

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Розроблення автоматизованої системи керування

технологічним процесом обезсолення води

Виконав: студент (ка) 4 курсу, групи КТ-41

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(шифр і назва спеціальності)

Левченко Я.А.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Служинський В.В.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Нормоконтроль

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Завідувач кафедри

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота складається з графічної частини і пояснювальної записки.

Об'єм графічної (ілюстративної) частини кваліфікаційної роботи становить 22 слайди.

Об'єм пояснювальної записки складає 72 друковані сторінки формату А4 (210×297).

В кваліфікаційній роботі нараховується 15 рисунків та 5 таблиць з даними. Використано 14 літературних джерела.

У даній кваліфікаційній роботі розглянуто питання розробки автоматизованої системи керування процесом обезсолення води. Метою даної роботи є підвищення якості готової продукції за рахунок системи автоматичного обезсолення і фільтрування води. Розроблено сучасну систему керування технологічним обладнанням, та інтерфейс зв'язку системи керування і технологічного обладнання.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	9
1.1. Огляд існуючих промислових методів обезсолення води.....	9
1.2. Опис технологічного процесу хімічного обезсолення води.....	10
1.3.Обґрунтування актуальності автоматизації виробничого процесу і вибраного напрямку розробки.....	14
2. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	16
2.1. Аналіз технологічного процесу, як об'єкту керування	16
2.2. Будова та технічні характеристики компонентів технологічного процесу	18
2.3. Карта технологічного процесу	26
2.4. Обґрунтування вибору функціональної схеми автоматизованої системи керування	28
2.5. Обґрунтування вибору технічних засобів автоматизації.....	33
2.6.Вибір виконавчих механізмів і регулюючих органів.....	39
2.7. Вибір контролерів	42
2.8.Опис принципових схем автоматизації	47
3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	51
3.1.Розрахунок системи автоматичного регулювання	51
3.2.Визначення стійкості системи та побудова логарифмічних характеристик.....	54
3.3.Опис програмного забезпечення системи автоматизації.....	56

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ	58
4.1. Аналіз і характеристика потенційних небезпек при обезсоленні води.....	58
4.2. Організаційні заходи та інженерні рішення, спрямовані на покращення умов і безпеки праці.....	64
4.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях	67
ВИСНОВКИ.....	70
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	71

ВСТУП

Для виробництва в молочній промисловості широко використовується обезсолена вода.

Хімічне обезсолення води включає в себе механічну обробку і пом'якшення води шляхом фільтрування через шари завантажених, практично нерозчинних у воді іонообмінних матеріалів – іонітів в фільтри.

В останні роки була проведена значна робота по вдосконаленню процесу хімічного обезсолення води, його інтенсифікації та автоматизації.

Основним і важливим питанням на даний період є автоматизація технологічного процесу хімічного обезсолення води, завданням якої є підвищення якості продукції, забезпечення надійності протікання процесу, а також необхідність зниження собівартості оброблюваної води шляхом скорочення затрат на експлуатацію і обслуговування установки.

Створення автоматичних систем регулювання, які забезпечують оптимальні режими роботи процесу обезсолення води неможливе без використання комп'ютерної техніки, найсучаснішої апаратури для регулювання та контролю технологічних параметрів розробки нових систем автоматичного регулювання, без побудови загальної математичної моделі об'єкту. Це і є основна задача, часткове рішення якої знайшло відображення у даній кваліфікаційній роботі.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Огляд існуючих промислових методів обезсолення води

Очистка води від розчинених неорганічних і органічних речовин методом іонного обміну заходить широке застосування в промисловості.

Цей метод дозволяє очищати воду до гранично-допустимих концентрацій домішок і таким чином забезпечувати можливість її повторного використання, а також утилізувати цінні домішки.

Для очистки вод використовують як природні іоніти, так і синтетичні іонообмінні смоли. Іоніти поділяються на катіоніти, що здатні обмінюватися катіонами, і аніоніти, які обмінюються аніонами.

Характерною особливістю іонів, важливою для практичного використання, є їх оборотність, тобто можливість проведення реакції у зворотному напрямку. Це дозволяє проводити регенерацію іонітів.

В залежності від призначення води до її якості ставлять різні вимоги.

Якість води залежить від багатьох факторів: наявність в ній солей твердості, твердих механічних домішок, розчинених газів, бактерій та ін. Одним з основних факторів є твердість, зумовлена наявністю розчинених солей кальцію і магнію. Розрізняють загальну, тимчасову і постійну твердість.

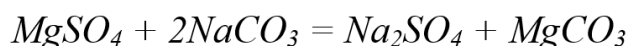
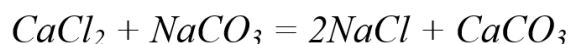
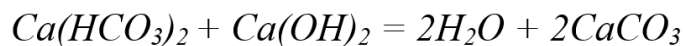
Основною перевагою методу іонного обміну є компактність і простота апаратурного оформлення, більш глибоке пом'якшення води (до $0,035 + 0,07$ мг-екв/л), простота обслуговування і контролю, а найголовніше – дешевизна.

Пом'якшення і обезсолення води є основними процесами підготовки води. Способи пом'якшення поділяються на фізичні, хімічні і фізико-хімічні.

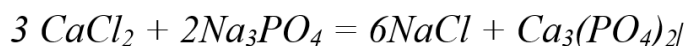
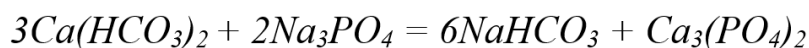
Фізичні способи передбачають термічну обробку води або кип'ятіння, дистиляцію і виморожування. Хімічні способи пом'якшення води заключаються

в обробці її розчинами хімічних з'єднань. Найбільше промислове застосування отримали вапняково-содовий і фосфатний способи пом'якшення.

Вапняково-содовий спосіб полягає в обробці води з подальшим утворенням карбонату кальцію, гідроксиду та карбонату магнію.



Фосфатний спосіб складається з обробки води фосфатом натрію



Розчинність фосфатів кальцію і магнію у воді дуже мала, це визначає високу ефективність фосфатного способу (склад солей зменшується до 0,03 мг екв/л).

Фосфатний спосіб – досить дорогий спосіб пом'якшення, тому застосовується, головним чином, в яких основна маса солей забирається з води вапняним молоком або содою, а пом'якшення здійснюється з допомогою фосфатів.

1.2. Опис технологічного процесу хімічного обезсолення води

Послідовна фільтрація води через шари аніоніту та катіоніту називається іонітним обезсоленням води.

Після видалення CO₂ при декарбонізації оброблювана вода направляється в ОН- фільтри першої ступені. Декарбонізатор використовується для видалення

вугільної кислоти, що утворюється при Н-катіонуванні з метою понизити завантаження на аніонітові фільтри.

Аніонітні фільтри першої ступені завантажують слабоосновними аніонами, сорбують з Н-катіонітової води тільки сильні кислоти.

На другій ступені Н-катіонування з оброблюваної води видаляється залишкова кількість катіонів, що пройшли Н-фільтр першої ступені, в першу чергу найменш сорбуєний катіон Na.

Потім оброблювана вода направляється на аніонітові фільтри другої ступені, що завантажені сильно-основним аніоном, де відбувається сорбування аніонів HS і O_3 і залишків аніонів мінеральних кислот.

Якість фільтру є інтегральним показником правильності і ефективності ведення технологічного процесу та іонного обміну.

Втрати тиску показують степінь небажаного забруднення іонового матеріалу залишками завислих частинок вихідної води. Кількість обробленої з початку циклу води дозволяє приблизно оцінити ступінь виснаження обмінної ємності іоніту і наближення моменту виводу фільтра на регенерацію.

Принципова функціональна схема обезсолення води представлена на рис. 1.1 та 1.2, де 1 – насос трубопровідної води; 2 – механічний фільтр; 3 – Н-катіонітовий фільтр I ступені; 4 – декарбонізатор; 5 – аніонітовий фільтр I ступені; 6 – насос частково обезсоленої води; 7 – Н-катіонітовий фільтр II ступені; 8 – аніонітовий фільтр II ступені; 9 – бак збору обезсоленої води.

Сира вода насосами подається на механічні фільтри, завантажені річним кварцевим піском.

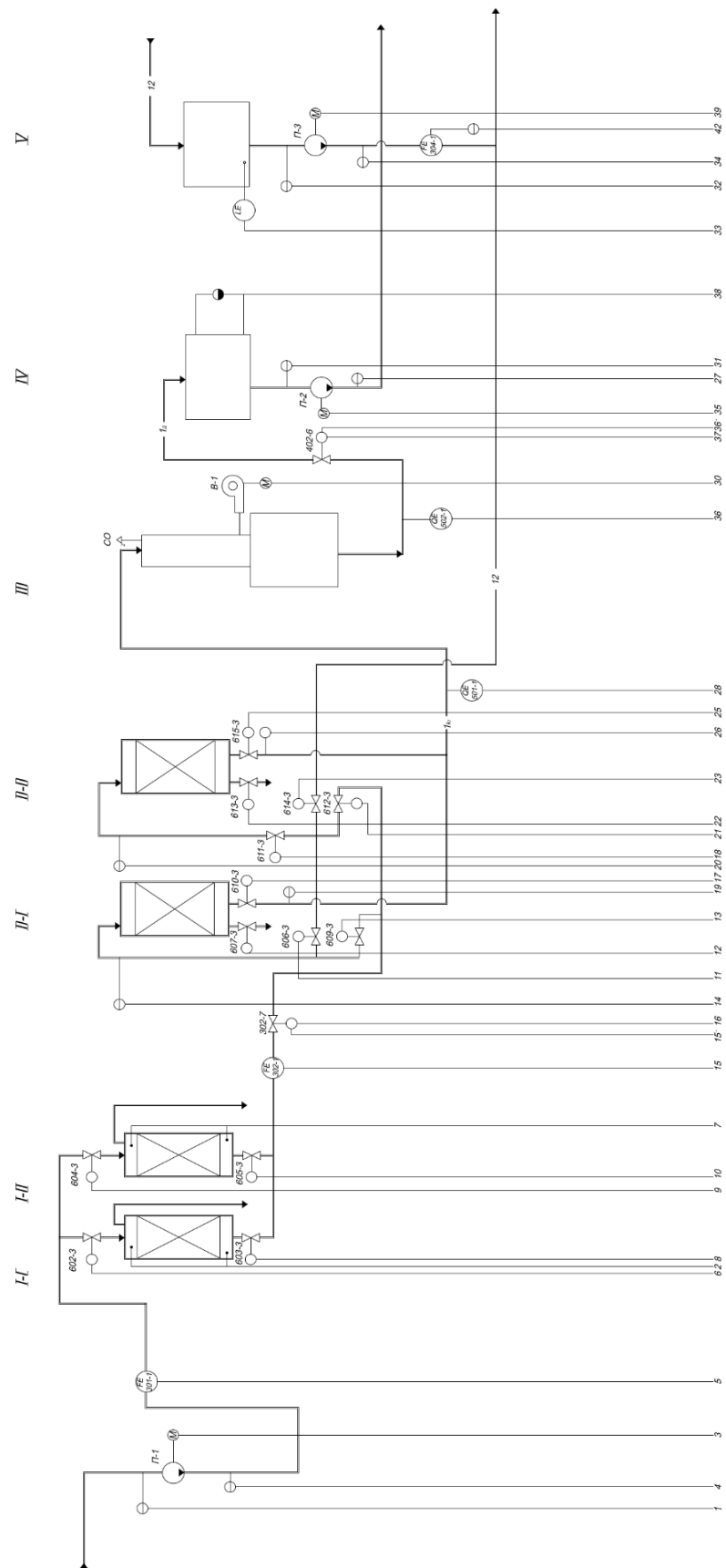


Рис. 1.1. Принципова функціональна схема обезсолення води

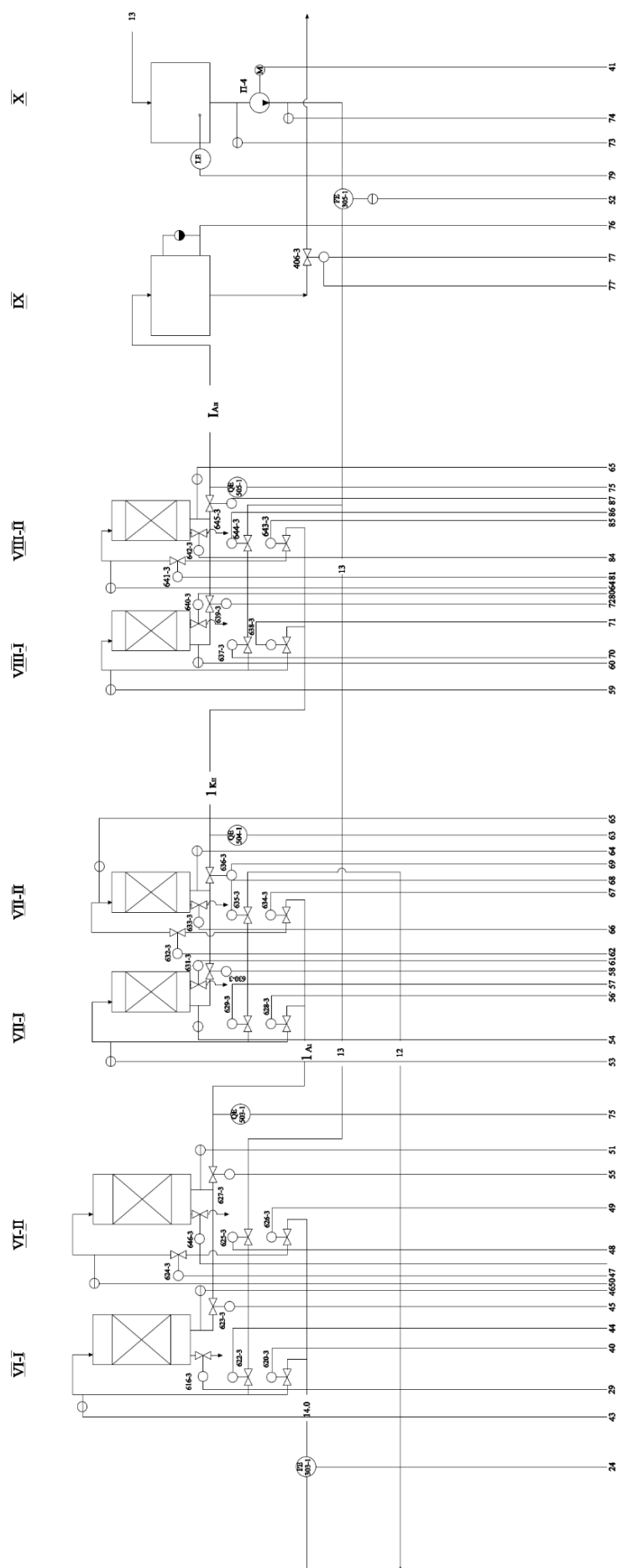


Рис. 1.2. Принципова функціональна схема обезсолення води

З механічних фільтрів вона подається на Н-катіонітові фільтри I ступені знесолюючої установки. З Н-катіонітових фільтрів вода поступає на декарбонізатор, з якого насосами частково обезсоленої води перекачується в аніонітові фільтри I ступені, які завантажені подрібненим низько основним аніоном. І далі через Н-катіонітові фільтри II ступені, що завантажені сульфовугіллям або іншим сильнокислотним катіоном, на аніонітові фільтри, які завантажені сильним аніоном.

Після аніонітових фільтрів II ступені обезсолена вода направляється в збірник обезсоленої води.

Проектна продуктивність 45 т/год.

1.3. Обґрунтування вибраної тематики розробки

Завданням автоматизації знесолюючої установки є забезпечення надійності протікання процесів обезсолення, а також необхідність пониження собівартості оброблюваної води шляхом скорочення затрат на експлуатацію і обслуговування установки.

Автоматизація хімічного обезсолення води повинна прискорити і покращити насамперед робочі процеси. А саме:

- контроль і регулювання продуктивності установки;
- подачу регенераційних розчинів відповідної концентрації;
- контроль за якістю води;
- контроль за режимом роботи і відновленням фільтрів.

Автоматизована система керування механічними фільтрами призначена для перевodu фільтрів з одного стану в інший, проведенням всіх операцій по відновленню фільтруючого завантаження, шляхом його зпускування і промивки, а також контроль за якістю проведення операцій по відновленню завантаження і правильністю виконання команд.

Іонообмінна частина призначена для хімічного обезсолення і пом'якшення води шляхом фільтрування.

Автоматизація даної установки дозволить реалізовувати автоматичне виконання всіх основних і допоміжних технологічних операцій по експлуатації всієї іонообмінної установки при централізації контролю управління.

Ефективна робота автоматизованих систем управління залежить від працездатності приладів і апаратів, їх монтажу і експлуатації, від використання більш сучасної апаратури і регулюючих органів.

2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз технологічного процесу, як об'єкту керування

За рахунок забруднення осадом фільтрувальної перегородки фільтр є нестационарним об'єктом регулювання.

У процесі підготовки води використовуються чотири різновиди фільтрів, кожен із яких має різні фільтрувальні перегородки. Забруднення фільтру є однією з причин порушення нормального ходу технологічного процесу.

Буває, що тверді частки потрапляють в отвори фільтрувальної перегородки та залишитися там, не утворюючи осаду. Цей тип фільтрування називається фільтруванням з закупорюванням пор.

Крім того, на неправильній ділянці тверді частинки механічно гальмуються. Такі застрягнуті частинки зменшують ефективний переріз пори, а наступні тверді частинки швидше затримуються в ній. Виключається також ситуація, коли одна тверда частинка повністю закупорює пору, що робить її непрохідною для інших частинок. Оскільки тверда частинка невелика порівняно з порами, вона може не проникнути в пору. Це відбувається, коли перед отвором у пору утворюється закупорка з декількох досить невеликих твердих частинок. Це дозволяє рідині пройти і затримує інші тверді частинки. Утворення закупорки відбувається, коли в суспензії є достатньо висока концентрація частинок.

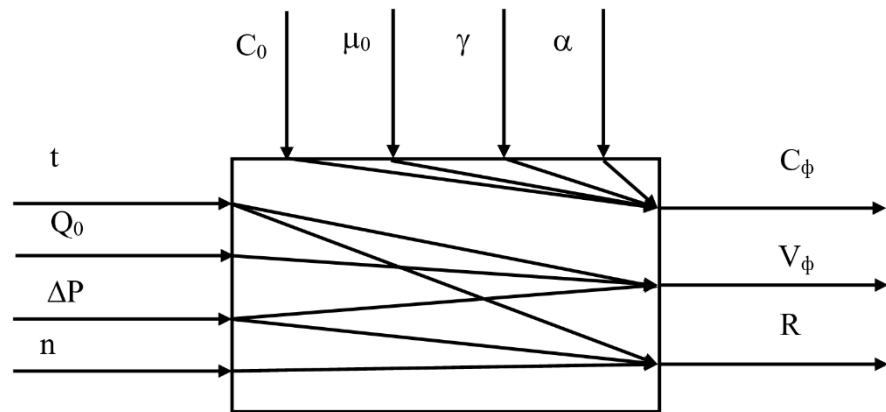
Тверді частини, які потрапляють до фільтрувальної перегородки потоком рідини, проходять через різні умови. Якщо розмір пор менший за розмір твердої частинки, вона затримується там. Якщо розмір твердої частинки менший за розмір пори в найвужчому перерізі, частинка може пройти через перегородку і потрапити в фільтрат. Але вона може затриматися на стінках пори в середині фільтрувальної перегородки внаслідок адсорбції.

Це можна побачити в іонітовому фільтрі об'ємом 35 м³, який зазвичай насичений іонами натрію. Насичення фільтру іонами магнію та кальцію є

причиною, яка перешкоджає нормальному ходу процесу. Це ознака того, що процес промивання фільтру починається.

Проведення регенерації фільтра є результатом порушення нормального протікання процесу, коли фільтрувальна перегородка заблокована.

Структурна схема взаємозв'язку основних величин фільтру приведена на рис. 2.1.



t - тривалість процесу фільтрування;

Q_0 - витрата води;

ΔP - перепад тиску (рушійна сила);

n - число циклів роботи фільтру;

C_0 - концентрація;

μ_0 - в'язкість;

γ - гранулометричний склад твердої фази;

α - параметр, фізико-хімічні властивості рідкої та твердої фази;

C_ϕ - концентрація фільтрату;

V_ϕ - кількість фільтрату за один цикл фільтрування;

R - опір процесу фільтрування.

Рис. 2.1. Структурна схема взаємозв'язку основних величин фільтру

2.2. Будова та технічні характеристики компонентів технологічного процесу

Механічний фільтр

Механічний фільтр являє собою зварний резервуар з привареним сферичним дном.

Фільтр обладнаний трубопроводами арматурою.

Рівномірність фільтрації води по поперечному перерізі фільтра досягається з допомогою дренажної системи.

Призначення механічних фільтрів – освітлення води, тобто фільтрація її через річний кварцовий пісок.

Основні параметри:

- вага фільтруючого шару кварцового піску 100 кг;
- діаметр зерен – 0,3 – 1,8 мм;
- робочий тиск – 6 атм.

Кожний фільтр має:

- манометр на вхідному і вихідному патрубках;
- два пази у верхній і нижній частинах фільтра;
- штуцер для під'єднання трубопроводів гідровивантаження фільтруючого матеріалу;
- вимірюючі діафрагми на вихідному трубопроводі;
- контрольну трубку з вентелем.

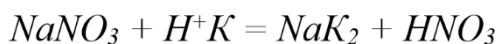
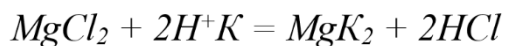
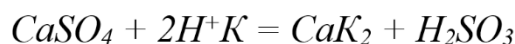
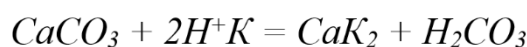
Н – катіонові фільтри I ступені

В даних фільтрах використовують катіоніт КУ – 2 – 8чС, який стійкий в лужному середовищі і має в своєму складі катіон водню, здатний обмінюватись на інші катіони.

Конструктивна характеристика фільтрів:

– зовнішній діаметр	1220 мм;
– внутрішній діаметр	1200 мм;
– висота	3200 мм;
– вміст катіоніту	1883 кг.

При Н-катіонуванні проходить обмін катіонів Ca, Mg, Na на інші катіони, що містяться в освітленій воді на катіон водню, який міститься в Н-катіоніті. Внаслідок цього обміну у фільтрі утворюється еквівалентна кількість кислот:



K – складний нерухомий комплекс катіоніту, що виконує роль аніону.

Катіоніт працює пошарово. Спочатку обміну проходить у верхньому шарі, в міру його виснаження процес обміну переміщується в нижні шари катіоніту. При цьому катіони Ca і Mg, як більш активні весь час витісняють катіони Na в нижніх шарах катіоніту КУ-2-84С, поки не виникає проскок катіону Na. Тоді кислотність у фільтрі починає знижуватись, що вказує на необхідність відновлення катіоніту – його регенерацію.

Н-катіонітовий фільтр I ступені відключається на регенерацію при зниженні кислотності його фільтрату на 0,2-0,3 моль екв/дм³ при стабільній якості води, що поступає на нього.

Про виснаження фільтра судять також по зростанню лужності більш ніж на 0,2 моль екв/дм³ і хлоридів вище 3-5 моль екв/дм³ у фільтраті після аніонітового фільтру I ступені, якщо останній ще не виснажений.

Регенерація складається з:

1. розпущення катіонітового матеріалу;

2. пропускання через шар катіоніту регенераційного розчину соляної кислоти – відновлення обмінної здатності виснаженого катіоніту.

Витрату НСЕ на одну регенерацію визначають за формулою:

$$Q = \frac{V \cdot E_p \cdot C}{1000}$$

де V - об'єм завантаженого у фільтрі катіоніту, м³;

E_p - питома ємність поглинання, г;

C - питома витрата HCl.

3. відмивання іоніту від катіонів, які відлилися в розчин і від надлишку HCl.

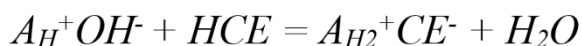
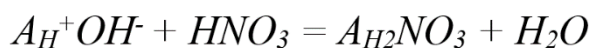
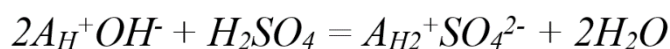
Аніонітові фільтри I ступені

Вода, що пройшла Н-катіонітові фільтри I ступені подається на аніонітові фільтри I ступені завантажені низько основним аніонітом марки АН-31.

Показники аніоніту:

– розмір фракції	1,2 мм;
– насипна вага	0,65 т/м ³ ;
– робоча ємність поглинання	800-1000 г-екв/дм ³
– швидкість фільтрації	5-20 м/год

В аніонітових фільтрах I ступені проходить обмін аніонітів сильних кислот SO_4^{2-} , NO_3^- , CE^- на гідроксильний іон OH^- , що можна виразити наступними рівняннями:



A_H – складний комплекс аніоніту, який виконує роль нерухомого катіоніту.

Аніонітовий фільтр виводиться на регенерацію наступними показниками:

а) збільшення хлоридів до 3 мг/дм³, якщо воно не викликано проскоком Na через Н-катіонітові фільтри;

б) збільшення кислотності фільтру до 100 мкг екв/дм³.

Регенерація включає:

- а) розпушення аніонітового матеріалу;
- б) пропускання через шар аніоніту регенераційного розчину їдкого натру;
- в) відливання аніоніту від аніонітів, що виділилися в розчин і від надлишку розчину їдкого натру.

Н – катіонові фільтри II ступені

Мають конструктивні особливості порівняно з фільтрами I ступені:

- меншу висоту (2000 мм);
- більший переріз вхідного і вихідного трубопроводів.

Кількість катіонів, що поступає в Н-катіонітовий фільтр II ступені дуже не значна і, в основному, це катіони Na, які містяться в частково знесоленому середовищі внаслідок проскоку через Н-катіонітові фільтри I ступені.

Тому швидкість фільтрації води через фільтри II ступені збільшується до 50-60 м/год, що відповідає продуктивності 25-30 м³/год.

Якість води після Н-катіонування II ступені повинна відповідати вимогам:

- сумарний вміст катіонів Ca, Mg, Na не більше 1 мкг екв/дм³;
- вміст хлор-йону 1 мг/ дм³;
- лужність відсутня;
- кислотність 5-25 мкг екв/дм³.

Н-катіонітові фільтри II ступені на регенерацію виводиться по кількості пропущеної води – після пропуску 10000 м³ води. Генерацию Н-катіонітових фільтрів II ступені слід проводити сумісно з Н-катіонітовими фільтрами I ступені, тобто кислота пропускається послідовно через Н-катіонітові фільтри II ступені, а потім через Н-катіонітові фільтри I ступені.

Аніонітові фільтри II ступені

В аніонітових фільтрах II ступені завершується знесолення води. Завантажені вони аніоном АВ-17-8чС. Це синтетична іонообмінна смола, що використовується, як правило, для поглинання залишків вуглекислих та кремнієвих сполук.

Коротка характеристика АВ-17-8чС:

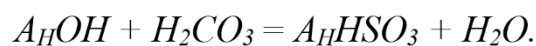
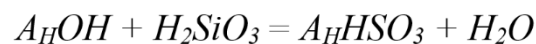
- | | |
|--|-------------------------|
| – фракція розміром | 0,2-16 мм; |
| – колір зерен – | світло сірий; |
| – насипна вага | 0,74 т/м ³ ; |
| – допустима температура води | 30-40 ⁰ С; |
| – швидкість фільтрації | 5-20 м/год; |
| – витрата води на регенерацію і відмивання | 10 м ³ /год. |

Високо основний аніоніт затримує:

- а) залишки аніонів сильних кислот;
- б) вуглекислоту, що утворюється в Н-катіонітовому фільтрі II ступені;
- в) кремнієві сполуки;
- г) органічні сполуки, не виділені при коагуляції в освітлювачі і на проміжних ступенях знесолення.

Оскільки основним завданням високо основного аніоніту є вилучення води кремнекислих сполук, всі інші аніони і сполуки заліза повинні бути зведені до мінімуму, інакше обмінна здатність іоніту з кремнекислих сполук буде значно знижена. Робочий цикл аніонітових фільтрів складається з процесів знесолення і регенерації відпрацьованого аніоніту.

Реакції, що проходять при фільтрації через аніоніт:

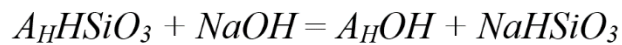
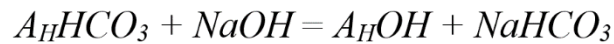


На регенерацію фільтр включають при вмісті у фільтрі $SiO = 240 \text{ мкг/дм}^3$.

Якість знесолення води повинна бути повинна бути:

— солевміст	0,2-0,4 мг/дм ³ ;
— твердість загальна	не більше 1 мкг-екв/дм ³ ;
— лужність загальна	не більше 20-30 мкг-екв/дм ³ ;
— аніони CO_3, SO_4^{2-}, Cl^-	відсутні;
— кремневміст SiO_2	не більше 150 мкг/дм ³ ;
— залізо	не більше 20 мкг/дм ³ ;
— окисленність	не більше 0,8 мгО ₂ /дм ³ .

Регенерація виснаженого аніоніту складається з обробки його розчином лугу 3,2-4% концентрації. При регенерації виникають наступні реакції:



Регенерацію аніонітових фільтрів II ступені слід проводити разом з аніонітовим фільтром I ступені. Кількість 100%-го лугу на сумісну регенерацію 1470 кг. Витрата їдкого натру на кожен кубометр 80-1—кг.

Загальна кількість обезсоленої води в рік:

$$Q_3 = 3 \times \Gamma \times D \times Q_1$$

де

Q_1 – кількість обезсоленої води за одну годину;

3 – кількість змін за одну добу;

Γ – тривалість зміни;

D – кількість робочих днів у році.

$$Q_3 = 45 \times 3 \times 8 \times 365 = 3969000 \text{ м}^3$$

Матеріальний баланс іонообмінного фільтру

Для приблизних розрахунків основних параметрів іонообмінного фільтру (висота шару іоніту, площа і швидкість фільтрування, довготривалість робочого циклу, об'ємна ємність іоніту) користуються рівняннями матеріального балансу іонітного фільтру, що включає ці параметри.

Щоб скласти такий баланс, можна вважати, що всі іони, що виводяться з оброблюваної води, повністю затримуються завантаженим у фільтр іонітом.

Це припущення дасть незначні похибки в матеріальному балансі фільтра, якщо враховувати мізерні залишкові концентрації цих іонів в оброблюваній воді, що допускається діючими інструкціями.

Тоді по умові матеріального балансу кількість іонів, що поступили у фільтр за робочий цикл з оброблюваною водою і підлягають видаленню з неї, повинна рівнятися кількості цих іонів, що затримані завантаженим у фільтр іонітом, тобто

повинно рівнятись робочій об'ємній ємності фільтра.

Для складання матеріального балансу приймають наступні умовні позначення необхідних технологічних параметрів фільтра:

V – швидкість фільтрування, м³/год;

T – тривалість робочого часу, год;

h – висота шару іоніту, м;

F – площа фільтрування, м²;

e – обмінна ємність іоніту, г-екв/м;

C – концентрація виведених іонів у вихідній воді, г-екв/м³.

Продуктивність фільтра рівна швидкості фільтрування V , помноженій на площу фільтрування F , тобто $V \times F$, м³/год.

Загальна кількість води, оброблена фільтром на протязі робочого часу, рівна його годинній продуктивності, помноженій на тривалість робочого циклу T , тобто $V \times F \times T$, м³.

Якщо тепер одержану кількість обробленої фільтром води помножити на концентрацію в ній іонів C , що підлягають виведенню, то отримаємо загальну кількість іонів, яка виводиться з води за робочий цикл: $V \times F \times T \times C$.

З іншого боку, об'єм завантаженого у фільтр іоніту, рівний висоті його завантаження h , помноженій на площу поперечного перерізу фільтра, тобто на площу фільтрування $h \times F$, м³.

Якщо тепер одержаний об'єм завантаженого у фільтр іоніту, помножити на його робочу ємність e , то одержимо загальну кількість іонів, яка добувається фільтром з оброблюваної води за робочий цикл, $h \times F \times E$.

По умові матеріального балансу одержані два вирази кількості іонів, добутих з води і поглинутих з фільтром, повинні бути рівними.

Звідси одержуємо наступну рівність:

$$V \times T \times C \times F = h \times F \times E.$$

Величина F , що стоїть в правій і лівій частинах цієї рівності, може бути скорочена, від чого справедливність рівності не зміниться.

Кінцевий вираз має такий вигляд:

$$V \times T \times C = h \times E.$$

Одержане рівняння зв'язує технологічні параметри іонітного фільтра з достатньою для практики точністю визначити будь-який з них, якщо відомі значення інших параметрів.

2.3. Карта технологічного процесу

Вихідні дані:

Ca^{2+} - 2,6 моль-екв/л;

Na^{+} - 0,7 - моль-екв/л;

K^{+} - 0,12 моль-екв/л;

Mg^{2+} - 1 моль-екв/л;

Cl^{-} - 0,5 моль-екв/л;

SO_4^{2-} - 0,2 моль-екв/л;

Таблиця 2.1. Прихід та витрата води

Прихід				Витрата		
	моль-екв/л	кг	м ³	моль-екв/л	кг	
неочищена		45005,04	45	очищена		
в т.ч.				в т.ч.		
Ca^{2+}	2,6			Ca^{2+}	0,2	0,18
Na^{+}	0,7			Na^{+}	0,07	0,072
K^{+}	0,12			K^{+}	0,03	0,016
Mg^{2+}	1			Mg^{2+}	0,1	0,054
Cl^{-}	0,5			Cl^{-}	0,03	0,048
SO_4^{2-}	0,2			SO_4^{2-}	0,02	0,044
				решта		5,1
Всього		45005,04			45000,3	45000,3

Таблиця 2.2. Специфікація на обладнання

№п/п	Назва пристрою	Коротка характеристика	Кількість
1.	Механічні фільтри	$V=2,83 \text{ м}^3$ Матеріал: сталь гумована	2
2.	Катіонітові фільтри I ст.	$V=3,6 \text{ м}^3$ 1883 кг катіоніту Матеріал: сталь гумована	2
3.	Декарбонізатор	Матеріал: вініпласт	1
4.	Аніонітові фільтри I ст.	$V=3,6 \text{ м}^3$ $H=3200 \text{ мм}$	2
5.	Бак збору частково обезсоленої води	$d_3=1220 \text{ мм}$, $V=12500 \text{ л}$, $H=4 \text{ м}$	1
6.	Збірник кислоти	$V=12500 \text{ л}$ $H=4 \text{ м}$ Матеріал: чавун, емаль	1
7.	Катіонітові фільтри II ст.	$H=2000 \text{ мм}$ $d_3=1220 \text{ мм}$ $d_{\text{вн}}=1200 \text{ мм}$ Матеріал: сталь гумована	2
8.	Аніонітові фільтри II ст.	$H=2000 \text{ мм}$ $d_3=1220 \text{ мм}$ $d_{\text{вн}}=1200 \text{ мм}$ Матеріал: сталь гумована	2
9.	Бак збору обезсоленої води	$V=12500 \text{ л}$ $H=4 \text{ м}$ Матеріал: прогумована сталь	1
10.	Збірник концентрованого	$V=12500 \text{ л}$ $H=4 \text{ м}$ Матеріал: чавун, емаль	1
11.	Насос К 45/30	$Q=45 \text{ м}^3/\text{год}$ $H=30 \text{ м}$	4
12.	Вентилятор	$N=2,2 \text{ кВт}$ $N=2800 \text{ об/хв}$	1

Вимоги до системи автоматизації:

1. Контроль витрати води;
2. Контроль отриманої обезсоленої води;
3. Контроль температури води;
4. Контроль концентрації домішок;
5. Контроль витрати природних іонітів;

6. Контроль і витрата іонообмінної смоли;
7. Сигналізація на пульт оператора нормальної роботи і захисного вимкнення.

2.4. Обґрунтування вибору функціональної схеми автоматизованої системи керування

Завданням автоматизації обезболоючої установки є забезпечення надійності протікання процесів обезсолення, а також необхідність пониження собівартості оброблюваної води шляхом скорочення затрат на експлуатацію і обслуговування установки.

Автоматизація хімічного обезсолення води повинна прискорити і покращити насамперед робочі процеси. А саме:

- контроль і регулювання продуктивності установки;
- подачу регенераційних розчинів відповідної концентрації;
- контроль за якістю води;
- контроль за режимом роботи і відновленням фільтрів.

Автоматизована система керування механічними фільтрами призначена для перевodu фільтрів з одного стану в інший, проведенням всіх операцій по відновленню фільтруючого завантаження, шляхом його зпускування і промивки, а також контроль за якістю проведення операцій по відновленню завантаження і правильністю виконання команд.

Іонообмінна частина призначена для хімічного обезсолення і пом'якшення води шляхом фільтрування.

Автоматизація даної установки дозволяє реалізовувати автоматичне виконання всіх основних і допоміжних технологічних операцій по експлуатації всієї іонообмінної установки при централізації контролю управління.

Ефективна робота автоматизованих систем управління залежить від працездатності приладів і апаратів, їх монтажу і експлуатації, від використання більш сучасної апаратури і регулюючих.

Автоматизація механічних фільтрів

Механічні фільтри можуть знаходитись в стані «робота», «відновлення», «резерв».

Об'єм автоматизації механічних фільтрів передбачає автоматичне проведення наступних операцій:

- відключення фільтру з робочого стану при виснаженні і перевід в стан «відновлення» чи «резерв»;
- промивання фільтру водою (3-5 хв);
- включення фільтру в роботу після відновлення.

Для вирішення завдань керування механічними фільтрами пропонується використання автоматизованої системи керування. Основними елементами цієї системи є:

- об'єкт керування;
- система контролю;
- система дискретного керування;
- виконавчі механізми;
- система сигналізації.

Система контролю видає сигнали системі дискретного керування і оператору. До неї входять: датчики, прилади витрати, тиску, перепаду тиску, кінцеві вимикачі арматури та ін.

Система дискретного керування реалізує алгоритми відновлення механічних фільтрів. Вона задає черговість і довготривалість операцій відновлення.

Дія системи керування має відбуватись наступним чином (рис. 2.2). В положенні «робота» фільтру I – I відкриті клапани 602-3, 603-3 і тоді фільтр проводить освітлення води. При цьому система контролю слідкує за наявністю витрати води через фільтр. Фільтр стає в стан «відновлення» тоді, коли різниця тиску на вході і виході досягає максимального значення.

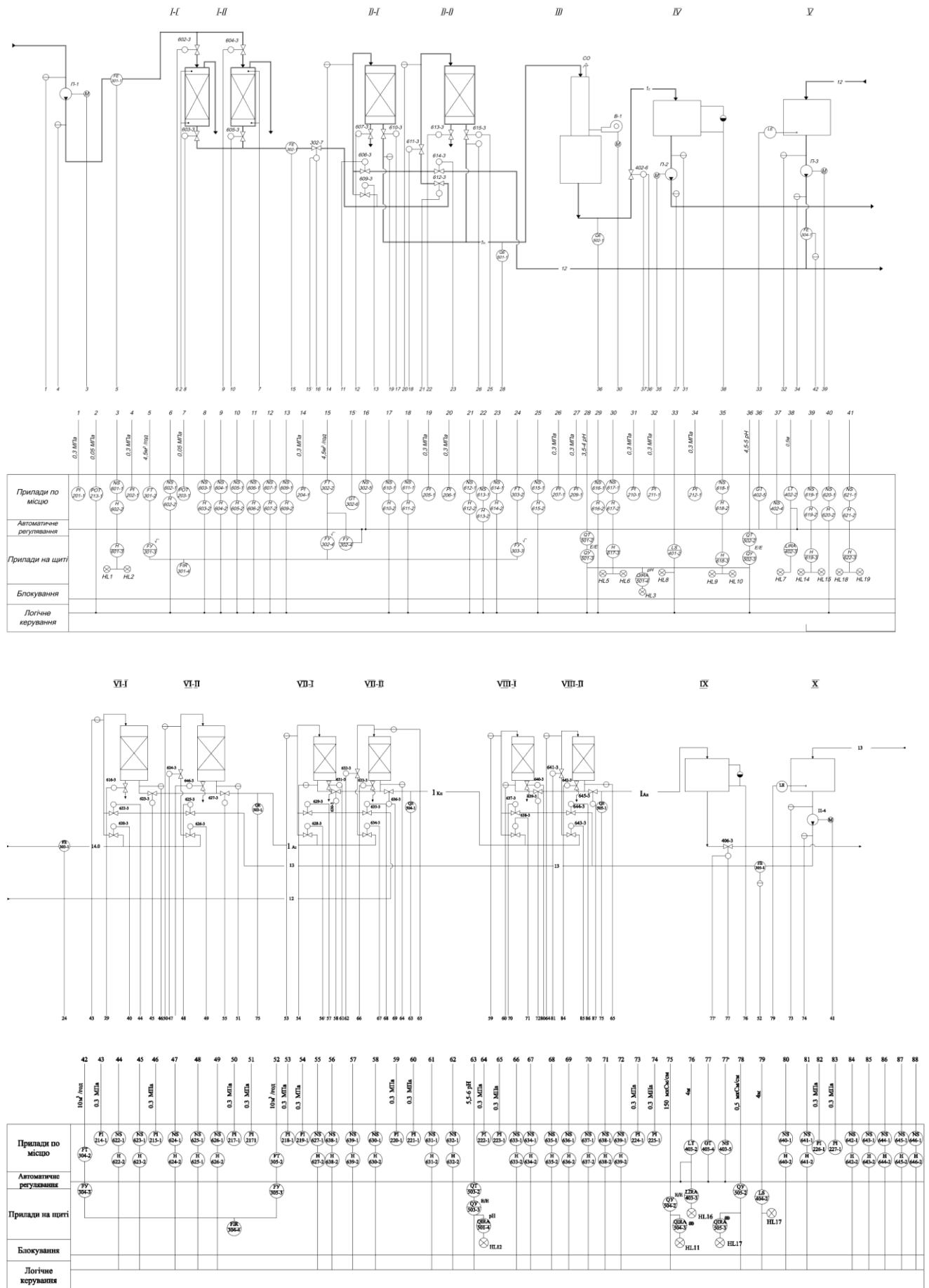


Рис. 2.2. Функціональна схема автоматизованої системи керування

Система дискретного керування подає сигнал для відкриття клапанів 604-3, 605-3 і закриває клапан 602-3. В такому випадку працює фільтр II – II і певний час відбувається відновлення фільтру I – I. Далі клапан 603-3 закривається і фільтр стає в стан «резерв». Промивочна вода направляється в бак збору промив очних вод.

Автоматизація іонообмінної установки

В даній системі автоматизують наступні процеси та операції:

- пропуск з заданою швидкістю оброблюваної води, що забезпечується підтриманням заданої витрати води через I і II ступінь обезсолення;
- проведення операції регенерації розчинами заданої концентрації після виснаження фільтра;
- проведення операції відмивки фільтрів відмивочною водою;
- регулювання продуктивності обезсолюючої установки за рахунок стабілізації витрати.

Також передбачений автоматичний технологічний контроль наступних параметрів:

- витрати води через I і II ступінь (301-4) ;
- тиск до і після насосів (201-1, 202-1, 209-1, 210-1, 211-1, 212-1) ;
- тиск до і після фільтрів I і II ступіні;
- витрату регенераційних розчинів (304-4) ;
- якість фільтрату по значенню рН після Н-катіонітових фільтрів (501-4) ;
- якість фільтрату після аніонітових фільтрів по значенню електропровідності, яке говорить про виснаження фільтрів (504-3, 505-3).

При порушенні, крім вище названої інформації оператору подаються сигнали, що вказують на порушення технологічного процесу і місця порушення.

Вказаний вище об'єм автоматизації реалізується логічним керуванням.

Дискретна інформація від датчиків поступає на логічні входи

регулятора, який забезпечує формування логічних команд, необхідних для наступних операцій:

- стан фільтрів («робота», «відновлення», «резерв», «порушення режиму»);
- закривання та відкривання арматури фільтрів;
- пуск і зупинка лічильників часу, що визначають час відповідної операції;
- контроль проведення процесу відновлення фільтрів.

Система логічного керування працює таким чином. Оброблювана вода через відкритий клапан 609-3 проходить Н-катионовий фільтр першої ступені (II-I) і витікає через відкритий клапан 610-3.

Якщо рН-метр видає сигнал, що фільтр виснажився, тобто значення рН менше 3,5, тоді система логічного керування видає сигнал для закриття клапанів 609-3 і 610-3, та відкриття 612-3, 615-3. Оброблювана вода проходить по фільтру II-II, а фільтр II-I стає на регенерацію, тобто фільтрат промивається 5%-м розчином соляної кислоти, а потім водою, який через відкритий клапан 607-3 направляється в бак нейтралізатора. Коли процес промивки закінчився клапан 607-3 закривається і фільтр стає в стан «резерв».

Після Н-катионових фільтрів I ступені вода подається в декарбонізатор, де звільняється від вуглекислоти, яка розкладається на H_2O і CO_2 . Контроль за якістю води здійснюється рН-метром (501-1, 501-3). Далі вода поступає в бак частково обезсоленої води. Після баку вода подається в аніонітовий фільтр I ступені VI-I через відкритий клапан 620-3 і витікає через клапан 623-3. Коли фільтр виснажується, тобто аналізатор видає сигнал, що електропровідність $\chi > 150$ мкСм/см (504-1, 504-2), то в робочий стан переходить фільтр VI-II, а попередній стає на регенерацію. Тобто через фільтр пропускається 4%-й розчин їдкого натру через відкритий клапан 622-3. Після регенерації фільтр промивається водою і через клапан 616-1 витікає в бак нейтралізатора. Після процесу промивки фільтр стає в стан «резерв».

На другій стадії обезсолення процес протікає аналогічно, тобто в робочому стані Н-катионового фільтра II ступені VII-I відкриті клапани 628-3,

630-3, аніонітового фільтра II ступені VIII-I – клапани 638-3, 639-3. Після виснаження фільтрів закриваються відкриті клапани і відкриваються 629-3, 631-3; 637-3, 639-3 для регенерації і відмивки, 634-3, 632-3, 636-3 для продовження роботи катіонового фільтра, а також 643-3, 641-3, 645-3 для роботи аніонітового фільтра VIII-II. Після двоступеневої очистки вода направляється в бак хімічно-обезсоленої води.

2.5. Обґрунтування вибору технічних засобів автоматизації

Технічні засоби автоматизації вибираються виходячи з аналізу процесу автоматизації. При виборі технічних засобів автоматизації враховуємо всі параметри об'єкту (номінальні значення параметрів регулювання та вимірювання, точність вимірювання, динамічні характеристики приладів, ціновий аспект).

Рівнемір ультразвуковий OPTISOUND 3020 C

Для отримання інформації про рівень продуктів і технологічних середовищ у резервуарах служать вимірювальні прилади загально – промислового призначення: манометричні (гідростатичні); електрофізичні, засновані на перетворенні зміни рівня в один із залежних електрофізичних параметрів (кондуктометричні, ємнісні, ультразвукові, акустичні, електрометричні).



Рис. 2.3. Рівнемір ультразвуковий OPTISOUND 3020 C

Датчики рівня ультразвукові призначені для сигналізації рівня рідин, сипучих, неоднорідних та кускових продуктів у резервуарах. Контроль рівня проводиться шляхом вимірювання часу проходження ультразвукового зондуючого імпульсу від акустичного перетворювача до межі середовища та у зворотному шляху.

Ультразвукові рівнеміри у спроектованій функціональній схемі застосовуються попарно на кожен резервуар (ємність), для подавання сигналу як верхнього так і нижнього рівня. Це забезпечує більш надійніше проходження технологічного процесу виготовлення гірчиці, не допускає виходу технологічного процесу з ладу із-за виходу із ладу датчика та спрощує написання програми та спрацьовування контролера.

Давач тиску МЕТРАН-55-ДМК 331

Метран 55 – ДМК 331 – давач тиску з керамічним чутливим елементом (рис. 2.4). Призначений для визначення абсолютного або надмірного тиску агресивних, в'язких, пастоподібних або сильно забруднених середовищ, пари, газу.



Рис. 2.4. Давач тиску МЕТРАН-55-ДМК 331

Для середовищ, агресивних до нержавіючої сталі, рекомендується застосовувати порт тиску, виконаний з PVDF (полівінілденфторид). Такий матеріал застосовується в медичних технологіях, очищенню води в хімічній промисловості.

Основні технічні характеристики:

Діапазон тиску, що вимірюється: мінімальний 0...60 кПа;
максимальний 0...60 МПа
0...2,5 МПа (абсолютний)

Похибка вимірювань: $\pm 0,25\%$; $\pm 0,5\%$ ВПИ

Вихідні сигнали: 4 – 20, 0 – 20 мА; 0 – 10, 0 – 5, 0 – 1, 1 – 6 В.

Температура навколишнього середовища: від – 25 до 85°C

Температура середовища, що вимірюється: від – 25 до 135°C

Виконання по ГОСТ 12997: звичайне, вибухозахищене (ExiallCT4).

Верхні межі вимірювань тиску (ВМВ), максимальне перевантаження,
додаткова температурна похибка:

Таблиця 2.1

Верхні межі вимірювань тиску

Верхні межі вимірювання, МПа																	
Надмірне	-0,1	0,06	0,1	0,16	0,25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
Абсолютне	-	0,06	0,1	0,16	0,25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	-	-	-	-	-	-	-
Максимальне перевантаження, МПа																	
P _{max}	0,3	0,3	0,3	0,7	0,7	1,2	1,2	2,5	5	5	12	12	15	50	50	60	75
Додаткова температурна похибка на кожні 10°C, $\pm\gamma\%$																	
від -20 до 85°C	0,4																

Нижня межа вимірювань рівна нулю.

Межі основної похибки, що допускається: $+ 0,25\%$ ВМВ (при $0,06 < \text{ВМВ} < 4$ МПа) $\pm 0,5\%$ ВМВ (стандартно)

Для давачів, укомплектованих знімним індикаторним пристроєм, похибка індикації значень вхідної величини, що вимірюється, при температурі $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ не перевищує $\pm 0,2\%$ ВМВ; значення додаткової температурної похибки збільшується на $\pm 0,1\%/10^\circ\text{C}$.

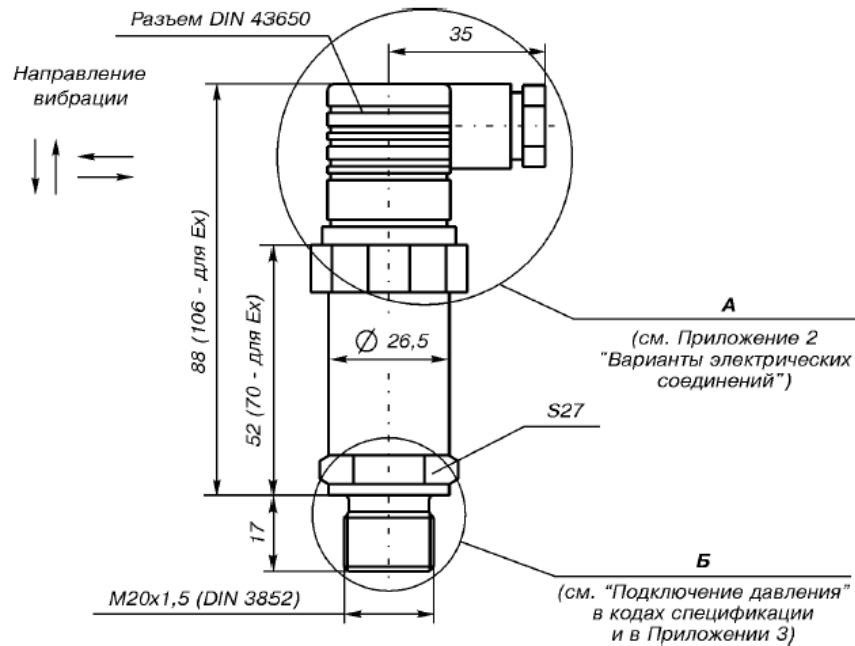


Рис. 2.5. Габаритні і приєднувальні розміри давача Метран-55-ДМК 331

Давач тиску МЕТРАН-55-ЛМК 331

Метран-55-ЛМК 331 – давач тиску з керамічним чутливим елементом. Призначений для вимірювання рівня або надмірного тиску різних середовищ, у тому числі в'язких, пастоподібних або сильно забруднених.

Завдяки застосуванню керамічного сенсора давач стійкий до дії агресивних середовищ. Порт тиску виконаний з неіржавіючої сталі, для агресивних середовищ застосовуються пластики: PVDF (полівінілденфторид) або PVC (полівініл-хлорид).

Давач оснащений торцевою мембраною, що дозволяє проводити чутливі вимірювання. Як прокладка ущільнювача для порту тиску використаний матеріал FKM (вітон).

Основні технічні характеристики:

Середовища, що вимірюються: рідина, пара, газ.

Діапазон тиску, що виміряється:

мінімальний 0...16 кПа (1,6 м вод. ст.);

максимальний 0...6 МПа (600 м вод. ст.)

Похибка вимірювань: $\pm 0,5\% \text{ВМВ}$ (стандарно); $\pm 1,0\% \text{ВМВ}$.

Вихідні сигнали: 4 – 20 мА, 0 – 10 В.

Температура середовища, що виміряється: від – 25 до 135°C.

Температура навколишнього середовища: від – 25 до 85°C.

2.6. Вибір виконавчих механізмів і регулюючих органів

Для приводу двигунів з номінальною напругою 220В, що стоять на приводах сушильного та піролізного барабанів, на приводах шнеків та транспортерів, привід живильника, приводи дробарок, приводи вологого змішувача, валкового преса та насоса сепаратора встановлені магнітні пускачі типу ПЕ 37-22 – 220В.

Теплове реле струму запобігає перегріву електродвигуна. Якщо електричний струм в колі перевищує номінальний струм на 20 – 25 %, підвищується температура нагрівального елемента 1, ввімкненого послідовно в силове коло електродвигуна. Біметалева пластинка 2, розміщена поруч, нагрівається і згинається в той бік, який має менший коефіцієнт теплового розширення (на рисунку показано товстішою лінією). Згинаючись, пластинка звільняє важіль 5, який під дією пружини 4 відкидається і розмикає контакти 6 кола електродвигуна. Для повторного вмикання електродвигуна (через 2 – 3 хв) натискають на кнопку, внаслідок чого важіль повернеться в попереднє положення.

Регулятор тиску РДЖТ-1-М1 використовується з метою керування тиском води в автоматичному режимі при виготовленні промивних розчинів.

Кліматичні умови:

- температура від +1 до +50 ° С;
- відносна вологість 80% при температурі 25 ° С (виконання УХЛ 4 по ГОСТ 15150-82).

Технічні характеристики:

- робоче середовище: вода з параметрами;
- робочий діапазон температур від 5 до 80 ° С;
- чистота не нижче 10 класу чистоти за ГОСТ 17216-71;
- тиску: 4 МПа +0,3 МПа (40 кгс/см² +3 кгс/см²);
- умовний прохід: 10 мм;
- Умовна пропускна здатність: (0,25 +0,025) м³ / ч.
- межі налаштування (уставки) регульованого тиску: нижній - не більше 0,3 МПа (3,0 кгс/см²); верхній - не менше 4 МПа (40 кгс/см²);
- зона пропорційності (регулювання) регулятора: не перевищує 1,6% від верхньої межі настроювання.
- маса, не більше: 2,4 кг.

Найбільш розповсюдженим видом датчика часу є реле часу. По принципу дії реле часу діляться на механічні, електромагнітні, електронні, електромеханічні і т.д. Механічні реле часу звичайно вбудовуються до рухомої частини контактора чи магнітного пускача і спрацьовують з витримкою часу після їх включення. Вони забезпечують витримку часу від 0.5 до 5с.

В електромагнітних реле витримка часу досягається тим, що при відключенні котушки реле чи замиканні її накоротко магнітний потік в магнітопроводі спадає повільно, внаслідок чого якір реле замикається протягом визначеного часу в притягнутому положенні. Для уповільнення процесу спадання потоку використовуються мідна гільза, надіта на сердечник реле, чи короткозамкнений виток. Електромагнітні реле забезпечують витримку часу тільки при відключенні реле, в той час як їх відключення відбувається практично миттєво. Забезпечувана ними витримка часу коливається від десятих часток секунди до 5 – 6 с і більше.

Електронні та напівпровідникові реле часу можуть забезпечити витримку часу до 1 хв., яка досягається за рахунок процесу заряджання чи розряджання конденсаторів, включених в ланцюги управління електронних ламп чи транзисторів. На виході таких реле часу стоять звичайні електромагнітні реле, контакти яких і використовуються в схемах управління.

Електромеханічне реле часу включає в себе низькошвидкісний електродвигун і редуктор, який має велике передатне відношення. Внаслідок цього швидкість вихідного вала, на якому розташована контактна система реле, дуже маленька, і замикання (розмикання) контактів відбувається через певний відрізок часу після впливу навантаження на двигун. Ці реле часу забезпечують витримки часу більше 1 хв. Принцип дії реле РЧ-512 базується на здатності чутливого елемента (пружини всередині реле) деформуватися під дією прикладеного навантаження.

Технічні характеристики:

- напруга живлення – 220В, 50 Гц;
- витримка часу – від 0,1 с до 24 год в одному із шести під діапазонів;
- струм навантаження – 10 А;
- кількість груп контактів – 1 на переключення;
- затримка спрацювання – 50 мс;
- сигналізація живлення – зелений світлодіод;
- сигналізація спрацювання – червоний світлодіод;
- потужність – 0,4 Вт;
- робоча температура – від -25°C до +50°C;
- ступінь захисту – IP-40.

До переваг вибраного реле слід віднести малу затримку спрацювання, малий струм навантаження та невелика потужність. Крім того, реле має невеликі габаритні розміри та простий і надійний у користуванні.

2.7. Вибір контролерів

Окрім можливості під'єднання всіх вище описаних давачів, відповідної обробки їх сигналів та формування вихідних сигналів, мікропроцесорний контролер повинен відповідати наступним вимогам:

- можливість реалізації регулювання за стандартними законами (П, ПІ, ПІД);
- можливість переходу в будь – який момент часу з ручного керування процесом на автоматичний і навпаки;
- висока надійність;
- можливість реалізації діалогу з обслуговуючим персоналом;
- простота в обслуговуванні.

Зазначеним вимогам відповідає мікропроцесорний контролер "МІК 51". А саме потрібно 2 моделі БК – 21 – 11, 2 моделі БК – 21 – 44, 1 модель БК – 21 – 41 і БК – 21 – 43, які можуть опрацювати необхідну кількість сигналів.

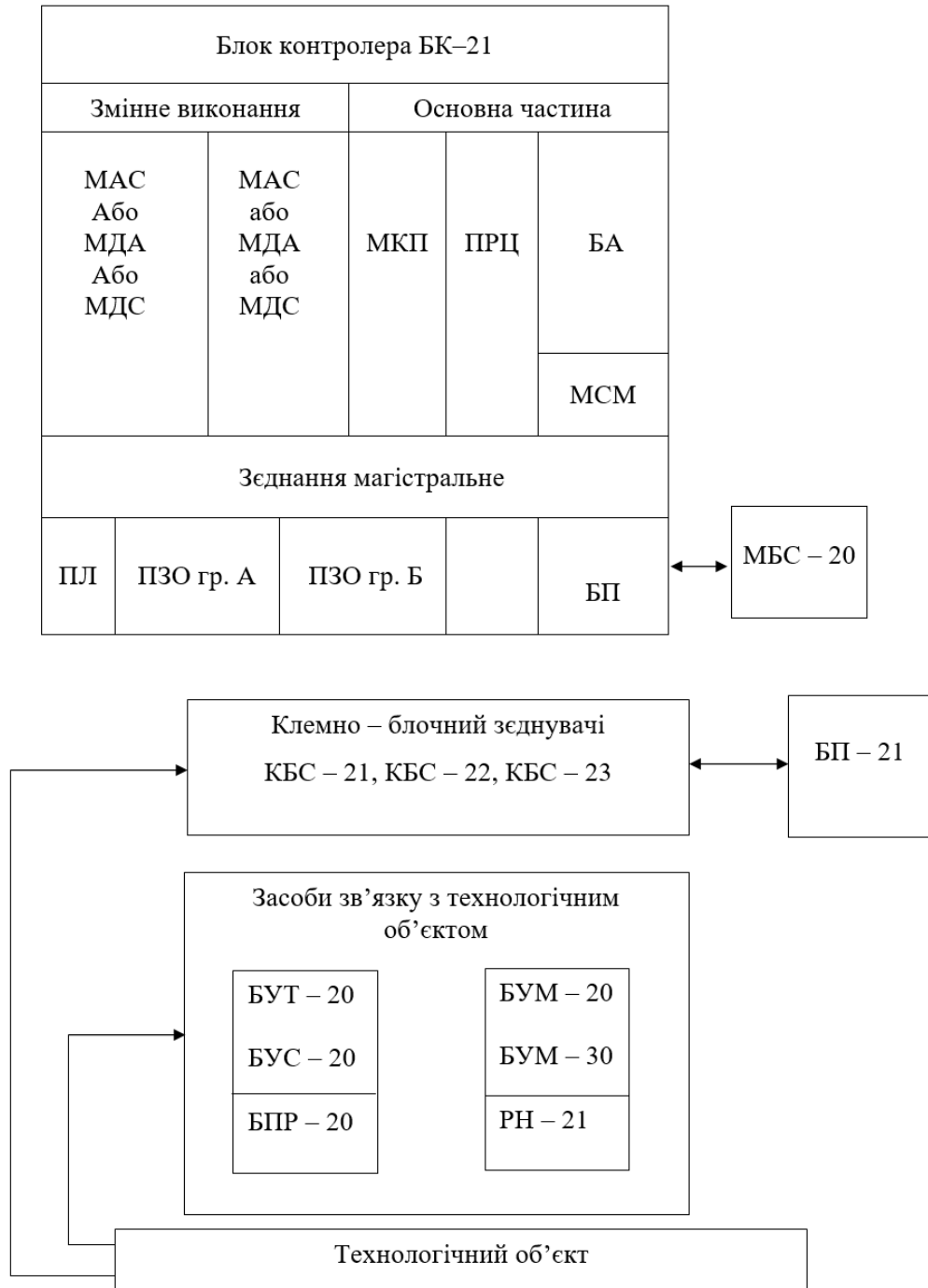
Для забезпечення зв'язку системи керування з ЕОМ оператора необхідно передбачити наявність мережі "Транзит", блок шлюзу БПІ – 21, який має вбудований інтерфейс RS – 232.

Для реалізації автоматизованої системи керування (АСК) процесом приготування промивних розчинів в цілому доцільно використати регулюючий мікропроцесорний контролер "МІК 51", що забезпечує функцію логічно – програмного керування з послідовними діями з використанням булевої алгебри, таймерів і лічильників. "МІК 51" може використовуватись у розподілених АСК при допомозі локальних кільцевих мереж з інтерфейсом ІРПС.

Регулююча модель "МІК 51" дозволяє реалізовувати чотири схеми регулювання. Структура "МІК 51" має 99 алгоблоків з можливістю довільного їх заповнення будь–якими алгоритмами. Бібліотека контролера містить у ПЗП – 74 алгоритми.

На рис. 2.6 показано архітектуру мікропроцесорного контролеру "МІК 51".

В таблиці 2.2 приведено специфікацію засобів контролю і керування.



МАС - модуль аналогових сигналів; МДС - модуль дискретних сигналів МДА - модуль дискретних і аналогових сигналів; МКП - модуль контролю і програмування; ПРЦ - модуль процесора; БА - батарея акумуляторів; МСН - модуль стабілізованої напруги; ПЗО гр. А та ПЗО гр. Б - пристрої зв'язку з об'єктом групи А і Б; БП - блок живлення; КБС – клемо-блочні з'єднувачі; БУТ-20 – підсилювач для термоелектричних перетворювачів (двоканальний), Івих 0–5 мА; БУС-20 – підсилювач для термоперетворювачів опору, Івих 0–5 мА; БПР-20 – блок перемикачів обмотки реле; БУМ-20 – підсилювач потужності; РН-21 – резистори нормуючі.

Рис. 2.6. Архітектура мікропроцесорного контролеру

Таблиця 2.2. Специфікація засобів контролю і керування

№ п/п	Позиція	Назва приладу	Тип	Коротка характеристика	Кількість
1	2	3	4	5	6
1	301-1 302-1 303-1	діафрагма камерна	ДКС 0,6-150	умовний тиск 0,6 МПа Ду=150мм	3
2	301-2 302-2 303-2	Вимірювальний перетворювач	Метран-55-дмк 331	границя вимірювання 0,1 МПа допустимий надлишковий тиск 0,5 МПа вихідний сигнал 4-20 мА	3
3	301-3 302-3 302-4 303-3	Блок добування кореня	БИК-1-1	вихідний сигнал 4-20 мА вхідний сигнал 4-20 мА	4
4	301-4	Прилад показуючий самопишучий	РП160М-58	Багатоканальний на 12 точок Границя вимірювання 4-20 мА Шкала 0-63 т/год	1
5	501-1 502-1 503-1	Чутливий елемент з електродом	Дм-5М-1	Електрод ЭСП 04-14(7)-1700 Границя вимірювання 0-14рН Температура розчину 0-40°C	3
6	501-2 502-2 503-2	Підсилювач вхідний		В комплекті рН-метра	3
7	501-3 502-3 503-3	Вимірювальний перетворювач	П-215	Границя вимірювання 3-8 рН Вихідний сигнал 4-20 мА	3
8	501-4	Прилад показуючий самопишучий сигналізуючий	РП160М-59	12-ти точковий Границя вимірювання 4-20 мА	1

Продовження таблиці 2.2.

9	504-1 504-2	Аналізатор Датчик протічний перетворювач	АКК-М-02	Діапазон вимірювання 100-1000 мкСм/см Вихідний сигнал 0-5 мА	2
10	505-1 505-2	Аналізатор Датчик протічний перетворювач	АКК-М-01	Діапазон вимірювання 0,1-100 мкСм/см Вихідний сигнал 0-5 мА	2
11	505-3	Прилад показуючий самопишучий	РП160-08	Вхідний сигнал 0-5 мА Шкала 0-1 мкСм/см	1
12	504-3	Прилад показуючий самопишучий сигналізуючий	РП160і-09	Границя вимірювання 0-5 мА Шкала 0-200 мкСм/см	1
13	304-1 305-1	Діафрагма камерна	ДКС 0,6-80	Ду=80мм	2
14	304-2 305-2	Вимірювальний перетворювач	Метран-55-дмк 331	Границя вимірювання 0,063 мПа Допустимий надлишковий тиск 0,5 мПа Вихідний сигнал 4-20 мА	2
15	304-3 305-3	Блок добування корення	БИК-1-1	вихідний сигнал 4-20 мА вхідний сигнал 4-20 мА	2
16	304-4	Прилад показуючий самопишучий	РП160М-54	Границя вимірювання 4-20 мА Живлення 220В, 50Гц Шкала 0-16 т/год	1

Регулююча модель виконує додаткові функції:

- ручне встановлення або автоматична корекція параметрів настроювання;
- перемикання і конфігурування контурів регулювання будь – якої складності;

При автоматизації різних технологічних процесів, створені системи централізованого контролю та керування, організації служби диспетчерського управління велику увагу приділяють приладам сигналізації, які призначені для повідомлення обслуговуючого персоналу про стан контрольованого об'єкту.

Для відображення стану окремих елементів об'єкту і для повідомлення про порушення нормального ходу виробничих процесів на пункті керування переважно використовують різноманітні електромеханічні та світлові вказівки, а також звукові сигнали.

В умовах дистанційного або автоматичного керування велике значення набувають схеми технологічної сигналізації. Ці схеми сприяють запобіганню аварій і дають можливість своєчасно встановити причини, які викликали порушення нормального режиму технпроцесу.

В даній кваліфікаційній роботі для сигналізації окремих параметрів, відхилення яких недопустиме, використовується пристрій аварійної сигналізації, що зображений на рис. 2.8.

Основною перевагою даного пристрою є те, що він багатоканальний, безперервної дії, щитового виконання.

Живлення запропонованої схеми технологічної сигналізації 220В, 50 Гц. Потужність 100Вт.

Основні технічні характеристики:

- вхідних каналів 20;
- всі контакти нормально відкриті або нормально закриті;
- напруга на контактах $\leq 5\text{В}$ (тобто датчик потрібно заземлювати);
- вхідні кола іскробезпечні;
- затримка вхідного сигналу від 0,2 до 1,5с;
- запам'ятовує перший сигнал;
- містить розійоми для підключення зовнішньої світлової і звукової сигналізації.

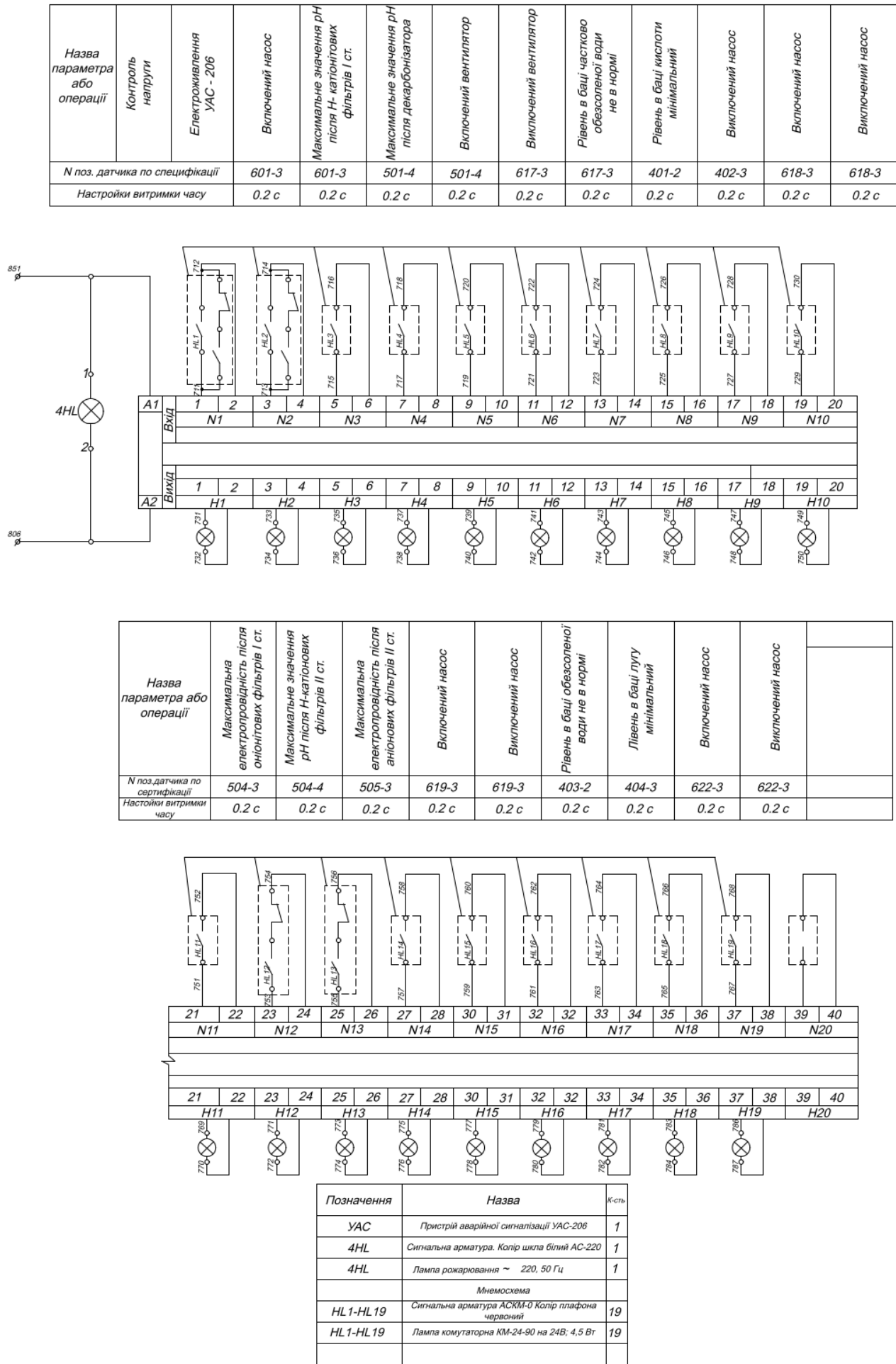


Рис. 2.8. Принципова схема сигналізації

Блок містить кнопки опробовування і зняття сигналізації.

Засоби, які використовуються в схемі.

БК–21–11 – блок – контролер 11-ї модифікації;

КБС – 23 – кабельний з'єднувач з одного боку якого є роз'єм РП – 15 – 23, а з другого боку клемна колодка на 24 клеми під гвинт і має вбудований нормуючий резистор РН – 21;

КБС – 21– кабельний з'єднувач з одного боку якого є вилка роз'єм РП – 15 – 09, а з другого клемна колодка на 8 клем під гвинт;

БП – 21 — блок живлення контролера (має два вихідних канали на 24 В);

БУС – 20 – підсилювач для термометрів опору, $I_{\text{вих}} = 0...5\text{мА}$;

22 – БП – 36 – блок живлення для перетворювачів типу "Сапфір" ($U_{\text{вих}} = 36 \pm 0,72\text{ В}$);

Метран М – перетворювач різниці тисків;

Блок контролера живиться від блоку живлення БП – 21 через кабельний з'єднувач МБС – 20.

Уніфіковані струмові сигнали від первинних і вторинних вимірювальних приладів приходять на вхід блок–контролера БК – 21 – 11 через кабелі КБС – 23 (на ПЗО гр.А і ПЗО гр.Б). Сигнали про на виході з та на лініях зворотного СПР приходять на БУС–20 (клеми 1, 2, 3 і 4, 5, 6). Живлення на БУС – 20 (клеми 7, 8) подається з блоку живлення БП –21 (клеми 1, 2). З виходу БУС – 20 через КБС – 21 (з клем 1, 2 і 3, 4) уніфіковані струмові сигнали приходять на клеми 1 – 12 кабелю КБС – 23. Вихідні сигнали регулюючої дії за температурою розчину з клем 17, 21 і 18, 20 КБС – 23 групи А і з клем 17, 21 КБС – 23 групи Б приходять на клеми електропневмоперетворювачів.

Сигнали про перепад тиску на ПВП витрати розчину з клем 5, 6 Метран М подається на клеми 1–6 КБС – 23. Живлення здійснюється з блока живлення БП – 22 – 36 через клеми 4, 14; 16, 22 і 1, 9.

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок системи автоматичного регулювання

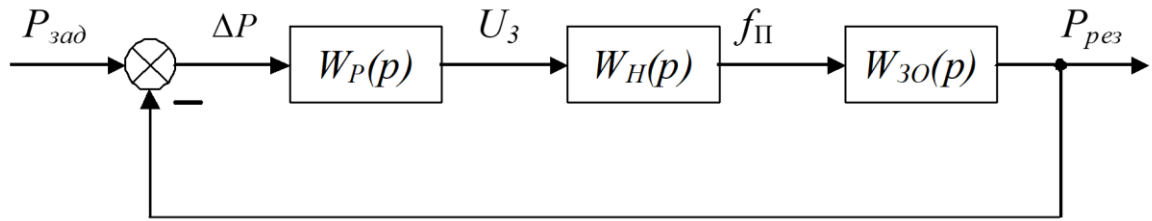
Розглянемо систему автоматичного регулювання (САР) на прикладі системи контролю тиску води на вході в фільтр. Згідно з технологічним регламентом, номінальне значення тиску води на вході в фільтр становить 3,8 МПа. Продуктивність насоса в цьому САР визначається швидкістю обертання валу електродвигуна.

При розгляді контуру регулювання тиску води на вході в фільтр як об'єкт керування, видно, що ефективність насоса прямопропорційно впливає на тиск води на вході в фільтр. На вхід автоматизованої системи поступає встановлений тиск води. Коли значення наявного на виході віднімається, отримуємо значення розузгодження.

Керуючись цим значення регулятор визначає, яким чином змінити значення сигналу керування на виконавчому механізмі. В нашому випадку насос є виконавчим механізмом, і регулятор надає йому задаючий рівень напруги, який прямо пропорційний сигналу розузгодження в межах регулювання. Сигнал розузгодження змінює поточне значення тиску насоса.

Таким чином, вихід виконавчого механізму забезпечує певний рівень продуктивності насоса. Об'єкт керування визначає цей рівень, а скореговане значення тиску визначається на виході. Описаний контур дає можливість компенсувати зміну дійсного значення тиску від заданого через коливання тиску води.

Таким чином, на основі вище сказаного, структурну схему САР можна зобразити на рис. 3.1.



Тут $P_{зад}$ – заданий тиску на вході в фільтр; ΔP – тиск розузгодження; U_3 – керуючий сигнал; $f_{П}$ – отримана витрата води; $P_{рез}$ – отримане значення тиску на вході в гідроциклон; $W_p(p)$ – передаточна функція регулюючого органу; $W_{н}(p)$ – передаточна функція насоса; $W_{зо}(p)$ – передаточна.

Рис. 3.1. Структурна схема системи автоматичного регулювання тиску на вході в фільтр

Розглянемо кожен із окремих компонентів структурної схеми.

Регулятор

Коли рівень тиску води на вході в фільтр знижується відносно певного рівня, формується сигнал розузгодження, що дозволяє підвищити напругу в насосі. Коефіцієнт залежності керуючого сигналу від різниці між заданим і отриманим тиском називається k_p .

Передаточну функцію регулятора можна отримати шляхом співвіднесення зображення та обчислення k_p через k_1 :

$$U_3 = k_p \cdot \Delta P,$$

де k_p – коефіцієнт, що залежить від різниці заданого і отриманого тиску.

Позначивши k_p через k_1 маємо:

$$W_p(p) = \frac{U(p)}{T(p)} = k_1.$$

Насос

Значення керуючого сигналу є вхідним параметром насоса, а продуктивність насоса – вихідним. В даному випадку насос розглядається як сума електродвигуна та потоку протічної води.

Система рівнянь, яка описує стан електродвигуна, містить струм, індуктивність і опір обмотки, кутову швидкість, приведений момент інерції всіх рухомих частин, момент руху, коефіцієнт перетворення струму в момент руху, момент опору та коефіцієнт швидкісного тертя.

$$\begin{cases} U_{\partial} = iR + L \frac{di}{dt} + k_{\omega} \omega \\ J \frac{d\omega}{dt} = M_p - M_o \\ M_p = k_p \cdot i \\ M_o = k_o \cdot \omega \end{cases} .$$

Тут i – струм в обмотці електродвигуна, L, R – індуктивність та опір в обмотці електродвигуна, ω – кутова швидкість електродвигуна, J – приведений момент інерції всіх рухомих частин електродвигуна, M_p – момент руху електродвигуна, k_p – коефіцієнт перетворення струму в момент руху, M_o – момент опору, k_o – коефіцієнт швидкісного тертя.

Після заміни ми перетворимо цю систему рівнянь.

$$Jp\omega = k_{\partial}i - k_o\omega ,$$

$$i = \frac{1}{k_{\partial}} (Jp\omega + k_o\omega) = \frac{\omega}{k_{\partial}} (Jp + k_o) ,$$

$$\begin{aligned} U &= \frac{R}{k_{\partial}} \omega (Jp + k_o) + \frac{L}{k_{\partial}} p\omega (Jp + k_o) + k_{\omega} \omega = \\ &= \omega \left(\frac{R}{k_{\partial}} (Jp + k_o) + \frac{L}{k_{\partial}} p(Jp + k_o) + k_{\omega} \right), \end{aligned}$$

$$\omega = p\varphi.$$

Отже, передаточна функція стану електродвигуна через зображення за Лапласом вихідного сигналу (частота обертання) і зображення за Лапласом вхідного сигналу (напруга):

$$W_{\omega}(p) = \frac{\Omega(p)}{U(p)} = \frac{k_2}{T_1 p^2 + T_2 p + 1};$$

$$k_2 = \frac{k_p}{Rk_o + k_o k_p}; T_1 = \frac{LJ}{Rk_o + k_o k_p}; T_2 = \frac{LR + Lk_o}{Rk_o + k_o k_p}.$$

Електродвигун змінює потік води, що проходить через насос, змінюючи частоту обертання вала. Зменшення чи збільшення продуктивності насоса залежить від зміни частоти обертання вала електродвигуна. В межах регулювання залежність тут є близькою до прямої. Витратний канал можна охарактеризувати за допомогою наступного рівняння:

$$T_{\omega} \cdot \frac{df_T}{dt} + f_T = k_{\omega} \cdot \omega,$$

де T – час реакції продуктивності насоса на зміну частоти обертання вала електродвигуна; k – коефіцієнт залежності продуктивності насоса від частоти обертання вала електродвигуна в усталеному режимі.

Передаточну функцію витрати води можна отримати шляхом заміни $\frac{d}{dt} \rightarrow p$, $T_{\omega} = T_3$, $k_{\omega} = k_3$:

$$W_{\text{КАН}}(p) = \frac{F(p)}{\Omega(p)} = \frac{k_3}{T_3 p + 1}.$$

Фільтр.

Фільтр в даному випадку є керованим об'єктом. При цьому в усталеному режимі тиск води на вході в гідроциклон прямо пропорційно залежить від продуктивності насоса в динамічному режимі тут має враховуватися інерційність системи:

$$T_T \frac{dP}{dt} + P = k_T \cdot f_T,$$

де T_T – стала часу реакції тиску води на вході в фільтр на зміну потоку води;
 k_T – коефіцієнт залежності тиску води на вході в фільтр від потоку води в усталеному режимі.

Визначимо передаточну функцію САР тиску води на вході в гідроциклон, використовуючи знайдені вирази.

$$W(p) = \frac{k_0}{(T_1 p^2 + T_2 p + 1)(T_3 p + 1)(T_4 p + 1)}$$

або

$$W(p) = \frac{k_0}{T_{40} p^4 + T_{30} p^3 + T_{20} p^2 + T_{10} p + 1}.$$

$$T_{40} = T_1 T_3 T_4;$$

$$T_{30} = T_2 T_3 T_4 + T_1 (T_3 + T_4);$$

$$T_{20} = T_3 T_4 + T_2 (T_3 + T_4) + T_1;$$

$$T_{10} = T_2 + T_3 + T_4.$$

В табл. 3.1 показано результати розрахунку САР.

Таблиця 3.1. Дані для розрахунку автоматичної системи керування

Назва параметру	Позначення параметру	Значення параметру
Пропорційний регулятор		
Коефіцієнт перетворення розузгодження температури в сигнал керування	K_p	1,88В/°С
Насос		
Індуктивність в обмотці електродвигуна	L	0,048 Ом·с
Опір в обмотці електродвигуна	R	2,0 Ом
Приведений момент інерції рухомих частин (з навантаженням)	J	0,62 кг·м ²
Коефіцієнт перетворення струму в момент руху	k_p	$5,5 \cdot 10^{-2}$ Н·м/А
Коефіцієнт швидкісного тертя (з врахуванням навантаження)	k_o	0,06 Н·м·с
Добуток коефіцієнта перетворення напруги в швидкість та коефіцієнта редукції	k_{ω}	1,7 В·с
Коефіцієнт залежності потоку води від частоти обертання вала електродвигуна	K_{ω}	$1,36 \cdot 10^{-4}$ м ³
Стала часу реакції потоку води на зміну частоти обертання вала електродвигуна	T_{ω}	0,36 с
Фільтр		
Стала часу реакції тиску води на вході в фільтр потоку води	T_T	1,29 с
Коефіцієнт залежності тиску води на вході в фільтр від потоку води	k_T	$8,9 \cdot 10^2$ °С·с/м ³

3.2. Визначення стійкості системи та побудова логарифмічних характеристик

З метою встановлення стійкості системи за амплітудно-фазовими характеристиками (АФХ) – методом Найквіста, підставимо значення отриманих параметрів АСР (рис. 3.2).

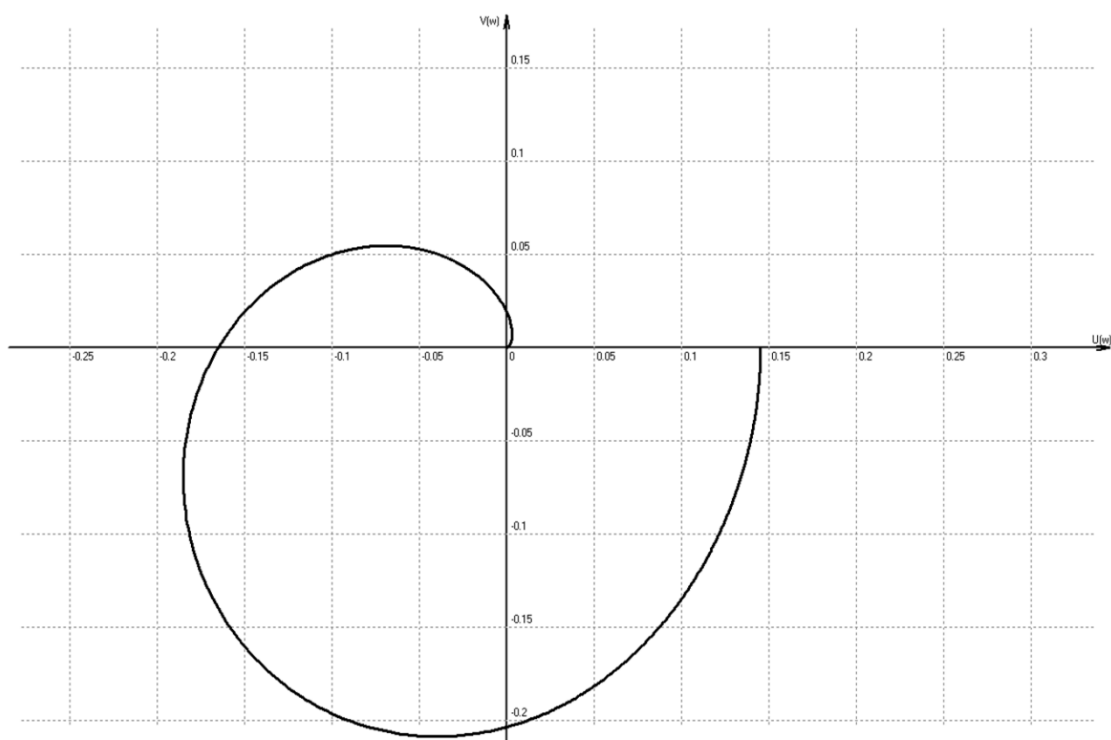


Рис. 3.2. Амплітудно-фазова характеристика САР

З метою встановлення стійкості системи за критерієм Михайлова побудуємо годограф на базі отриманих параметрів АСР (рис. 3.3).

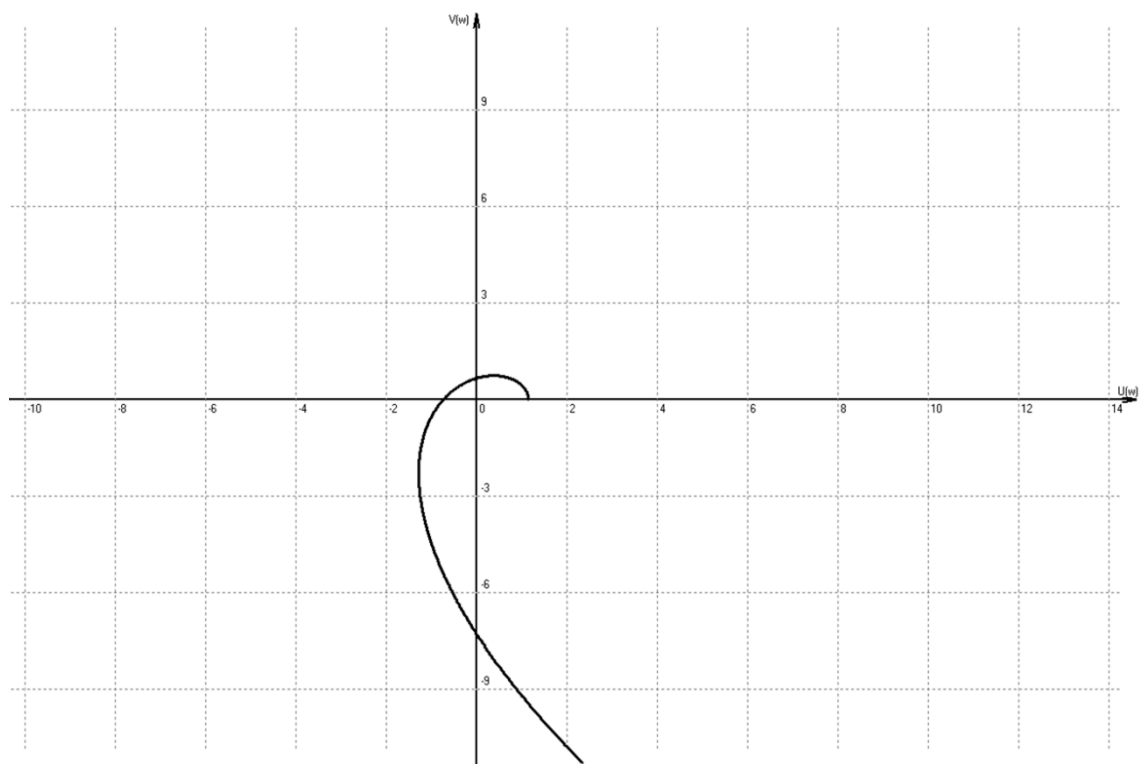


Рис. 3.3. Годограф Михайлова

На рис. 3.4 та 3.5 показано логарифмічну амплітудно-частотну характеристику (ЛАХ) та логарифмічну фазо-частотну характеристики (ЛФХ).

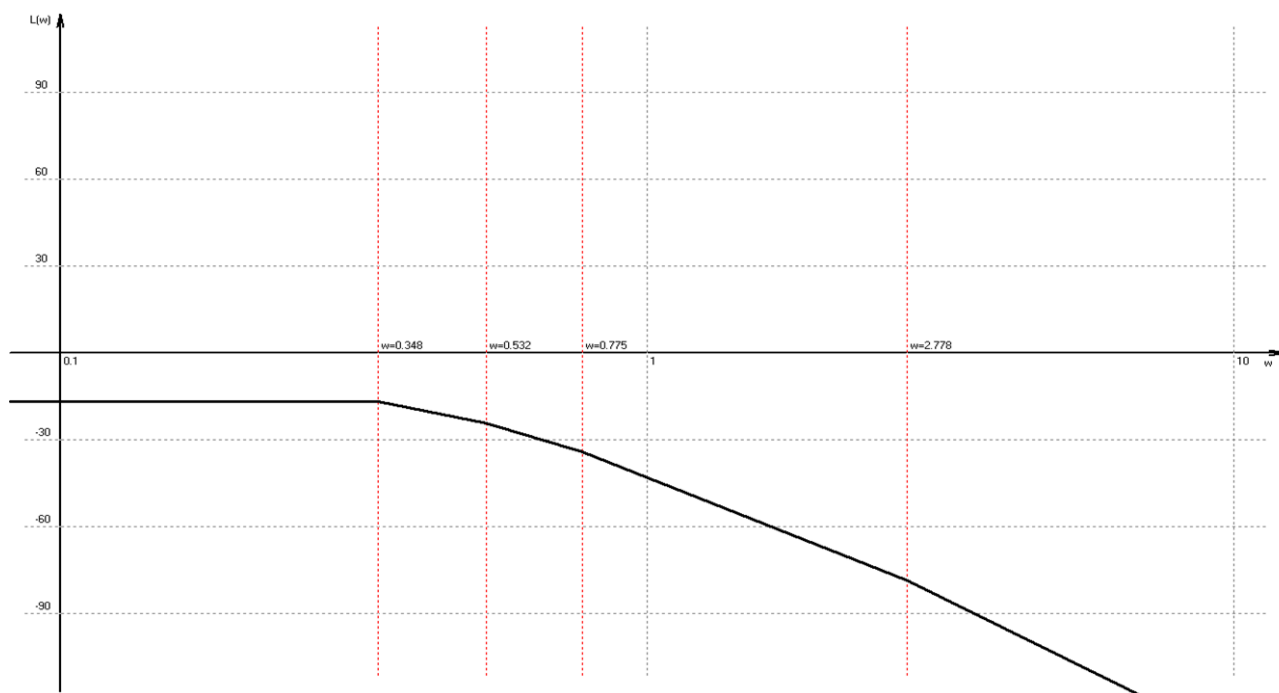


Рис. 3.4. Логарифмічна амплітудно-частотна характеристика САР

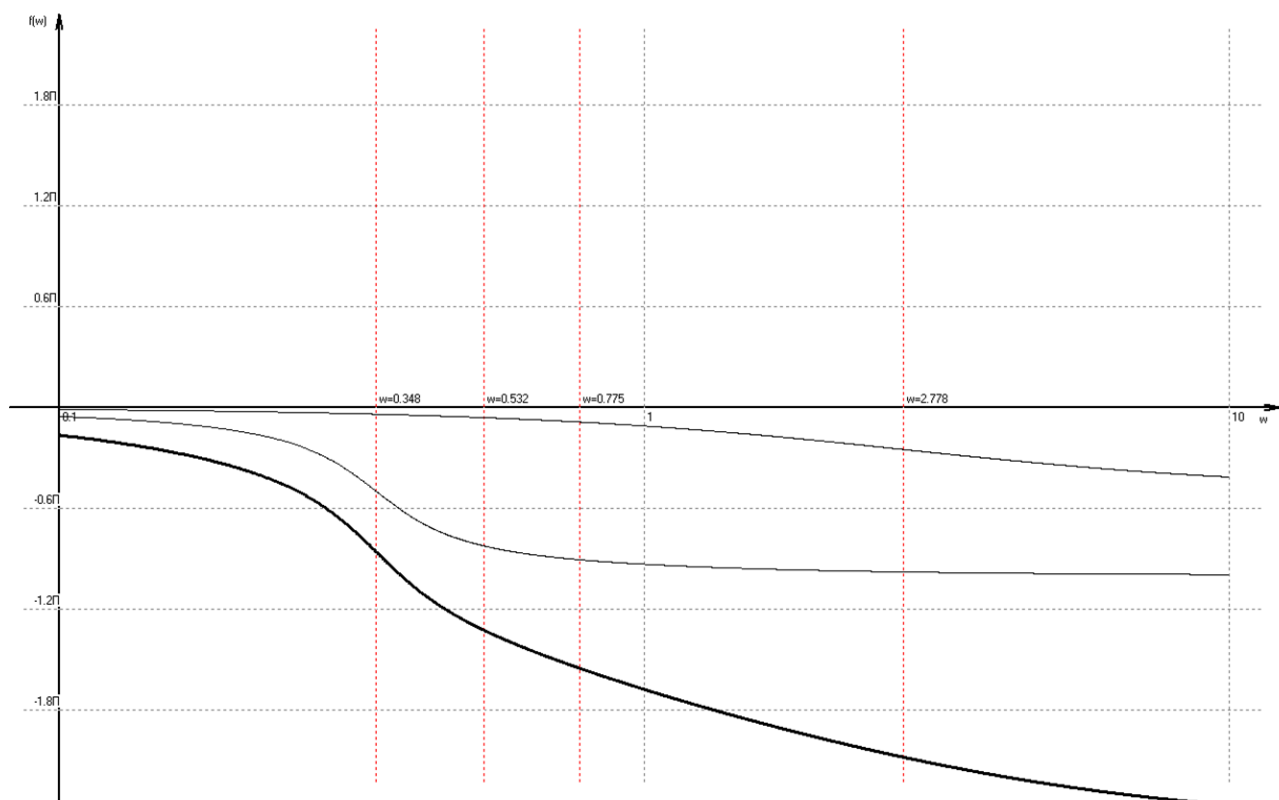


Рис. 3.5. Логарифмічна фазо-частотна характеристика САР

3.3. Опис програмного забезпечення системи автоматизації

Для реалізації програми автоматичного регулювання використовуємо регулюючу модель, яка має 16 аналогових входів і 4 аналогових виходи.

Розшифрування алгоритмів мікроконтролера наступне:

ВАО (аналоговий ввід) – алгоритм для зв'язку функціональних алгоритмів з апаратними засобами аналогового вводу (обслуговує до 8 – ми аналогових вхідних сигналів). Значення вихідного сигналу алгоритму реалізується наступним рівнянням:

ВАО (ввід аналоговий групи В) – алгоритм аналогічний алгоритму ВАО.

КОР – алгоритм добування квадратного кореня. Значення вихідного сигналу алгоритму реалізується рівнянням: $Y = 10\sqrt{X}$.

РАН – алгоритм для побудови ШД – регулятора з аналоговим виходом. Цей алгоритм виконує такі функції:

1. Формування сигналу розузгодження X_1 і X_2 з масштабуванням і демпфіруванням сигналу X_2 ;
2. Формування зони нечутливості на вході в алгоритм регулювання;
3. Формування ПД – закону регулювання:

$$W(P) = K_n \left(1 + \frac{1}{T_i P} + \frac{K_o T_i P}{\left(1 + \frac{K_o T_i P}{8} \right)^2} \right), \quad K_o = \frac{T_o}{T_i}.$$

4. Автопідстроювання параметрів регулювання.

ОКО – алгоритм оперативного контролю. Він дозволяє здійснювати з допомогою клавіатури передньої панелі приладу вибирати режим завдання, вихід регулятора в ручному режимі, контролювати сигнал входу в регулятор, розузгодження, завдання виходу.

Опис програми індикації наявності потоку в лініях зворотної СПР

Уніфіковані струмові сигнали про значення перепадів тиску на первинних вимірювальних перетворювачах витрати промивних розчинів надходять на вхід алгоритму ВАА (040709) від перетворювачів типу «Метран М» (20 – 2, 21 – 2, 22 – 2). З виходів 01, 02, 03 алгоритму ВАА ці сигнали йдуть на входи алгоритмів КОР (1745, 1845 і 1945). З виходів алгоритмів КОР сигнали пропорційні значенням витратам у трубопроводах надходять на входи 01, 05, 09 алгоритму порівняння ПОР (205901). На виході 01, 02, 03 з алгоритму порівняння отримуємо дискретні сигнали D1, D2, D3, які подаються на вхід алгоритму ИНВ (245906). Якщо сигнал рівний одиниці, то в трубопроводі є протік.

Опис програми порівняння температур обезсоленої води на прямій і зворотній СПР

Сигнал від первинних здавачів температури (термометрів опору (14 – 1), (14 – 2), (15 – 1), (15 – 2), (16 – 1), (16 – 2)) на підсилювачі БУС – 20. З них уніфіковані струмові сигнали 0–5 мА поступають на вхід алгоритму ВАА (040706). З виходів 01,02; 03,04 і 05,06 алгоритму ВАА ці сигнали попарно поступають на 13, 14; 17, 18 і 21, 22 входи алгоритму порівняння двох сигналів ПОР (205901), де вони порівнюються і дискретні сигнали з виходів 04, 05, 06 подаються на вхід ИНВ (245906) – інтерфейсного виводу, з якого сигнали подаються, по системі зв'язку контролерів (Транзит) на інші контури регулювання. Якщо сигнал на виході з ПОР рівний логічній одиниці, то різниця температур більша ніж допустима різниця температур.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз і характеристика потенційних небезпек при обезсоленні води

Детальний аналіз технологічного процесу обезсолення води засвідчив, що до одним із найбільш небезпечних та шкідливих виробничих чинників у даному випадку є перш за все небезпека враження працівників електричним струмом та забруднення повітря (що знайде своє негативне відображення на здоров'ї працівників) та водних ресурсів у випадку виникнення аварійних ситуацій. Детальніше зупинимось на аналізові останнього чинника та методах і способах захисту від нього.

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 та ДНАОП 12.1.005-2010, нормальними вважаються умови, за яких працівникам забезпечені як комфортні метеорологічні умови, так і необхідний ступінь чистоти повітря. Адже в загальному випадку шкідлива речовина - це речовина, що контактуючи з організмом людини, може викликати захворювання чи відхилення у стані здоров'я як під час впливу речовини, так і в подальший період життя теперішнього і наступних поколінь. Шкідливі речовини можуть потрапляти в організм людини через органи дихання, органи травлення, а також шкіру та слизові оболонки. Через шлунково-кишкові шляхи потрапляють шкідливі речовини під час ковтання або при внесенні їх у рот забрудненими руками.

Аналізуючи виробничі умови, приходимо до висновку, що основним шляхом, яким найчастіше потрапляють шкідливі речовини в організм працівника в даних умовах, є дихальні шляхи. Завдяки великій всмоктувальній поверхні легень утворюються сприятливі умови для надходження шкідливих речовин у кров, якою вони разносяться по всьому організму. Слід зазначити, що ураження шкіри (порізи, рани) прискорюють потрапляння шкідливих речовин у організм працівників.

Використовувані для виконання технологічних операцій шкідливі речовини, що потрапили тим чи іншим шляхом у організм працівника, можуть викликати отруєння (гострі чи хронічні).

В загальному випадку ступінь отруєння залежить від токсичності речовин, їх кількості, часу дії, шляху, яким вони потрапили в організм, метеорологічних умов, індивідуальних особливостей організму та ін. Гострі отруєння виникають у результаті одноразової дії великих доз шкідливих речовин. Хронічні отруєння розвиваються внаслідок тривалої дії на людину невеликих концентрацій шкідливих речовин. При хронічному отруєнні шкідливі речовини можуть не лише накопичуватись в організмі (матеріальна кумуляція), але й викликати "накопичення" функціональних ефектів (функціональна кумуляція).

Однак використовувані при виконанні технологічних операцій шкідливі речовини, що потрапили в організм людини, спричиняють порушення здоров'я лише в тому випадку, коли їхня кількість у повітрі перевищує граничну для кожної речовини величину. Взагалі під гранично допустимою концентрацією шкідливих речовин у повітрі робочої зони розуміють таку максимальну концентрацію шкідливої речовини, яка при щоденній (крім вихідних днів роботи) протягом 8 годин чи іншої тривалості (але не більше 40 годин на тиждень) не призводить до зниження працездатності і захворювання в період трудової діяльності та у наступний період життя, а також не справляє несприятливого впливу на здоров'я нащадків.

Контроль концентрації шкідливих речовин у повітрі виробничого приміщення виконуємо за допомогою таких методів: експрес-метод (ґрунтується на явищі колориметрії, тобто зміні кольору індикаторного порошку в результаті дії відповідної шкідливої речовини, і дозволяє швидко та з достатньою точністю визначити концентрацію шкідливої речовини безпосередньо у певній зоні виробничого приміщення. Для цього методу використовуємо газоаналізатори типу УГ-2, ГХ-4 та інші); лабораторний метод, що полягає у відборі проб повітря з певної зони виробничого приміщення і проведенні фізико-хімічного аналізу в лабораторних умовах. Цей метод дозволяє одержати точні результати, однак

вимагає значного часу; метод неперервної автоматичної реєстрації вмісту в повітрі шкідливих хімічних речовин з використанням газоаналізаторів та газосигналізаторів.

Тому забезпечення метеорологічних умов, які відповідали б нормативним вимогам, є актуальною задачею для даних виробничих умов. У цілому в основу принципів нормування параметрів мікроклімату покладена диференційна оцінка оптимальних та допустимих метеорологічних умов. Під оптимальними мікрокліматичними умовами розуміють поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі забезпечують зберігання нормального теплового стану без активізації механізмів терморегуляції. Допустимі мікрокліматичні умови - це поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі можуть викликати зміни теплового стану, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. Допустимі величини параметрів мікрокліматичних умов встановлюються у випадках, коли на робочих місцях не можна забезпечити оптимальних умов мікроклімату за технологічними вимогами виробництва, технічною недосяжністю та економічно обґрунтованою недоцільністю.

У загальному випадку нормалізація параметрів здійснюється за допомогою комплексу заходів та засобів колективного захисту, які включають будівельно-планувальні, організаційно-технологічні, санітарно-гігієнічні, технічні та інші. Для даних умов найефективнішими з них є правильний вибір і організація вентиляції. Взагалі під вентиляцією розуміють сукупність заходів та засобів, призначених для забезпечення у виробничих приміщеннях метеорологічних умов та чистоти повітряного середовища, що відповідають гігієнічним та технічним вимогам. Основне завдання вентиляції - вилучити із приміщення забруднене, вологе або нагріте повітря і подати чисте свіже повітря.

У даному випадку передбачаємо використання як природної, так і штучної систем вентиляції. При цьому природна та штучна системи вентиляції відповідають наступним санітарно-гігієнічним вимогам:

- за їх допомогою створюються оптимальні метеорологічні умови праці, повністю видаляються з приміщень шкідливі гази, пара, пил, у приміщення не попадає забруднене повітря ззовні або шляхом всмоктування із суміжних приміщень;

- вони доступні для керування під час експлуатації та нескладні в ремонті;

- вони не створюють під час експлуатації додаткових незручностей (наприклад, шуму, вібрацій, попадання дощу, снігу і т. п.).

Тобто за рахунок використаної системи загальнообмінної вентиляції метеорологічні умови у виробничому приміщенні відповідають таким нормативним вимогам - щодо температури повітря, то вона повинна бути:

- в холодний період року - 18 – 20 С;

- в теплий період року - 21 – 23 С;

щодо відносної вологості повітря, то незалежно від періоду року її значення повинно не перевищувати 75%; стосовно рухливості повітря, то її середнє значення становить 0,15 - 0,25 м/с.

При цьому забезпечуємо кратність повітрообміну, рівну 5.

Важливе значення для збереження здоров'я працівників має виробниче освітлення. Для освітлення передбачаємо використання як природного, так і штучного освітлення, хоча кожне з яких має свої істотні переваги та недоліки.

Нормоване значення коефіцієнта природного освітлення визначаємо по «Будівельних нормах і правилах» (СНиП 11-4-99). В основу визначення коефіцієнта природного освітлення покладено розмір об'єкта розпізнавання, під яким розуміємо предмет, що розглядається, або ж його частину, а також дефект, який потрібно виявити. Таким чином. згідно СНиП 11-4-99 коефіцієнт природного освітлення приймаємо рівним 1,0.

Штучне освітлення здійснюємо за допомогою газорозрядних ламп. Газорозрядні лампи забезпечують світловий потік практично будь-якого спектра, шляхом підбирання відповідним чином інертних газів, парів металу,

люмінофора. Згідно вимог нормативних документів, в даному випадку використовуємо лампи типу ЛБ. Вони характеризуються низьким коефіцієнтом пульсації світлового потоку, що зменшує можливість виникнення явища стробоскопічного ефекту та не дуже високою вартістю порівняно з іншими газорозрядними лампами. Згідно вимог нормативних документів, для даних умов штучне освітлення забезпечує освітленість величиною 300 лк.

На підприємстві щороку здійснюються певні заходи, спрямовані на підвищення безпеки праці. Перерахуємо основні з них:

- застосування систем автоматичного контролю та сигналізації за наявності шкідливих та небезпечних виробничих факторів, пристроїв аварійного вимкнення виробничого устаткування у разі виникнення небезпеки для працюючих;

- впровадження та обладнання спеціальних механізмів, пристроїв і площадок з метою забезпечення зручного та безпечного виконання робіт на висоті;

- реалізація заходів щодо усунення можливого безпосереднього впливу на працюючих шкідливих речовин і матеріалів та інших небезпечних та шкідливих виробничих факторів;

- забезпечення працюючих спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту;

- приведення рівнів шуму та вібрації на робочих місцях у відповідність до вимог чинних нормативних актів;

- проведення експертизи технічного стану виробничих будівель та споруд, експертизи та діагностики потенційно небезпечних об'єктів, устаткування тощо;

- атестація робочих місць на їх відповідність вимогам чинних нормативних актів із охорони праці;

- установка додаткового обладнання та пристроїв, які забезпечують захист працюючих від ураження електричним струмом, дії статичної електрики та розрядів блискавок;

- розробка, виготовлення та монтаж нових і реконструкція існуючих: вентиляційних систем; систем кондиціонування; аспіраційних, пило- та газовловлювальних пристроїв; систем природного та штучного освітлення; систем опалення; теплових та водяних завіс; повітряних душів; евакуаційних виходів та місць масового переходу працюючих тощо;
- механізація прибирання виробничих приміщень від відходів виробництва, очищення повітроводів вентиляційних систем, освітлювальної арматури, вікон, світлових ліхтарів тощо;
- створення кабінетів, куточків, виставок з питань охорони праці, придбання необхідних нормативних документів, плакатів, поліграфічної продукції, навчальних посібників та іншої літератури, обладнання тощо;
- навчання працівників безпечним методам праці, проведення семінарів з питань охорони праці;
- оснащення виробничих приміщень сигнальними кольорами та знаками безпеки відповідно до правил та стандартів з безпеки праці;
- попередження дорожньо-транспортних пригод на території підприємства;
- реконструкція та оснащення сучасним обладнанням санітарно-побутових приміщень, місць організованого відпочинку працюючих;
- обладнання фізкультурно-оздоровчих кімнат, придбання з цією метою спортивного інвентарю, лікувальних та оздоровчих препаратів і медикаментів, як для профілактики профзахворювань, так і для реабілітації здоров'я постраждалих від нещасних випадків на виробництві;
- заохочення трудового колективу і окремих осіб, які плідно працюють над поліпшенням стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;
- проведення профілактичних медичних оглядів працюючих, оплата медичних послуг спеціалістів з діагностики та лікування працівників, які потерпіли внаслідок професійних захворювань та нещасних випадків на виробництві.

4.2. Організаційні заходи та інженерні рішення, спрямовані на покращення умов і безпеки праці

При виборі та використанні обладнання слідкуємо, щоб воно повністю відповідало вимогам таких нормативних документів, як відповідні державні та галузеві стандарти і забезпечувало можливість дотримання галузевих правил по техніці безпеки та промисловій санітарії, а також галузевих інструкцій по техніці безпеки і виробничій санітарії.

Його безпечна експлуатація залежить від факту проведення таких заходів:

- чіткого дотримання правил технічного обслуговування обладнання. Технічне обслуговування обладнання повинне включати регламентовані операції для підтримання працездатності на протязі всього терміну служби. В операції технічного обслуговування обладнання входять контроль його технічного стану, чищення, змащування, кріплення болтових з'єднань, заміна деяких складових частин обладнання, регулювання тощо. Від правильності постановки технічного обслуговування залежать довговічність, надійність безпечність використаного обладнання;
- своєчасного і якісного ремонту обладнання;
- правильної організації паспортизації обладнання;
- проведення при ремонті заходів по модернізації обладнання, спрямованих на підвищення ступеня безпечності його експлуатації;
- дотримання періодичності контрольних випробувань заземлення обладнання та якості ізоляції його струмоведучих частин тощо;
- своєчасності проведення навчання і інструктажів з експлуатації використовуваного обладнання;
- періодичності перевірки знань персоналу з охорони праці.

При експлуатації використовуваного обладнання потрібно керуватися вимогами, встановленими управлінням державного нагляду за охорони праці.

Кожна із одиниць обладнання повинна обслуговуватись згідно специфічних вимог техніки безпеки та охорони праці, наведених в технічній документації до них.

Для забезпечення безаварійної експлуатації обладнання необхідно забезпечити:

- технологічний контроль параметрів;
- автоматичне регулювання та керування;
- протиаварійні захисні блокування та сигналізацію.

В якості заходів організаційного характеру передбачаємо наступні:

- до обслуговування обладнання допускаються особи, які пройшли медичний огляд, мають відповідні знання та кваліфікацію і право на обслуговування електрообладнання напругою до 1000 В. Повторна перевірка цих знань повинна проводитись адміністрацією підприємства не рідше одного разу на рік;

- обслуговуючий персонал повинен постійно слідкувати за справністю запобіжної та сигналізуючої арматури. Періодичність перевірки запобіжних елементів - один раз на місяць;

- ведення журналу роботи обладнання, в який заносяться дані стосовно несправностей обладнання і причин вимушених зупинок.

Оскільки одним з небезпечних виробничих чинників виявлено небезпеку враження працівників електричним струмом, то потрібно забезпечити високий ступінь електробезпеки використовуваного обладнання.

Електробезпека виробничого обладнання забезпечується самою конструкцією електрообладнання, а також організаційними і технічними заходами захисту працівників від ураження електричним струмом. Основні вимоги електробезпеки до конструкції електроустановок наведені в “Правилах улаштування електроустановок” (ПУЕ).

Проходячи через організм людини, електричний струм чинить на нього термічну, електролітичну, механічну та біологічну дію. Термічна дія струму проявляється опіками окремих ділянок тіла, нагріванням кровоносних судин, серця, мозку та інших органів, через які проходить струм, що призводить до виникнення в них функціональних розладів. Електролітична дія струму характеризується розкладом крові та інших органічних рідин, що викликає суттєві порушення їх фізико-хімічного складу. Механічна дія струму проявляється ушкодженнями (розриви, розшарування тощо) різноманітних тканин організму внаслідок електродинамічного ефекту. Біологічна дія струму на живу тканину проявляється небезпечним збудженням клітин та тканини організму, що супроводжується мимовільним судомним скороченням м'язів. Таке збудження може призвести до суттєвих порушень і навіть повного припинення діяльності органів дихання та кровообігу.

Шкідливим чинником є шум від роботи обладнання. Відомо, що умовах науково-технічного прогресу шум став одним із суттєвих несприятливих чинників, що впливають на людину. Ріст потужностей сучасного устаткування призвів до того, що людина постійно знаходиться під впливом шумів досить високої інтенсивності.

Детальний аналіз технічних характеристик обладнання свідчить, що при його експлуатації серед виниклих шумів переважатимуть шуми механічного та електромагнітного походження.

За характером спектра серед них існуватимуть широкосмужні (але з неперервним спектром шириною більше ніж одна октава) та тональні, у спектрі яких є виражені дискретні тони. При цьому переважатимуть шуми постійні, рівень звуку яких за 8-и-годинний робочий день змінюється в часі не більше, ніж на 5 дБА та коливальні (мінливі), рівень яких безперервно змінюється в часі.

Нормування шуму здійснюємо залежно від його виду відповідно до ГОСТ 12.1.003-83 та ДСН 3.3.6.037-99. Виконавши аналіз процесу вентиляції та характерні особливості використовуваного для цього обладнання, приходимо до висновку, що в даних умовах доцільно виконувати нормування шуму за рівнем

звучу, оскільки реальний спектр шуму на етапі дипломного проектування встановити неможливо, а цей метод використовується для орієнтовної оцінки постійного та непостійного шумів. Згідно нормативних вимог для даних умов максимальний рівень постійного шуму становить 105 дБА, а коливального 110 дБА.

При виборі заходів захисту від шуму використовуємо рекомендації нормативних документів щодо зменшення шумового забруднення. Встановлено, що найбільш ефективним методом захисту від шуму є його зменшення на шляху поширення. Цього можливо досягнути архітектурно-планувальними рішеннями та заходами акустичного характеру.

4.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Будівля приміщення відноситься до категорії Д.

Ступінь вогнестійкості будівлі – II.

Клас можливої пожежі - Е (пожежі, пов'язані з горінням електроустановок).

Приміщення оснащене первинними засобами пожежогасіння. Первинні засоби пожежогасіння призначені для гасіння пожеж у початковій стадії їх розвитку силами персоналу підприємства до прибуття штатних підрозділів пожежної охорони, а також – ліквідації невеликих осередків пожеж. Наявність засобів пожежогасіння підвищує рівень пожежної безпеки і, тим самим, у разі виникнення пожежі, зменшує матеріальні збитки та людські жертви.

Велике значення для обмеження поширення вогню і забезпечення безпеки людей та їх евакуації з приміщення має план споруд і передбачення евакуаційних шляхів, які дозволяють людям при пожежі швидко покинути приміщення.

Для виявлення початкової стадії загоряння й оповіщення служби пожежної охорони використовують системи автоматичної пожежної сигналізації (АПС).

Системи АПС складаються із пожежних сповісників, ліній зв'язку й прийомних пультів (станцій).

Пожежо- і вибухозахист передбачає:

- а) встановлення мінімальної кількості шкідливих речовин;
- б) застосування пасивних методів захисту;
- в) застосування пожежної сигналізації, засобів пожежегасіння і пожежної техніки;
- г) застосування конструкцій із заданими границями вогнестійкості;
- д) евакуація людей, система протидимного захисту.

Організаційні і організаційно-технічні заходи передбачають:

- а) організацію пожежної охорони;
- б) організацію навчання правилами пожежної безпеки;
- в) організацію протиаварійних робіт;
- г) розробку норм, регламентів, засобів зорової агітації, контролю;
- д) паспортизацію речовин, матеріалів, процесів.

Особливо важливими є заходи, пов'язані із безпечною евакуацією людей.

Тому необхідно передбачати наступні заходи по евакуації працюючого персоналу:

- а) повинні бути передбачені евакуаційні виходи, число яких приймається за ДБН В. 1.1.7-2002 не менше двох;
- б) ширина шляхів евакуації повинна бути не меншою одного метра, дверей - 0,8 метра;
- в) двері повинні відкриватися за напрямком виходу і будівлі, не повинні мати заторів, які не можуть бути відчинені без ключів із середини приміщення;

г) не допускаються на шляхах евакуації перепади висот, більші сорока п'яти сантиметрів і виступи в місцях перепаду висот передбачають сходи, число яких є не меншими трьох, пандуси з нахилом не більшим один до шістьох;

д) не допускається влаштування на шляхах евакуації приміщень будь-якого призначення, газо- і паропроводів, тощо;

є) відстань від найбільш віддаленого робочого місця до евакуаційного виходу не повинна бути більшою двадцяти метрів для даної категорії будівлі;

ж) повинно бути передбачено природне і евакуаційне освітлення.

Тому виробничі приміщення оснащуються:

а) пожежною сигналізацією, яка може бути електричною і автоматичною;

б) тепловими давачами;

в) світловими давачами.

Для подачі сигналу про пожежу в установках пожежної сигналізації можна встановлювати додатково ручні оповіщувачі.

Для введення в дію ручної електричної пожежної сигналізації необхідно розбити скло і натиснути на кнопку пожежного оповіщення.

Згідно з вимогами ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» всі виробничі приміщення повинні бути забезпечені первинними засобами пожежегасіння, в якості яких можна застосовувати хімічно-пінні вогнегасники ОХП-10, ОП-14, ОП-9М, повітрянопінні вогнегасники ОВА-5, ОШ1-10, ОВП-250 та інші засоби.

У цілому дотримання вимог Закону України "Про цивільний захист" дозволить забезпечити належний рівень безпеки життєдіяльності у надзвичайних ситуаціях на підприємстві.

ВИСНОВКИ

В цій кваліфікаційній роботі було розроблено систему, яка здатна керувати процесом обезсолення води в автоматизованому режимі. Зроблено опис технології обезсолення. Зроблено опис технологічного процесу обезсолення води.

Створено програму для роботи мікроконтролера та функціональну схему автоматизації, яка включає автоматичне обезсолення та фільтрування, технологічний захист і сигналізацію. Змодельовано систему автоматичного регулювання тиску води на вході в фільтр, а потім підібрано параметри регулятора. Крім того, наведено специфікації для технічних засобів, що використовуються для автоматизації технологічного процесу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні рекомендації з виконання, оформлення та захисту кваліфікаційних робіт бакалаврів спеціальності 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / ТНТУ ім. І. Пулюя; уклад. А.Г. Микитишин, В.В. Левицький, Р.І. Королук – Тернопіль: ТНТУ, 2023. – 81с.
2. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.
3. Ладанюк А.П. Основи системного аналізу: навч. посіб.[Текст] / А.П. Ладанюк. - Вінниця: Нова книга, 2014. - 176 с.
4. Шаруда С.С. Автоматизована система багатоцільового управління технологічними процесами хлібопекарського виробництва на основі сценарного підходу: автореферат дис. канд. техн. Наук [Текст] / С.П. Шаруда. - К., 2009. - 23 с.
5. Абракітов В. Е.Конспект лекцій з курсу «Автоматизація технологічних процесів» /В.Е. Абракітов; Харків. нац. ун-тміськ. госп-ваім. О. М. Бекетова.– Харків : ХНУМГім. О. М. Бекетова, 2016. –80с.
6. Ельперін І.В. Автоматизація виробничих процесів [Текст]: Підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. – Вид. 2-ге, виправлене – К.: Вид. Ліра-К, 2015. – 378 с.
7. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів [Текст]: Підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк, Національний ун-т харч. технологій. – К.: НУХТ, 2013. – 796 с.
8. Ладанюк А.П. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. - К.: «Центр учбової літератури», 2014. - 280 с.
9. А.О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами : Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. - 185 с.

- 10.Ладанюк А.П. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумігай. - К.: «Інтер Логістик Україна», 2015. - 408 с.
- 11.Автоматизовані системи керування на програмованих логічних контролерах: Навчальний посібник / Куцик А., Місюренко В.. — Львів: Львівська політехніка, 2011. — 200 с.
- 12.Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro: Навчальний посібник / Пупена О.М., Ельперін І.В.. — К.: Ліра-К, 2013. — 376 с.
- 13.Житецький В.Ц. Основи охорони праці.- Львів: Афіша, 2000.- 350 с.
14. Губський А. І., Цивільна оборона.- К.: Міністерство освіти, 1995. - 216 с.
- 15.Пістун І.П., “Безпека життєдіяльності” – Суми: Університетська книга, 2000, - 302с.
- 16.Депутат О.П., Коваленко І.В., Мужик І.С. Цивільна оборона. Навчальний посібник / За ред. Полковника В.С.Франчука. – Львів : Афіша, 2000. – 336с.