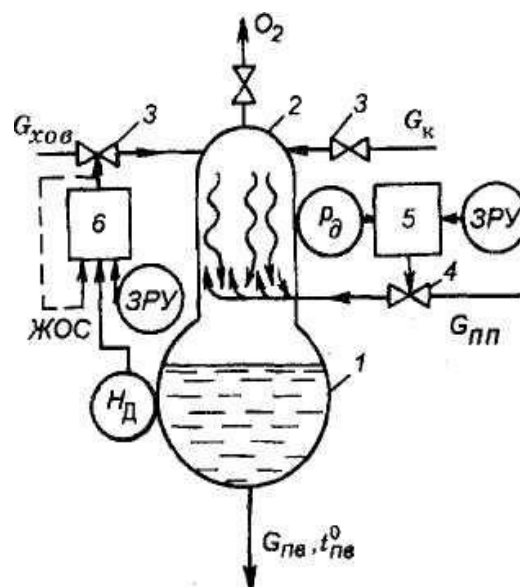


Рисунок 2.5 - Автоматичне регулювання деаераторної установки

2.8 Структурна схема

На рис. 2.6 наведено структурну схему контролю забрудненості води:

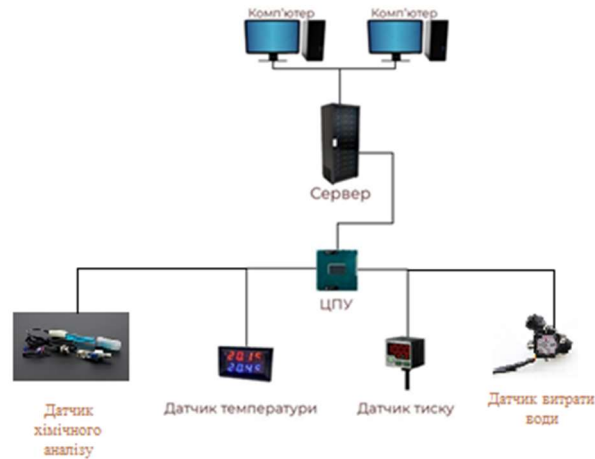


Рисунок 2.6 – Структурна схема контролю забрудненості води

У процесі роботи системи з датчиків температури та тиску, датчиків хімічного аналізу та датчиків витрати води збираються дані. Передається сигнал на контролер, а з контролера на сервер і на дисплей, з якого оператор аналізує, потрібно щось робити чи ні. Датчик температури контролює заданий рівень при нагріві води. Датчик тиску контролює відповідно тиск у системі. Датчик витрати води рахує скільки кубометрів води витрачено. Датчик хімічного аналізу контролює роботу хімічної очистки.

2.9 Функціональна схема

На рис. 2.7 наведено функціональну схему контролю забрудненості води:

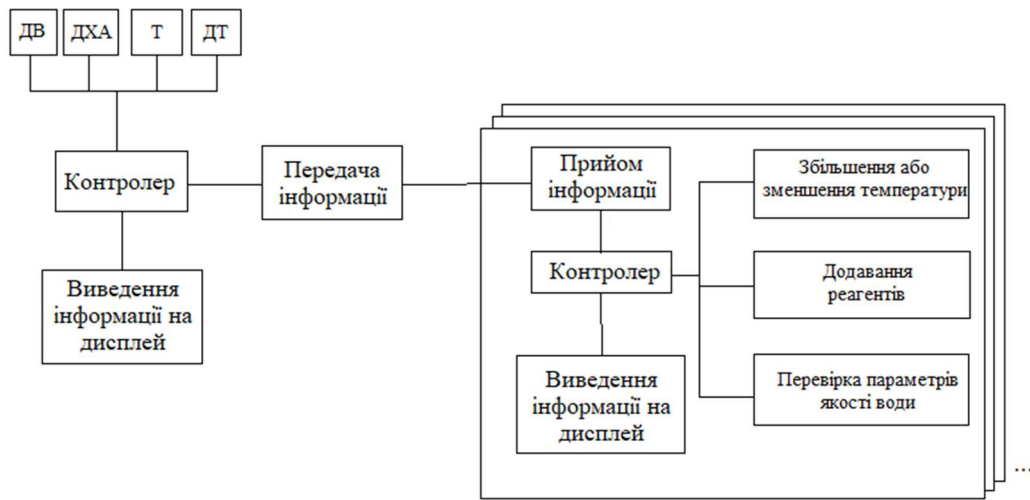


Рисунок 2.7 – Функціональна схема контролю забрудненості води

У табл. 2.7 наведено позначення датчиків, які вказані на рис. 2.7.

Таблиця 2.7 – Повна назва датчиків

Позначення	Повна назва
Т	Датчик температури
ДТ	Датчик тиску
ДХА	Датчик хімічного аналізу
ДВ	Датчик витрати води

Датчики температури та тиску, датчик хімічного аналізу та датчик витрати води вимірюють дані в заданих контрольних точках. Контролер перевіряє місце розташування датчиків, проводить перевірку, щоб показники датчиків були в нормі в заданих точках та передає інформацію на дисплей блока управління. Оператор завжди бачить всю інформацію на дисплеї. При помилці починається мерехтіння.

2.10 Розробка робочого алгоритму

На рис. 2.8 наведено блок-схему роботи системи ТЕС:

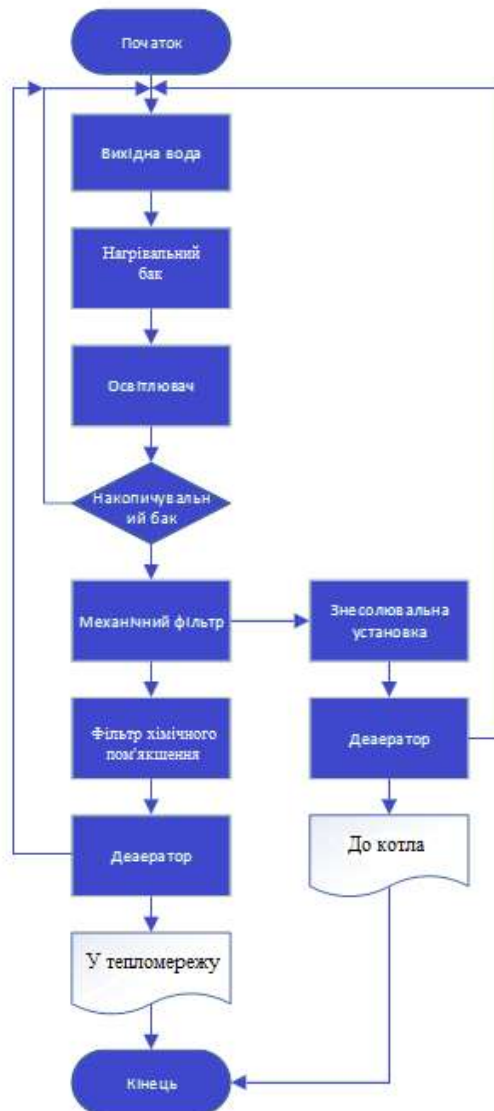


Рисунок 2.8 – блок-схема роботи системи хімічного очищення води

Робота системи починається з того, що вода завдяки роботі насосів потрапляє в нагрівальний бак. У цьому баку вода гріється при температурі 30С, після чого вода надходить у освітлювач, де починається хімічна обробка реагентами. Потім вода потрапляє в накопичувальний бак і звідти насоси качають воду в механічний фільтр, де осідають тверді речовини після освітлювача. Після проходження води через механічний фільтр вода ділиться та йде

за двома напрямками. Перший напрямок для підтримки тепломережі. Для цього вода надходить у фільтр хімічного пом'якшення. Другий напрямок поповнює втрати живильної води котлів. Проходить через знесолювальну установку. Після цього вода потрапляє в деаератори, де видаляється кисень з води.

2.11 Обґрунтування

Метою є забезпечення належної продуктивності при необхідних параметрах системи. Для цього система повинна отримувати всю інформацію про забруднення. Система має автоматично визначати якість води.

Завданням є контроль системи, тобто контроль параметрів води на виході. Нам потрібно, щоб якість води відповідала її заданим нормам. Система повинна автоматично визначати якість води та подавати сигнал про те, що її потрібно зупинити для проведення очистки. Для цього нам потрібен датчик контролю параметрів.

Розглянувши усю систему можна зробити такий висновок. Система готова і працює дуже добре, але потрібно ідеально. Тому в деяких об'єктах системи не вистачає належних датчиків для автоматичного контролю якості води. В системі через нагрів, через хімічне очищення і т. д. з'являються бактерії, корозія, накип і т. д. Саме через це вода має неприємний присмак, запах та колір. В освітлювачі після хімічної очистки залишаються реагенти. В механічному фільтрі на стінках осідають пластівці після обробки. Усі ці фактори впливають на якість води. Тому обов'язково потрібно зупинити систему та проводити її очистку.

У табл. 2.8 наведено характеристику для очищеної води після того, як вона пройде повну хімічну очистку.

Таблиця 2.8 – Характеристика очищеної води

рН-параметр	10
Кременева кислота	0,08 – 0,04 мг / л
Масла	Від 2 до 0,3 мг / л
Зважені речовини	Від 3 до 0 мг / л
Вуглекислий газ	Не повинно бути
Загальна жорсткість	0,02 – 0,003 мг / л
Пом'якшення	До 1,5 – 1,8 мг-екв / л

рН-параметр – це кислотно-лужний баланс. За рахунок нього відбуваються різні хімічні реакції. Також завдяки цьому показнику можна визначити рівень токсичності, корозії і т.д.

Нейтральний показник для води дорівнює 7. Звичайно він повинен бути вищим, тому що, якщо показник менше 7, то це буде негативно впливати на здоров'я людини. Від 5 до 7 – це слабокислотна вода. Від 3 до 5 – середньокислотна. Якщо показник нижче 3, то це сильнокислотна вода. Від 7 до 8 вода слаболужна. Від 8 до 10 – лужна. Вище 10 – сильнолужна.

Пом'якшення води – це і є якість. Для того, щоб позбавитись жорсткості води, існує 3 методи:

- 1) іонний обмін;
- 2) реагентний спосіб;
- 3) безреагентний спосіб.

Як раз на виробничих об'єктах використовують реагентний спосіб. Цей спосіб полягає в тому, що у воду додають спеціальні реагенти, а саме вапняні чи содо-вапняні склади. В нашому випадку це вапняне молоко.

2.12 Структурна схема

На рис. 2.9 наведено модернізовану структурну схему контролю забрудненості води:

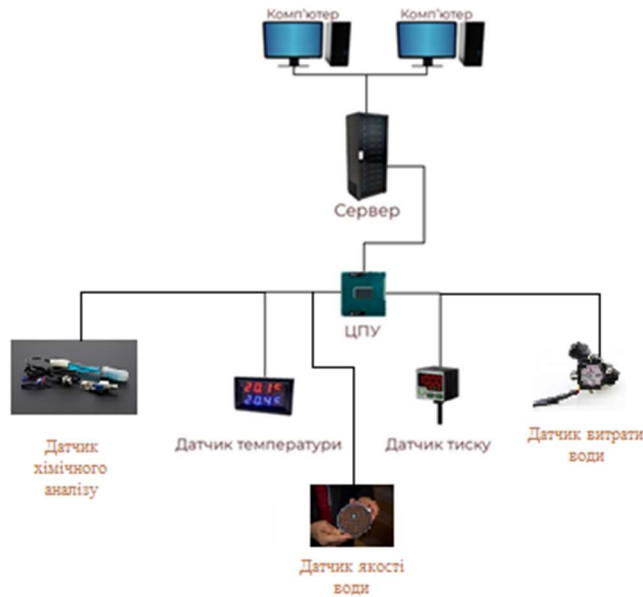


Рисунок 2.9 – Модернізована структурна схема контролю води

На структурній схемі показані декілька датчиків, які автоматично контролюють показники системи. Це датчики температури та тиску, датчик витрати води та датчик хімічного аналізу. До цієї схеми додається датчик якості води. Це графеновий датчик, який здатний автоматично визначати якість води і передавати дані на дисплей оператора. Отже, цей датчик буде автоматично подавати сигнал про те, що якість води стала гірше, ніж повинна буди. Тоді система буде зупинена для проведення очистки.

2.13 Функціональна схема

На рис. 2.10 наведено модернізовану функціональну схему датчиками:

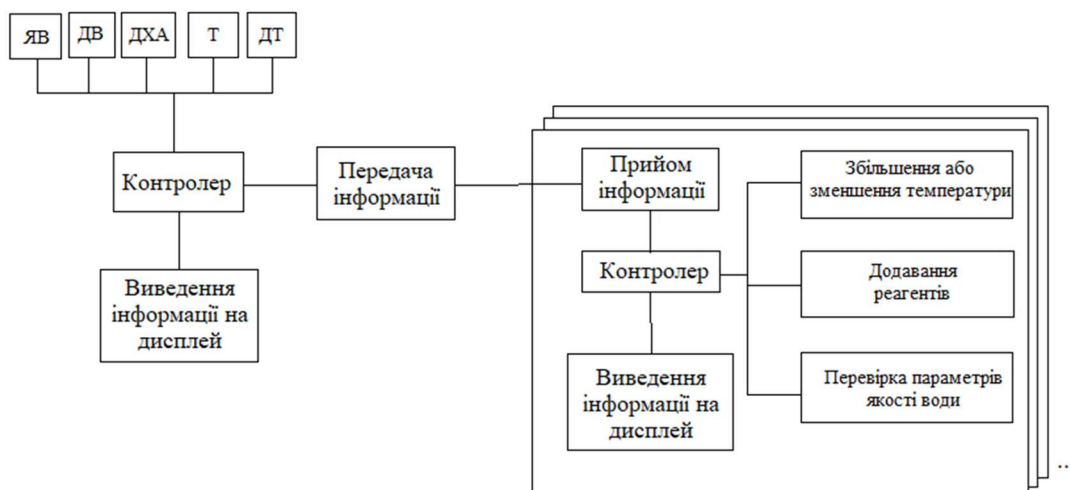


Рисунок 2.10 – Модернізована функціональна схема

У табл. 2.9 наведено позначення датчиків, які вказані на рис. 2.10.

Таблиця 2.9 – Повна назва датчику

Позначення	Повна назва
Т	Датчик температури
ДТ	Датчик тиску
ДХА	Датчик хімічного аналізу
ДВ	Датчик витрати води
ЯВ	Датчик якості води

Датчики температури та тиску, датчик хімічного аналізу та датчик витрати води вимірюють дані в заданих контрольних точках. До цих датчиків додається датчик якості води. Контролер перевіряє місце розташування датчиків, проводить перевірку, щоб показники датчиків були в нормі в заданих точках та передає інформацію на дисплей блока управління. Оператор завжди бачить всю інформацію на дисплеї. При помилці починається мерехтіння.

Висновки до розділу 2

В другому розділі ми побачили, які характеристики має система, які параметри вихідної води мають бути, побачили недоліки через які як раз і погіршується якість води.

В цьому розділі були розроблені структурна та функціональна схеми, а також був показаний алгоритм роботи системи. Надана характеристика якості води, яка повинна бути на виході води з системи.

Оцінивши всі плюси та мінуси, ми знаємо всі недоліки системи і будемо їх вирішувати. Система повністю готова до роботи, але її все одно потрібно автоматизувати. В даному випадку ми говоримо про якість води. Нам потрібні не добрі, а гарні параметри води, щоб вона була повністю готова до вживання людиною. Очищена вода подається на два напрямки. Перший до людини, а другий для поповнення втрат води системою. Будь-якій людині потрібна вода, для того, щоб скупатися, помити посуд, вживати цю воду, приготування їжі і т. д. Тому, вода повинна відповідати нормам. Якщо не будуть дотримуватися норми, то людина може захворіти. Звичайні бактерії у воді. На жаль, від цього можна і померти. У води не повинно бути запаху, присмаку, вона повинна бути прозорою і т. д.

3 РОЗРОБКА ПРОЕКТНОГО РІШЕННЯ

3.1 Фільтри безперервної дії

Для того, щоб отримати гідну якість води, потрібно скористатися методом протиточної регенерації:

1) регенерація «знизу – вгору». Потрібна для подвійного відмивання іоніту. Перша «знизу – вгору», друга «зверху – вниз» і виснаження «зверху – вниз».

2) Регенерація «згори – вниз». Відбувається відмивання «зверху – вниз» та виснаження «знизу – вгору».

Розпушування може проводитися 1 раз на 3-4 цикли. За рахунок цього скорочується витрата реагентів. Також обробку можна проводити за схемою одноступінчастого Na-катіонування.

У ступінчасто-протиточної регенерації розчин спочатку подається на останню сходинку, а потім на першу. В межах одного ступеня регенерація прямоточна.

Протиточні фільтри із «затиснутим» шаром відрізняються від паралельних. У протиточних фільтрів є середній дренаж аналогічний нижньому. Над дренажем засипається шар іоніту заввишки 0.4 м. За рахунок цього виконується функція механічного фільтра, а також щілини верхнього дренажу оберігаються від засмічення. Коли відбувається регенерація, розчин з водою відмивання подаються «знизу-вгору» і відводяться через дренаж. Зверху подається «блокуючий» потік. Він оберігає шар від розпушування. Відмивання верхнього шару, який знаходиться над дренажем, відбувається зверху з відведенням води відмивання від середнього дренажу.

Для повторного використання регенераційного розчину потрібен бак для збирання цього розчину. Також можна використовувати сольову яму.

Підвищення концентраційного напору – це зниження ступеня розведення

регенераційного розчину у фільтрі. Для цього зливається об'єм води з водяної подушки фільтра до рівня шару.

Відмивання іоніту потрібно для видалення з іоніту залишків продуктів регенерації та розчину. Відмивання контролюється за допомогою хлору. Перший ступень відмивається вихідною водою. Другий ступень відмивається Na-катионовою водою після першого ступеня.

3.2 Установки безперервної дії з шаром іоніту, що рухається

Напрямок руху іоніту по відношенню до оброблювальної води і реагента можна поділити на 3 групи:

- 1) Протиточні;
- 2) Паралельноточні;
- 3) Взаємоперетинаючі.

Протиточні установки з гравітаційною системою переміщення іоніту зверху вниз. Вода, яка обробляється, подається знизу вгору. Даний спосіб здійснюється за допомогою 3 колон (рис. 3.1):

- Адсорбційна;
- Регенераційна;
- Промивна.

Верхні зони колон з'єднані з бункерами для іоніту. Нижні зони за допомогою клапанів з'єднані з приймачами іоніту, які призначені для перевантаження іоніту. Рідина, яка подається в кожену колону, надходить в нижню зону. Там вона проходить через колону, де контактує з іонітом і виходить з верхньої зони. Іоніт, що знаходиться у приймачах, переміщується під тиском води в бункер наступної колони. Через деякий час подача рідини в колони і транспортування іоніту зупиняються. Відкриваються верхні та нижні клапани колон і іоніт, що знаходиться в бункерах, переміщується в колони під силою тяжіння. З колон в приймачі переміщуються такі самі кількості іоніту.

Після цього клапани закриваються і триває процес.

На рис. 3.1 наведено удосконалений спосіб Асахи:

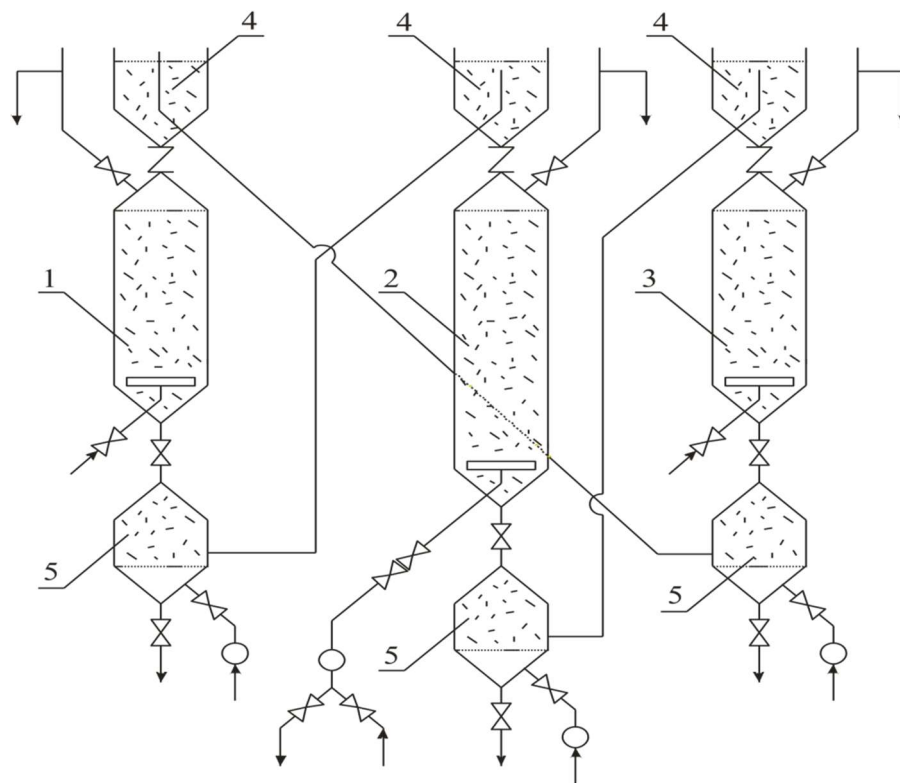


Рисунок 3.1 – Спосіб Асахи

У табл. 3.1 наведено позначення об'єктів, які вказані на рис. 3.1.

Таблиця 3.1 – Об'єкти керування

Цифра	Повна назва
1	Адсорбційна колона
2	Регенераційна колона
3	Промивна колона
4	Бункер для іоніту
5	Приймач іоніту

Ще один прийом установки з гравітаційним переміщенням смоли назустріч потоку рідини є апарат Стантона.

На рис. 3.2 наведено апарат Стантона:

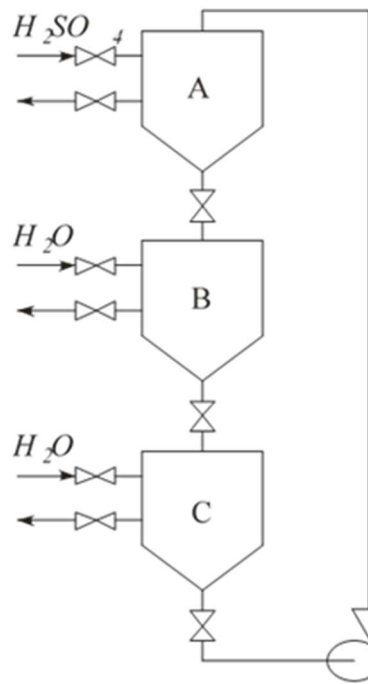


Рисунок 3.2 – Схема апарату Стантона

A – секція регенерації;

B – секція відмивки;

C – секція пом'якшення.

У апарата є 3 секції. Вони розташовані одна на іншій. Між секціями іоніт переміщується через спеціальні обертаючі крани.

У установок із «зваженим» шаром іоніту є недоліки:

- 1) перемішування зерен іоніту в шарі та нерівномірний розподіл потоку води або розчину через шар іоніту;
- 2) Обмежена швидкість фільтрування;
- 3) Потрапляння солей жорсткості;
- 4) Небезпека винесення смоли.

Установки з примусовою системою, коли іоніт переміщається знизу вгору, а вода зверху вниз. Фільтри є напівбезперервними. Коли порції іоніту переміщуються, вироблення води припиняється. Установки цього типу мають гідравлічно затиснутий шар. Він усуває багато недоліків властивих апаратам з «зваженим» шаром іоніту.

Установки, у яких рух іоніту паралельний щодо оброблюваної води та

регенераційного розчину можна розділити на дві групи:

- 1) установки з гравітаційною системою переміщення іоніту;
- 2) установки з примусовою системою переміщення іоніту. Вода і іоніт рухаються знизу вгору.

Недоліками цих установок є значне стирання іоніту і неповна регенерація та немає можливості регулювати процесом регенерації.

В установках з переміщенням води і іоніту, іоніт переміщується зверху вниз, а оброблювана вода впоперек. У зв'язку з розробкою нових іонообмінних матеріалів було розроблено апарати із застосуванням негранульних іонообмінних матеріалів:

- 1) Установки з використанням волокон;
- 2) Установки з використанням губчастих матеріалів;
- 3) Установки з використанням безперервної стрічки.

Установки, які використовують безперервні стрічки, мають три послідовно розташовані резервуари різної ємності, Через ці резервуари рухається нескінченна іонообмінна стрічка. Установки, які працюють із застосуванням стрічки, але в сорбційному резервуарі, в якому відбувається демінералізація води, через камеру сорбції одночасно проходять дві стрічки: катіонообмінна та аніонообмінна, після чого кожна стрічка прямує на відповідну регенерацію.

Недоліком цих установок є те, що вони є безнапірними і мають низьку швидкість фільтрування. Основні труднощі у створенні напірних фільтрів полягає в тому, що важко здійснити герметичність відсіків при стрічці, що рухається. Також є складним завданням створення механізму пересування стрічки, що зводить до мінімуму стирання стрічки.

На рис. 3.3 наведено схему установки за допомогою безперервної стрічки:

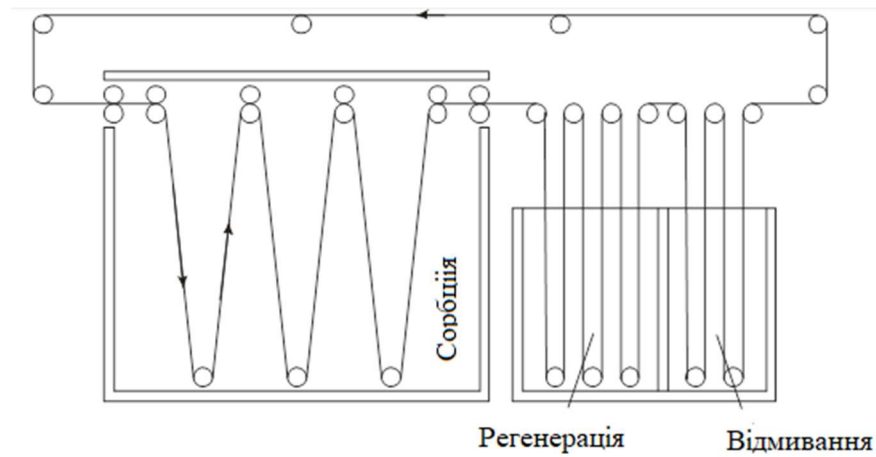


Рисунок 3.3 – Схема установки за допомогою безперервної стрічки

До таких установок можна віднести і установки з перемішуванням фіксованих обсягів іоніту, в яких використовуються зустрічні переміщення потоків розчинів і іоніту, укладеного в фіксований об'єм. Іоніт може переміщатися у ковшах, контейнерах, на конвеєрній стрічці або перебувати в пористому шлангу, що рухається. Схема такої установки аналогічна схемі установки, зображеної на рис. 3.3. Різниця полягає в тому, що стрічка не є іонообмінною, а на ній зміцнюють ковші або контейнери. Установки мають недоліки, як і установка, що описана вище.

Також ці установки безперервної дії мають спільні недоліки:

1) Підвищений знос іоніту. Це не тільки через механічне стирання, але і наслідок більш інтенсивної роботи іоніту через збільшення числа циклів переходу іоніту з однієї форми до іншої. Тому, іонообмінні матеріали, що застосовуються в установках безперервної дії, повинні мати підвищену механічну та осмотичну міцність, а також підвищену кінетику;

2) Низька надійність систем автоматичного управління. Все через несприятливі умови їх експлуатації (висока вологість, агресивні реагенти тощо), а також у зв'язку з тим, що під час роботи установок виникають коливання у складі води та необхідна зміна швидкості подачі смоли, яка знаходиться у вигляді суспензії, а це пов'язано з труднощами, інакше це призведе до того, що може відбудетися рух обмінної зони. Щоб уникнути цього

ефекту необхідно змінювати швидкість переміщення смоли, а це пов'язано зміною швидкості переміщення смоли в зоні регенерації та зоні відмивання.

Прилади автоматичного контролю мають високу частоту перемикань. Через це відбувається швидке зношування.

3.3 Огляд графенових датчиків для якості води

Існують фактори, які необхідно враховувати для виготовлення поліетиленових транзисторів на основі графену та хіміорезистивних датчиків. Вони включають джерело графену, а саме електронні характеристики готового пристрою та його взаємодію з навколишнім середовищем. Також, включає функціоналізацію, яка використовується для досягнення селективності цільового аналізу. Це впливає на роботу датчиків та інтерпритацію датчиків.

3.4 Джерела графену

Графен вперше був виділений у 2004 році. Бібліотека методів для отримання одношарового і багатшарового графену зростає. За рахунок механічне відлущування об'ємного графіту забезпечується отримання окремих листів виняткової якості, які придатні для фундаментальних досліджень. Однак вони дуже малі, всього кілька мікрметрів. Їх потрібно збирати вручну з моря FLG і пластівців графіту. Епітаксальне зростання через графітизацію або хімічне осадження з парової фази призводить до збільшення аркушів (кілька сантиметрів). Але вони вимагають використання більш спеціалізованого обладнання. Кількість шарів важко контролювати, і спостерігається падіння якості листів. Також, відокремлення графену від підкладки може бути складним. На жаль, лише кілька металів є відповідними субстратами.

Деякі дефекти, звичайно, виникають під час процесу. Відлущування в

розчині є економічно ефективним і полегшує збільшення масштабу. Перші успішні спроби відлущування графіту використовували високотоксичні розчинники або важкі для видалення поверхнево-активні речовини. На даний час доступні більш екологічні альтернативні шляхи. Цими шляхами є ультразвукова обробка в суміші води та ацетону або суміші води та спиртів. Отримані суспензії мають неоднорідну дисперсію за розмірами пластівців включаючи товщину. Але за допомогою центрифугування все-таки можна вибрати розмір. Також, графенові суспензії можна отримати шляхом хімічного, термічного, електрохімічного або фотокаталітичного відновлення оксиду графену. Їх можна синтезувати з графіту в присутності концентрованої кислоти і сильного окислювача. Це розповідається в методах Штауденмаєра і Хофмана. Через цей підхід ми отримуємо низькоякісний графен, але дефекти та звисаючі оксигеновані групи можуть полегшити функціоналізацію. Інші джерела графену включають грифель для олівця, який складається із суміші графіту, глини та воску. Щось написати олівцем являється рудиментарною формою мікрівідлущування, а отриманий слід складається з шматочків графіту, багатьох пластівців FLG і кількох пластівців SLG.

3.5 Механізм роботи польових транзисторів і хеморезисторів на основі графену

Ключовими компонентами FET є електроди джерела і стоку (контакти). Матеріал каналу, який ще називається перетворюючий матеріал, діелектрик затвора та електрод затвора. Хемірезистори спрощуються шляхом видалення діелектрика затвора та електрода затвора. Контакти часто маскують діелектриком для того, щоб уникнути витоку струму через розчин (на рис. не показано).

На рис. 3.4 наведено схеми кожного типу датчиків:

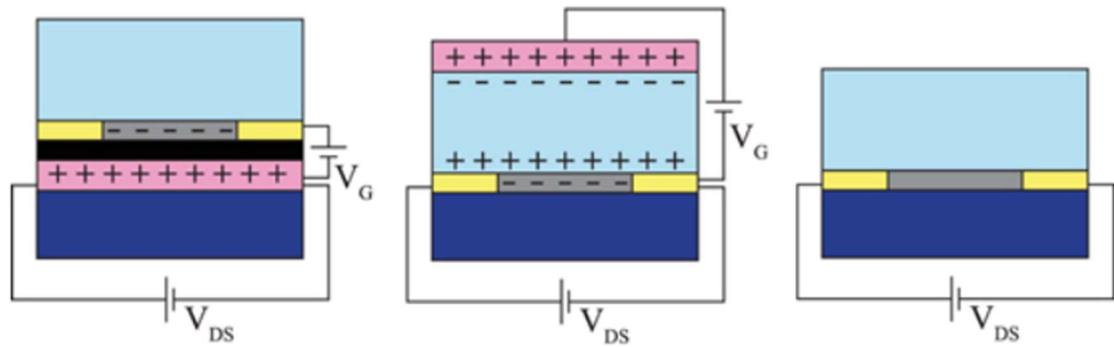


Рисунок 3.4 – Геометрія пристрою польових транзисторів із зворотним і керованим управлінням розчином і хеморезистивних датчиків

Вплив позитивного зміщення затвора на власне легування каналу було зображено на FET. Протилежна поведінка могла б спостерігатися, якщо б було застосовано негативне упередження.

Двома найпоширенішими механізмами чутливості, які використовуються для пояснення впливу аналіту на провідність FET і хеморезисторів якості води, є ефект електростатичного стробування та перенесення заряду. Вони мають протилежний ефект. Розглянемо випадок негативно заряджених адсорбатів. Отже, до електростатичного ефекту стробування адсорбати притягують позитивно заряджені частинки (дірки). А це може призвести до легування перетворюючого матеріалу р-типу. Якщо б передача заряду була б основним механізмом, то адсорбати віддавали б електронну густину каналу, а це могло б призвести до легування n-типу. Для позитивно заряджених адсорбатів вірне протилежне. Ці два ефекти можуть співіснувати, але скоріше за все, один з них буде переважаючим.

На рис. 3.5 наведено 2 ефекти:

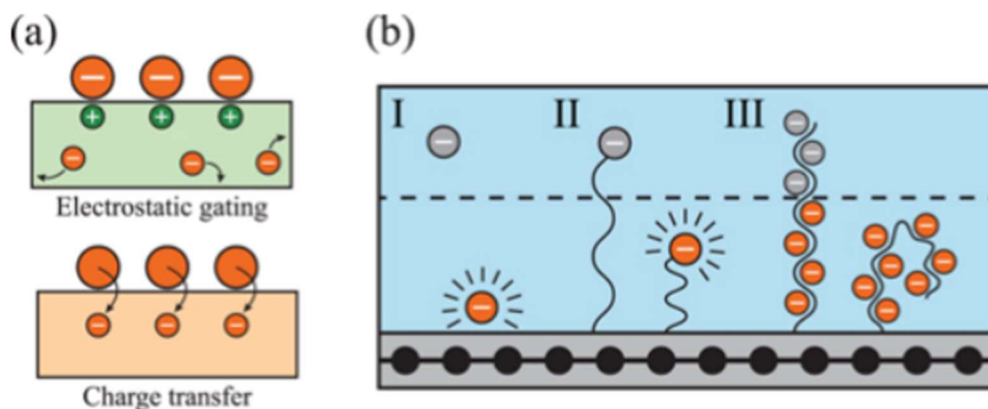


Рисунок 3.5 – Механізми чутливості в польових транзисторах та хеморезисторах якості води

На рисунку (А) вплив електростатичного стробування та перенесення заряду на легування каналу при впливі негативних адсорбатів.

На рисунку (Б) вплив довжини EDL (довжини Дебая) на чутливість пристроїв.

Відстань від каналу (1), довжина зонда (2) і конформаційні зміни (3) будуть визначати чи буде провідність каналу модульованою.

Коли електростатичний строб є домінуючим механізмом, важливо розуміти вплив подвійного електричного шару (EDL) на продуктивність пристроїв. EDL спонтанно утвориться на інтерфейсі канал-рідина. Його електростатичний потенціал падає з поверхні і наближається до нуля на межі EDL. В цей момент поверхня екранована іонами в розчині і не піддається впливу заряджених частинок у розчині. Це може вплинути на здатність датчиків виявляти аналіт. Подія сприйняття має відбутися в межах EDL каналу, інакше воно буде екрановано і не буде модулювати транспорт електронів по каналу. Це можна побачити на рис. 3.5(Б). Товщина EDL тоді має вирішальне значення для продуктивності пристроїв. Чим коротша довжина Дебая, тим ближче до каналу має відбутися подія сприйняття, що зменшує чутливість пристрою. Основним визначальним фактором довжини Дебая є іонна сила розчину, причому більша іонна сила скорочує довжину Дебая. Таким чином, склад електроліту (включаючи рН) може відігравати велику роль у поведінці

пристроїв. Ці міркування менш важливі для датчиків, які працюють за допомогою передачі заряду, оскільки все, що потрібно, це те, щоб зміни в електронному розподілі зонда могли досягати каналу.

Ефект введення дірок/електронів у канал є особливим у графені через його амбіполярний характер. У випадку чистого матеріалу легування як n-типу, так і p-типу збільшує провідність. Це пов'язано з тим, що рівень Фермі вирівняний з точкою Дірака, тому як електронне, так і діркове легування збільшить щільність носіїв заряду. Однак, якби матеріал був власне p-легований, введення електронів (легування n-типу) зменшило б провідність, тоді як введення дірок збільшило б її. Протилежне вірно для графену, легovanого n. Використання геометрії FET дозволяє налаштувати власний рівень легування перетворюючого матеріалу шляхом застосування напруги затвора. Таким чином, один і той же аналіт може призвести до збільшення або зменшення провідності залежно від прикладеної напруги затвора. Це дозволяє вимкнути (або ввімкнути) чутливість FET до певного аналіту шляхом узгодження (або невідповідності) рівня Фермі його робочої функції. Іншим наслідком амбіполярного ефекту є те, що якщо в будь-якій точці точку Дірака перетнути під час збільшення концентрації аналіту, ефект у провідності буде зворотним.

На рис. 3.6 наведено модуляцію рівня Фермі в результаті легування:

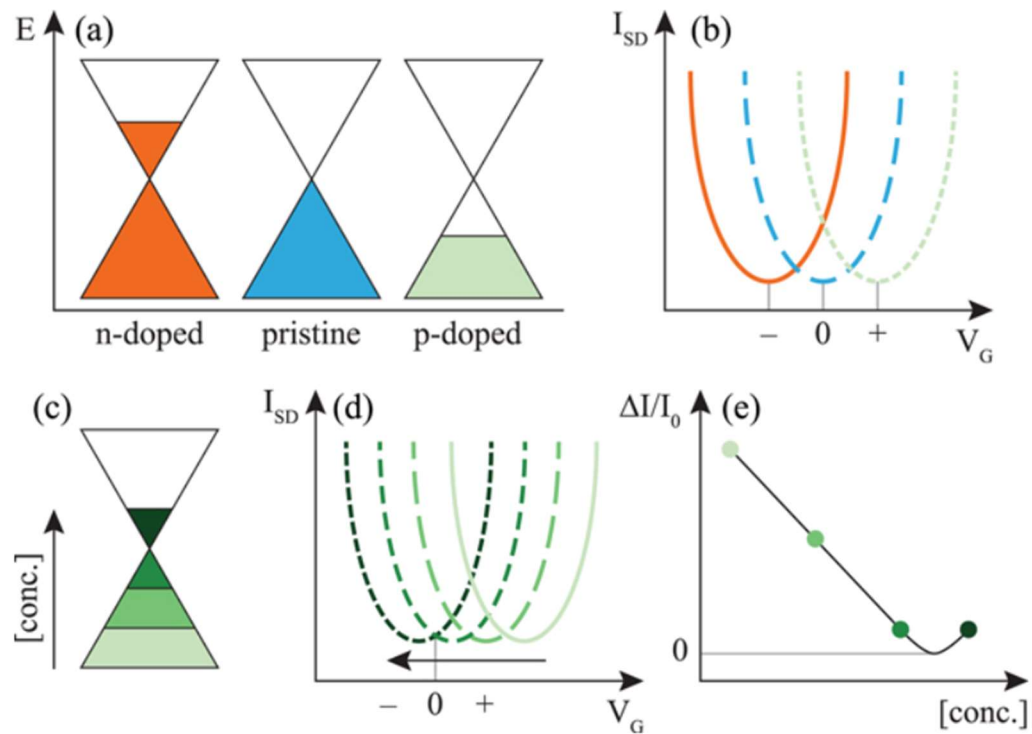


Рисунок 3.7 – Модуляція рівня Фермі в результаті легування та вплив на вихідний сигнал польових транзисторів і хемірезисторів

На рис. (А) зсув рівня Фермі n-легованого, незайманого та р-легованого графену.

На рис. (В) вплив на потенціал затвора, необхідний для досягнення точки нейтральності заряду.

На рис. (С) модуляція рівня Фермі власне р-легованого графену під час впливу зростаючих концентрацій легovanого аналіту n-типу.

На рис. (D) вплив на положення точки нейтральності заряду.

На рис. (Е) зсув провідності (від зменшення до збільшення) в результаті перетину точки Дірака.

Щоб визначити, чи є канал внутрішньо легованим р або n, пристрій FET можна використовувати для запису кривих $I_{SD} - V_G$ (I_{SD} означає струм від джерела до контакту стоку, V_G означає напруга на затворі). Для чистого графену мінімум повинен з'являтися при нульовому зміщенні затвора (як наслідок мінімуму провідності). Для р-легованого матеріалу мінімум з'явиться при позитивних зміщеннях, оскільки для нейтралізації надлишку дірок

потрібно більше електронів. І навпаки, графен, який був легований n, матиме мінімум провідності при негативних напругах на затворі. Хемірезистори не можна модулювати, як польові транзистори, але діють ті ж принципи.

У наступних підрозділах повідомляється про більшість наявної літератури про FET та хімічно резистивні датчики, які використовують матеріали на основі графену як перетворювач і які потенційно можуть використовуватися для моніторингу якості води. Спочатку вони організовані за геометрією датчика, а по-друге, за стратегією функціоналізації, від найпростішого до найскладнішого. У літературі повідомляється більше про FET на основі графену та хеморезистивних датчиків, але вони використовуються для визначення аналітів, що не належать до сфери якості води, таких як глюкоза та кортизол. Наприкінці цього розділу порівнюється продуктивність різних типів датчиків та включено обговорення можливих майбутніх напрямків галузі.

3.6 Графеновий датчик

На рис. 3.8 наведено графеновий датчик для поліпшення якості води.

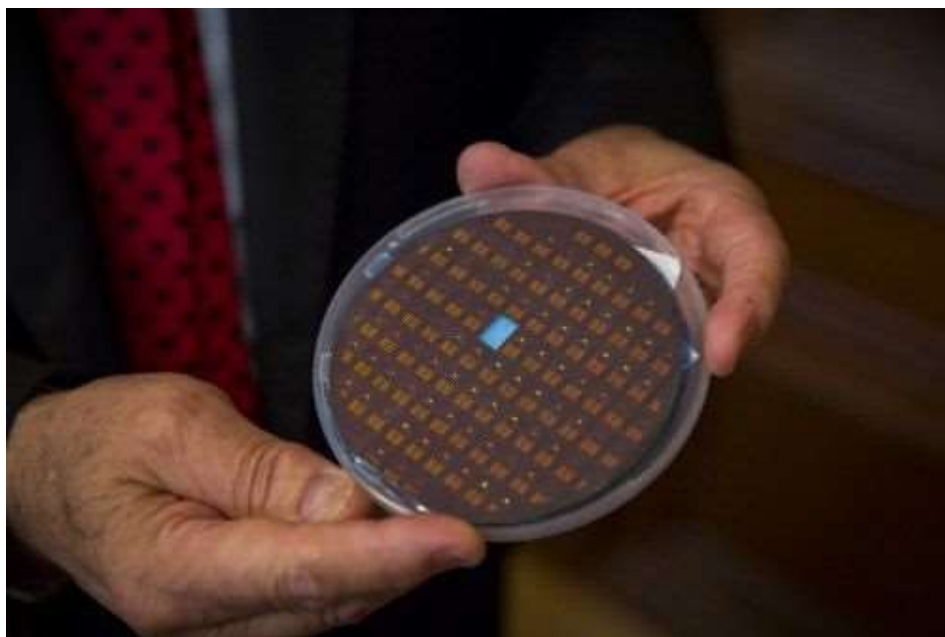


Рисунок 3.8 – Графеновий датчик

Графен є напівпровідником з нульовою зазорістю, у якого висока рухливість електронів. Вона в 100 разів більша, ніж у кремнію. Це робить графен привабливим для чутливих, високошвидкісних хімічних і біологічних датчиків за рахунок його високої чутливості до електронних збурень.

Датчик розроблений з нанопластинок на основі графену. Вони напівпровідникові і розміщені між електродним проміжком. Електропровідність графенового матеріалу змінюється, коли зливаються речовини з його поверхнею. Хімічні складові ідентифікуються та вимірюються. Ці речовини називаються аналітами.

Датчик заснований на пристрої польового транзистора (FET). В нього відновлений оксид графену (rGO). Він діє в якості чутливого каналу.

Принцип роботи датчика полягає в тому, що провідність rGO, яка вимірюється опором, змінюється зі зливанням хімічних речовин. Це можуть бути важкі метали з зондами, які закріплені на поверхні rGO. Тому, вимірявши зміну опору датчика, виявляється наявність хімічних речовин.

Датчики контролюють забруднення води в режимі реального часу. Контроль може відбуватися у водорозподільних системах, забезпечуючи переваги раннього попередження про хімічне та біологічне забруднення води. Це покращує безпеку води, а також людей.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі ми знайшли рішення для системи автоматичного контролю якості води на ТЕС. Це графеновий датчик. Він буде автоматично визначати показник якості води. Людина більше не буде брати воду на пробу, робити хімічні аналізи для того, щоб зрозуміти, якісна вода чи ні. Тепер все це буде робити датчик і буде це робити дуже швидко. Якщо показники якості будуть менше за ті, що вказані, датчик буде подавати сигнал про те, що потрібно зупиняти та проводити очистку системи. Сигнал буде подаватися на

дисплей, за котрим слїдкує оператор.

ВИСНОВКИ

Існувати без води неможливо. Для цього побудували величезну систему хімічного водоочищення ТЕС. Вода проходить велику обробку, завдяки якій вона стає чистою і її можна використовувати в різних цілях.

Система хімічної очистки води дуже велика і складна. Все це робилося для людей, щоб вони могли користуватися водою. Але ж не все так легко. У кожній системі є свої проблеми. На теплоелектростанції є велика проблема – це забруднення. Через це погіршується якість води. Вона починає мати присмак, запах і навіть колір. Але якщо до цього не доводити, то з якістю води буде все добре.

Іноді, звичайно, під час використання обладнання можуть трапитися різні явища:

- 1) З води виділяються різні речовини. Вони розташовуються на поверхні металу котла, водопідігрівачів та турбін;
- 2) Виділення шламу. З часом це призводить до відкладання поверхні розділу.

Не можна не сказати, що вода та пара контактує з конструкцією, тим самим частково розчиняє її, після чого з'являється корозія. Звичайно, є спеціальні хімічні сполуки завдяки яким відбувається попадання в контур ТЕС.

Як ми бачимо, це все життєві негаразди. Але за цим потрібно слідкувати. Накип, корозія, бактерії і т. д., все це погіршує якість води і якщо запустити, то її не можна буде зовсім використовувати у життєвих потребах.

Систему потрібно зупиняти для проведення очистки об'єктів: нагрівальний бак, освітлювач, механічний фільтр, деаератор і т. д. На все це потрібен час. Систему зупиняють і проводять очистку раз на два місяці. За ці два місяці якість води погіршується. Люди самі контролюють якість води. Беруть пробу води та йдуть її перевіряти, але поки пройде перевірка (декілька днів), воду вже буде огидно використовувати у вигляді питної води.

Є графенестий датчик, який буде автоматично визначати стан води. Це

буде відбуватися за декілька хвилин або годин. А людина перевіряла декілька днів. Датчик одразу буде реагувати на якість води і передавати дані на дисплей оператору. Якщо параметри якості будуть нижче тих, які задані, датчик подає сигнал про те, що вода втратила якість і систему потрібно зупинити для проведення очистки.

Система автоматичного контролю розроблена. Знайдено рішення, завдяки якому система буде працювати якісно та надійно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <http://www.dslib.net/avtomatizacia-upravlenia/razrabotka-i-issledovanie-sistemy-avtomaticheskogo-upravlenija-tehnologicheskim.html>
2. Єфімов В. Т., Молчанов В. І., Єфімов А. В. Методи розрахунків в автоматизації хіміко-технологічних і теплоенергетичних процесів: Навчальний посібник. Харків, 1998.
3. Дорф Р., Бішоп Р. Сучасні системи управління. - М .: Лабораторія Базових знань. - 2002 - 832 с.
4. Іванова Г. В. Автоматизація технологічних процесів основних хімічних виробництв: Методичний посібник / СПбГТІ (ТУ). - СПб., 2003 - 140 с.
5. https://filter.ua/ua/articles/chto_takoe_mn_vody_i_kak_ego_mozhno_opredelit_prosto_i_ponyatno_o_slozhnom.html
6. <https://vencon.ua/ua/articles/chto-takoe-umyagchenie-vody-i-na-chto-ono-vliyaet>
7. https://www.ncfu.ru/export/uploads/imported-from-dle/op/doclinks2017/08.03.01_2017_MU_Vodopodgotovka_08.03.01_2016.pdf
8. <https://iopscience.iop.org/article/10.1149/1945-7111/ab67a5#jesab67a5s2>
9. <https://thewaternetwork.com/article-FfV/graphene-sensor-detects-contaminants-in-water-in-real-time-YyBkBZRFHOSAWKLtLajVQg>
10. https://vagner-ural.ru/o_kompanii/stati-po-vodoochistke/vodopodgotovka-na-tec-naznachenie-i-osnovnye-metody/

ДОДАТОК А

Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуацій на підприємстві

А.1 Основні шкідливі виробничі фактори, що впливають на умови праці робітників відділу АСУ ТП

До основних шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, пов'язаних з роботою на персональному комп'ютері належать: напруга зорових органів та перевтомлення очей; навантаження на кисті рук та пальці; тривале знаходження в статичному стані, що викликає застійні явища в організмі; випромінювання різного виду (рентгенівське, електромагнітне, інфрачервоне, статистичні поля); механічні шуми, пов'язані з роботою кулера, дискового приводу, оргтехніки; іонізація повітря; виділення в повітря робочого приміщення різних хімічних речовин (озон, триметілфосфат, біфеніли); небезпека статичної електрики.

До психологічно шкідливих факторів можна віднести розумову напругу та нервово-емоційне перевантаження, які виникають внаслідок підвищеної концентрації уваги. Усі ці фактори негативно впливають на здоров'я працівників відділу АСУ ТП та сприяють виникненню професійних захворювань: комп'ютерний зоровий синдром; радіохвильова хвороба; синдром висихання рогівки ока; кистьовий тунельний синдром; захворювання шкіри; захворювання кишкового тракту; серцево-судинні захворювання; комп'ютерна алергія.

А.2 Заходи щодо поліпшення умов праці робітників відділу АСУ ТП

Для зменшення шкідливого впливу негативних факторів виробничого середовища на працівників відділу АСУ ТП необхідно вжити заходів щодо

поліпшення їх умов праці: при облаштуванні робочих місць з ПК не допускати розміщення комп'ютеру у підвальних приміщеннях; приміщення має бути обладнане системою опалення, кондиціонування повітря, вентиляцією; для боротьби зі статичним полем підтримувати відносну вологість повітря на рівні 50-60% за допомогою кондиціонування, для підлоги використовувати матеріали з антистатичного матеріалу; дотримуватися параметрів: площа на одного працюючого – 6 м², об'єм – 20 м³; відстань від робочого місця з ПК до стіни з вікном повинна становити не менше ніж 1,5 м, від інших стін – на відстані 1 м, а відстань між столами – 1,5 м; не застосовувати для обробки приміщення полімерні матеріали, що виділяють шкідливі хімічні речовини; відстань від екрану комп'ютера до очей повинна складати 50-70 см; час праці за ПК не повинен перевищувати 20 годин на тиждень, при цьому робити перерву кожні 45 хвилин на 5 хвилин.

Для зменшення шкідливого впливу негативних факторів виробничого середовища робоче місце з ПК повинно відповідати наступним гігієнічним вимогам: екран та клавіатура повинні розташовуватись на оптимальній відстані від очей користувача, що становить 600...700 мм; висота робочої поверхні робочого столу має регулюватися в межах 680...800 мм; робочий стіл повинен мати простір для ніг заввишки не менше ніж 600 мм, завширшки не менше ніж 500 мм, завглибшки (на рівні колін) не менше ніж 450 мм, на рівні простягнутої ноги - ніж 650 мм.

Для зменшення негативного впливу мобільного апарату необхідно: скоротити до мінімуму час розмови по телефону; обирати мобільний телефон з мінімальним значенням SAR (Specific Absorbtion Rate). SAR – одиниця виміру питомої величини поглинання випромінювання організмом людини; максимальна потужність випромінювання телефону. Максимальне значення SAR у Європі складає 2 Вт/кг;[4] підносити термінал до вуха після з'єднання з абонентом. Під час здійснення з'єднання збільшується потужність випромінювання телефону.

Згідно з приведеними вимогами можемо розробити схему необхідного

розташування робочих місць, яка приведена на рис. А.1:

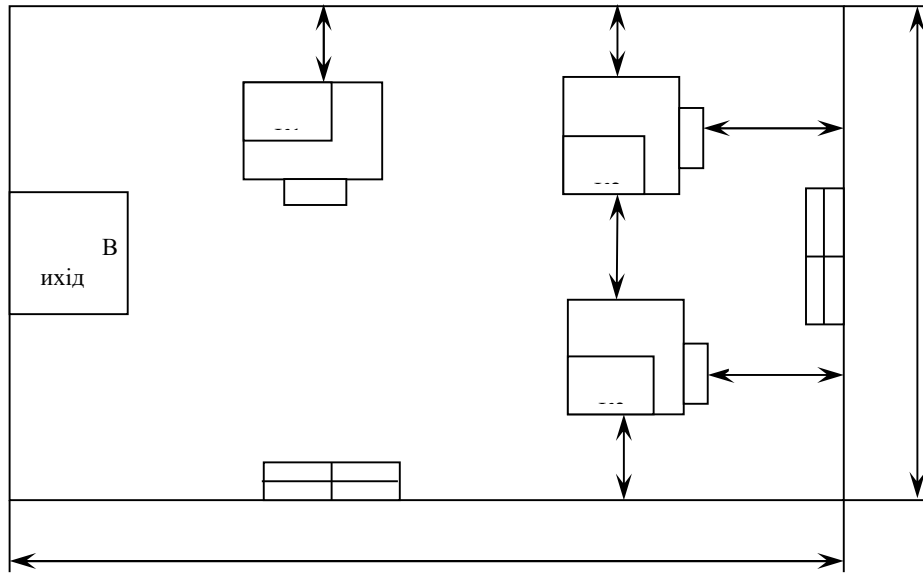


Рисунок А.1 – Облаштуваність робочих місць із ПК

Таким чином, дотримано всіх вимог. При цьому працюючі не звернені обличчям до вікна при роботі за комп'ютером.

А.3 Розрахунок кондиціонування та вентиляції для відділу АСУ ТП

У відділі АСУ ТП є джерела екстремальних температур, тому необхідно визначити необхідні умови їх вентилявання. Витрату повітря у відділі з додатковим тепловиділенням визначаємо по формулі:

$$L = \frac{Q_{\text{над}}}{c \cdot p (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}, \quad (\text{А.1})$$

де $Q_{\text{над}}$ - надлишкове виділення тепла в робочому приміщенні, ккал/год.;

c - теплоємність повітря (0,237 ккал/кг);

p - обсягова вага повітря (1,226 кг/ м³);

$t_{\text{в}}$ - температура витяжного повітря (26°С);

t_n - температура повітря, що притікає (18°C).

Розрахуємо надлишкове надходження тепла по формулі:

$$Q_{над} = Q_{уст} + Q_{пер} + Q_{осв} + Q_{ср}, \quad (\text{A.2})$$

де $Q_{уст}$ - виділення тепла від устаткування;

$Q_{пер}$ - виділення тепла робітниками;

$Q_{осв}$ - надходження тепла від електричного освітлення;

$Q_{ср}$ - надходження тепла від сонячної радіації через вікна.

Визначимо виділення тепла від устаткування по формулі:

$$Q_{уст} = P \cdot K_a \cdot K_b \cdot 860 \text{ ккал/год}, \quad (\text{A.3})$$

де P - сумарна потужність устаткування, кВт/год;

K_a - коефіцієнт установленної потужності (0,95);

K_b - коефіцієнт одночасної роботи (1,0).

$$Q_{уст} = [(x_1 \cdot k_1) + (x_2 \cdot k_2) + (x_3 \cdot k_3) + (x_4 \cdot k_4)] \cdot K_a \cdot K_b \cdot 860 \text{ ккал/год}, \quad (\text{A.4})$$

де x - кількість системних блоків, моніторів, принтерів, кондиціонерів відповідно; k - потужність системних блоків, моніторів, принтерів, кондиціонерів відповідно.

Розрахуємо:

$$Q_{уст} = [(3 \cdot 0,5) + (3 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0,4) + (1 \cdot 6,3)] \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 860 = 490,2 \text{ ккал/год}. \quad (\text{A.5})$$

Визначимо виділення тепла від обслуговуючого персоналу за допомогою формули:

$$Q_{пер} = n \times g, \quad (\text{A.6})$$

де n - кількість працюючих;

g - кількість тепла, що виділяє один працівник за годину (100 ккал/год.)

Розрахуємо:

$$Q_{\text{пер}} = 6 \times 100 = 600 \text{ ккал/год.} \quad (\text{A.7})$$

Визначимо надходження тепла від електричного освітлення по формулі:

$$Q_{\text{осв}} = E_{\text{м}} \cdot g_1 \cdot S, \quad (\text{A.8})$$

де $E_{\text{м}}$ – нормована освітленість для цієї зорової роботи, приймаємо рівним 400 лк;

g_1 – питома тепловиділення на 1 м² підлоги при 1 лк освітленості (для люмінесцентних ламп – 0,05 ккал/год.);

S – площа приміщення, м².

Розрахуємо:

$$Q_{\text{осв}} = 400 \cdot 0,05 \cdot 45,44 = 908,8 \text{ ккал/год.} \quad (\text{A.9})$$

Визначимо надходження тепла від сонячної радіації через вікна по формулі:

$$Q_{\text{ср}} = F \cdot g_2 \cdot K_{\text{осл}}, \quad (\text{A.10})$$

де F - площа віконних прорізів (1,55 м²);

g_2 - кількість тепла, що надходить через 1 м² віконного прорізу (65 ккал/год.);

$K_{\text{осл}}$ - коефіцієнт ослаблення, приймаємо - 0,4.

Розрахуємо:

$$Q_{\text{ср}} = 1,55 \cdot 65 \cdot 0,4 = 40,3 \text{ ккал/год.} \quad (\text{A.11})$$

Визначимо кількість надлишкового тепла:

$$Q_{\text{над}} = 490,2 + 600 + 908,8 + 40,3 = 2039,3 \text{ кал/год.} \quad (\text{A.12})$$

Визначимо витрати повітря в приміщенні:

$$L = \frac{2039,3}{0,237 \cdot 1,226 \cdot (26-18)} = 877,31 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (\text{A.13})$$

Існуюча в наявності система вентилявання має продуктивність 600 куб. м./годину, але це не задовольняє необхідним нормативам. Потрібно замінити функціонуючу систему вентилявання на більш потужнішу. Параметри мікроклімату на робочих місцях регламентуються ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Відповідно доданих санітарних норм температура повітря, швидкість руху повітря і відносна вологість у холодні періоди року повинна складати 22-24 градуса по Цельсію, 0,1 метра в секунду і 40-60 % відповідно. У теплі періоди року температура повітря повинна складати 23-25 градусів Цельсія, рухливість повітря 0,1-0,2 метрів секунду, вологість 40-60 %. Температура може коливатися від 22 до 26 градусів Цельсія при збереженні всіх інших параметрів мікроклімату. Вище зазначені норми цілком відповідають фактичним відділу АСУ ТП.

А.4 Розрахунок системи загального рівномірного освітлення з лампами розжарювання

Розміри відділу: довжина ($a=7,1$ м), ширина ($b=6,4$ м), висота ($h=3$ м). Визначимо норми освітлення для та розрахункову висоту для виділених зон. Мінімальна освітленість за нормами $E=400$ лк. Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття - $P_{\text{стелі}} = 70\%$, $P_{\text{стін}} = 50\%$. Висота робочих поверхонь

(столів) $h_p = 0,7$ м. Для освітлення прийнято світильники типу УПМ-15, які підвищуються до стелі, відстань від світильника до стелі $h_c = 0,5$ м. Мінімальна освітленість за нормами $E = 400$ лк.

1) Визначимо висоту підвісу світильників над підлогою:

$$h_0 = H - h_c = 3 - 0,5 = 2,5 \text{ м.} \quad (\text{A.14})$$

Для світильників загального освітлення з лампами розжарювання потужністю до 200 Вт мінімальна висота підвісу над підлогою відповідно до СНіП П-4-79 повинна бути у межах 2,5 - 4,0 м, залежно від характеристики світильника. В нашому випадку по відповідає цій вимозі.

2) Визначимо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p = 2,5 - 0,7 = 1,8 \text{ м.} \quad (\text{A.15})$$

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками (L) і висоти їх підвісу (h).

3) Визначимо рекомендовану відстань між світильниками:

$$L = 0,7h = 0,7 \cdot 1,8 = 1,26 \text{ м.} \quad (\text{A.16})$$

4) Розрахуємо необхідну кількість світильників:

$$N = \frac{ab}{L^2} = \frac{7,1 \cdot 6,4}{1,16^2} = 33,77 \approx 35 \quad (\text{A.17})$$

Приймаємо 35 світильників, враховуючи розміри приміщення розміщуємо їх у 3 ряди по 7 штук.

5) Світловий потік лампи світильника визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta} \text{ ккал / год} , \quad (\text{A.18})$$

де E - нормативна освітленість, лк;

K_3 - коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп (1,5);

S - площа приміщення, що освітлюється, м^2 ;

Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення для ламп розжарювання (=1,15);

N - кількість світильників;

n - кількість ламп у світильнику;

η - коефіцієнт використання світового потоку, який визначається за світлотехнічними таблицями залежно від показника приміщення (i) та коефіцієнтів відбиття стін та стелі.

6) Визначимо показник приміщення для кожної зони:

$$i = \frac{ab}{h(a+b)} = \frac{7,1 \cdot 6,4}{1,8 \cdot (7,1 + 6,4)} = 1,8 . \quad (\text{A.19})$$

7) З таблиці 3.25 [2] знаходимо коефіцієнт використання ($\eta = 0,52$) для світильників УПМ-15 (при $P_{\text{стелі}} = 70\%$, $P_{\text{стін}} = 50\%$).

8) Світловий потік одного світильника, а значить і лампи, оскільки за конструктивним виконанням у світильнику цього типу встановлена лише одна лампа, дорівнює:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{400 \cdot 45,44 \cdot 1,5 \cdot 1,15}{35 \cdot 0,52} = 1722,73 \text{ лм} . \quad (\text{A.20})$$

9) З таблиці 3.27 [2] обираємо лампу БК (біспіральна криптонова) потужністю 100 Вт, світловий потік якої становить 1450 лм. Хоча це значення менше розрахованого на 14%, однак не перевищує встановлену норму ($-0\% < \Delta\Phi_{\text{л}} < +20\%$). Сумарна електрична потужність усіх світильників, встановлених у приміщенні становить:

$$\Sigma P_{\text{св}} = P \cdot N = 100 \cdot 35 = 3,5 \text{ кВт.} \quad (\text{A.21})$$

A.5 Пожежна безпека

У приміщенні відділу АСУ ТП основні міри для забезпечення пожежної безпеки визначає Інструкція про заходи пожежної безпеки для службових приміщень. Вона є обов'язковою для виконання всіма співробітниками. В інструкції про засоби пожежної безпеки для службових приміщень забороняється: улаштовувати тимчасові електромережі, застосовувати саморобні плавкі вставки в запобіжниках, прокладати електричні проводи безпосередньо по пальній основі, експлуатувати світильники зі знятими ковпаками (розсіювачами), використовувати саморобні подовжувачі, що не відповідають вимогам Правил пристрою електроустановок; пристосовувати вимикачі, штепсельні розетки для підвішування одягу й інших предметів, обгортати електролампи і світильники, заклеювати ділянки електромережі пальною тканиною, папером; використовувати побутові електрокип'ятильники, чайники тощо без непалених підставок, залишати без нагляду включеними в електромережу кондиціонери, комп'ютери, рахункові і друкарські машинки і т.п.; захаращувати підступи до засобів пожежогасіння, використовувати пожежні крани, рукави і пожежний інвентар не за призначенням, зберігати документи, різні матеріали, предмети й інвентар у шафах (нішах) інженерних комунікацій; курити (крім спеціально відведених для цього адміністрацією

місць, позначених написом «Місце для паління» і забезпечених урною чи попільницею з непаленого матеріалу), проводити зварювальні й інші вогневі роботи без оформлення відповідного дозволу, застосовувати легкозаймисті рідини.

А.6 Безпека при надзвичайних ситуаціях на підприємстві

Меблі й устаткування в цехах підприємства МК «Азовсталь» повинні розміщатися таким чином, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до дверей виходу з приміщення (шириною не менше 1 м). Евакуаційні шляхи і виходи необхідно постійно держати вільними, нічим не захащувати. Засоби протипожежного захисту в приміщеннях потрібні триматися у справному стані.

У випадку виявлення пожежі слід: негайно повідомити державну пожежну охорону за телефоном «101», вказати при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, своє прізвище; повідомити про пожежу керівництву, а в нічний час черговому охоронцю;

У разі можливості почати гасіння пожежі наявними засобами, організувати зустріч пожежних підрозділів.

При виникненні пожежі у початковій стадії його розвитку випромінюється тепло, токсичні продукти згоряння, імовірні руйнування будівельних споруд. Тому слід як можна швидше провести евакуацію людей із палаючої будівлі. Показником ефективності евакуації є час, протягом якого працівники можуть при необхідності залишити окремі приміщення і будівлю в цілому. Безпека евакуації досягається тоді, коли час евакуації не перевищує час настання критичної фази розвитку пожежі, тобто часу від початку пожежі до досягнення граничних для людини впливів факторі пожежі (критичних температур, ступені задимлення, зниження концентрації кисню и т.п.). Число евакуаційних виходів повинно бути не менш двох. Вони повинні

розташовуватися розосереджено.

Двері на шляхах евакуації повинні відкриватися у напрямку виходу із будівлі. У кожному приміщенні на видному місці повинен бути вивішений план евакуації при пожежі. При пожежі обов'язково необхідно враховувати небезпечні чинники і механізм їх дії на людину. Користуватися ліфтом категорично забороняється. Шахта ліфта є шляхом для поширення диму і отруйних продуктів горіння, до того ж при пожежі ліфт часто відключають і можна опинитися в пастці при пожежі.

Якщо ви знаходитесь в приміщенні де немає пожежі, но відрізани вогнем, димом, високою температурою від головних шляхів евакуації, то в першу чергу необхідно заважити доступу диму и продуктів горіння в це приміщення. Для чого необхідно негайно закрити усі щілини у дверях та під ними змоченими водою ганчірками, рушниками, робочими халатами та іншим.

Якщо приміщення все ж заповнено димом, необхідно підповзти до вікна, закрити при цьому рот та ніс змоченою тканиною, яка грає роль фільтру та в певної мірі захищає від продуктів горіння.

Рухатись у задимленій зоні поповзом або максимально пригнувшись, необхідно тому що більшість нагрітих газоподібних отруйних речовин та дим збираються у верхній зоні приміщення, окрім цього, в приміщенні при горінні температура на рівні очей людини у 6 разів вище за температуру на рівні полу, до того ж внизу завжди зберігається більша концентрація кисню. Коли ви опинились біля вікна трохи відкрийте його та дихайте через щілину, очікуючи прибуття пожежників. При їх прибутті негайно зверніть на себе увагу. Ніколи не стрибайте через вікно без відомої на це необхідності (кожний другий стрибок з 4-го поверху при пожежі - смертельний).