

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)
кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розробка та дослідження автоматизованої системи очищення
технологічної води на теплових електростанціях

Виконав: студент VI курсу групи КАм-61
спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»
(шифр і назва спеціальності)

	(підпис)	Кравець С.В. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Дмитрів О.Р. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Шовкун О.П. (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	(підпис)	Савків В.Б. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	Золотий Р.З. (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Савків В.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Кравцю Сергію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка та дослідження автоматизованої системи очищення технологічної води на теплових електростанціях

Керівник роботи к.т.н., доцент Дмитрів О.Р.

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

Затверджені наказом ректора від «11» листопада 2024 року № 4/7-1077

2. Термін подання студентом завершеної роботи 28 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи:

- загальний вигляд та технічні характеристики очищення води;

- вимоги до надійності автоматизованого очищення технічної води

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Аналітична частина. Технологічна частина. Конструкторська частина. Науково-дослідна частина. Спеціальна частина. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

Презентація кваліфікаційної роботи аркушів формату А4

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Аналіз стану питання очищення води.....	8
1.2 Постановка задачі на виконання магістерської роботи	11
1.3 Актуальність виконання роботи	11
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	13
2.1 Характеристика основних процесів обробки води	13
2.2 Методи вирішення поставленої задачі.....	14
2.3 Класифікація процесів обробки води залежно від домішок, які містяться у природній воді	18
2.4 Фізико хімічні основи, методи коагуляції води	18
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	32
3.1 Обґрунтування вибору і опис функціональної схеми автоматичного регулювання, технологічного контролю, захисту, сигналізації, блокувань ...	32
3.2 Вибір апаратури автоматизації з короткими технічними характеристиками.....	32
3.3 Складання і опис структурної чи логічної схеми регулювання вимірювального комплексу чи захисту.....	41
3.4 Опис електричної принципової схеми	43
3.5 Опис правил монтажу засобів автоматизації.	43
3.6 Розрахунок динамічних характеристик об'єкту чи розрахунок параметрів налагодження регулятора, регулюючого органу, звужуючого пристрою вимірювальної схеми, розрахунок надійності схеми та ін.....	47
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	50
4.1 Конструкція освітлювачів	50
4.2 Насоси-дозатори реагентів	54
4.4 Методика досліджень	60
4.5 Результати досліджень.....	62
4.6 Визначення фізичних властивостей	66
5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	69

5.1 Програмне забезпечення регуляторів рівня в ПГ	69
5.2 Опис блок-схеми програми РППГО.....	69
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	71
6.1 Охорона праці	71
6.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	74
ВИСНОВКИ.....	79
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	81
ДОДАТКИ.....	82

ВСТУП

Сучасна автоматизація виробничих процесів є критично важливим аспектом технологічного розвитку. Жодне актуальне підприємство не може функціонувати без неї. Зазвичай, автоматизація призводить до збільшення продуктивності, поліпшення умов праці в санітарно-гігієнічному аспекті, забезпечення стабільно високої якості продукції та можливості виконання складних операцій. Останніми роками спостерігається активний перехід до використання мікропроцесорних засобів автоматизації, які мають численні переваги. Серед них — компактні розміри, знижене енергоспоживання, підвищена надійність і можливість програмування. Мікропроцесорні засоби також дозволяють їх використання на верхньому рівні системи автоматичного керування, де вони відповідають за обробку інформації, візуалізацію технологічного процесу та його керування в режимі реального часу.

Сучасний технічний прогрес передбачає повне виключення людської участі з управління технологічними процесами, що досягається шляхом впровадження електронних цифрових обчислювальних і керуючих систем.

Для забезпечення надійної та ефективної роботи теплоенергетичного обладнання на електростанціях використовуються засоби, які контролюють стан параметрів процесів. До них належать прилади управління і регулювання, системи автоматичного захисту технологічного обладнання від пошкоджень в разі відхилення параметрів і процесів від норми, а також технологічна сигналізація тощо.

Для виробництва та конденсації пари, а також охолодження робочого середовища і механізмів на теплових електростанціях (ТЕС) використовують воду. На конденсаційних ТЕС постійно відбуваються втрати води і пари, обумовлені продувками котлів, витоками через нещільності, власними потребами та іншими факторами, становлячи приблизно 1-2% паропроductивності котла. Ці втрати компенсуються за рахунок додаткової води, яка проходить необхідну обробку. Кожна ТЕС обладнана системами підготовки води, такими як установка хімоводоочищення (ХВО), де

здійснюється обробка води для котлів та тепломережі, а також установка для очищення конденсату турбін і поворотного конденсату. Вони також включають системи обробки теплоносія в конденсатно-живильному тракті (для ТЕС з барабанними котлами) та води в котлах, відповідно до встановленого водохімічного режиму. Це обладнання розташоване на значній відстані одне від одного і складається з різних апаратів, які вимагають автоматизованих систем управління для ефективної експлуатації.

Різні джерела води, яка надходить на установки для хімічного очищення, та специфічні вимоги до якості води від основного обладнання обумовлюють різноманітність схем і типів водоочисних систем. Склад домішок у парі і живильній воді котлів ТЕС суворо контролюється. Процес обробки технологічної води на ТЕС включає видалення грубодисперсних часток шляхом фільтрації або відстоювання, коагуляцію для усунення колоїдно-дисперсних часток, а також осадження і іонний обмін для видалення розчинених домішок. Видалення грубодисперсних часток з води здійснюється через фільтрування в освітлювальних фільтрах або шляхом відстоювання в освітлювачах.

В освітлювачах відбувається фізико-хімічні процеси, в результаті яких домішки, що були в воді у розчинному стані, випадають в осадок у вигляді шламу. З цією метою в воду до освітлювача добавляються відповідні хімічні реагенти.

Для видалення домішок, що знаходяться у воді в колоїдно-дисперсному стані, застосовується метод коагуляції. Цей метод полягає в об'єднанні колоїдних частинок у більш великі агломерати, які потім можна легко видалити за допомогою фільтрації або відстоювання.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз стану питання очищення води

У роботі представлено математичну модель розрахунку продуктивності освітлювача для коагуляції води, яка враховує основні фізико-хімічні характеристики води та осаду. В Україні науковці активно досліджують питання водоочищення, зосереджуючи увагу на розробці математичних моделей, які враховують фізико-хімічні характеристики води та осаду. Такі як, Юрій Власенко з Національного університету водного господарства та природокористування досліджує процеси очищення води, зокрема в контексті їх застосування в реальних умовах. У Київському політехнічному інституті Олена Ковальова спеціалізується на водоочисних технологіях, працюючи над поліпшенням моделей, що забезпечують оптимізацію технологічних процесів.

У Європі дослідженнями в цій галузі займаються такі вчені, як Крістіан Казнер у Німеччині, який зосереджений на коагуляційних процесах та технологіях очищення води. Його роботи спрямовані на розробку інтегрованих підходів до очищення води, що враховують складні фізико-хімічні взаємодії. У Франції Люк Бріссо працює над аналізом фільтраційних процесів, а в Чехії Їржі Ваннер займається моделюванням процесів очищення стічних вод, у тому числі з використанням математичних моделей для підвищення ефективності систем водоочищення. Ці науковці вкладають значні зусилля у розвиток теоретичних і практичних аспектів водоочищення, розробляючи моделі, які дозволяють не лише зрозуміти, але й передбачити поведінку систем очищення води в умовах, що постійно змінюються. Їхні дослідження сприяють покращенню існуючих технологій та створенню нових рішень, що роблять процес коагуляції більш ефективним та економічно життєздатним.

В даний час ведуться роботи по створенню вітчизняних макропористих іонітів для поглинання органічних домішок з метою захисту аніонітів, що застосовуються для глибокого знесолення води. Однак, судячи з закордонного досвіду, за наявності попередньо наведених фільтрів з макропористими іонітами вихідну воду поверхневих джерел також потрібно попередньо очищати за

допомогою коагуляції (в необхідних випадках спільно з вапнуванням). Тільки в цьому випадку може бути отримано таку якість води, що направляється в аніонітові фільтриг, при якому досягається досить економічна робота знесолюючої установки.

Системи автоматичного регулювання застосовуються тоді, коли необхідно протягом тривалого часу змінювати або підтримувати на одному рівні певні фізичні величини, відомі як регульовані змінні або параметри. До них відносяться напруга, тиск, рівень, температура, частота обертання і інші характеристики, що визначають роботу машини, технологічного процесу або динаміку рухомого об'єкта. Пристрої, що виконують ці функції, називаються автоматичними регуляторами. Об'єктом регулювання виступає машина або установка, режим роботи якої має підтримуватися регулятором за допомогою регулюючих елементів.

Системи автоматичного регулювання енергоблоку призначені для підтримки встановлених значень основних технологічних параметрів, які забезпечують оптимальний перебіг процесу виробництва електроенергії та ефективний режим роботи обладнання. Зазвичай завдання регулювання полягає в підтримці сталих значень цих параметрів при різних режимах роботи енергоблоку.

У деяких випадках параметри можуть змінюватися в залежності від інших величин чи режиму роботи обладнання. Технологічні схеми на сучасних теплових станціях можуть суттєво відрізнятися, так само як і їхні схеми регулювання. Втім, у багатьох схемах можна виділити агрегати, які виконують схожі функції, з принципами управління, близькими між собою. Тому варто розглянути загальні принципи автоматичного регулювання, що застосовуються в різних схемах енергоблоків.

Спільними є також методи організації керуючих впливів на об'єкт. Для всіх агрегатів енергоблоку керуючі дії здійснюються шляхом зміни припливу енергії або припливу (стоку) речовини.

Зміна припливу енергії застосовується рідко і зазвичай реалізується там, де в технологічній схемі є електронагрівачі, наприклад, у компенсаторі обсягу. Це досягається зміною напруги або частіше шляхом вмикання та вимикання електронагрівачів.

Найпоширенішим способом реалізації керуючих впливів є зміна припливу (стоку) речовини. Це здійснюється через переміщення дросельних регулюючих органів або зміну продуктивності насосів, що перекачують відповідні речовини [20, 21, 22, 23, 24].

Щодо попереднього очищення води (застосовуваної, як правило, перед її іонуванням) методом коагуляції із застосуванням як основного реагенту сірчаноокислого алюмінію призначені для використання при проектуванні, налагодження та експлуатації водопідготовчих установок електростанцій.

При коагуляції води перед іонуванням і особливо перед хімічним обезсолюванням потрібне глибоке видалення органічних забруднень, сполук заліза і нереакційноспроможних сполук кремнію .

Вивчення та вдосконалення технології коагуляції , розробка апаратури для сучасних установок великої продуктивності ще не закінчені. Однак визнано необхідним вже на даному етапі випустити керівні вказівки по коагуляції води , оскільки попередній інструктивний матеріал застарів.

При складанні керівних вказівок використані результати дослідницьких робіт та досвід проектування, налагодження та експлуатації водо-підготовчих установок, а також літературні матеріали .

На електростанціях коагуляція застосовується для попереднього очищення води перед її хімічним обезсоленням або катіонуванням. Коагуляція - видалення речовин, що шкідливо впливають на стан іонітів або недостатньо ними затримуються і потрапляючи з додатковою водою в конденсатно-живильний тракт електростанції, тепломережі тощо, погіршують роботу теплосилового обладнання. До таких речовин відносяться механічні домішки (суспензії), органічні сполуки, сполуки заліза, нереакційно-спроможні сполуки кремнію. Видалення з води забруднень трьох останніх видів особливо важливо

на передочистки установок хімічного знесолення додаткової води прямоточних котлів.

1.2 Постановка задачі на виконання магістерської роботи

Мета роботи є проаналізування ефективності використання хімічних методів очистки стічних вод від виробництва на підприємстві [16, 17, 18, 19].

Предметом дослідження – процеси методів хімічної очистки води масою коагулянтів.

Об'єкт дослідження – хімічні методи очистки води коагулянтном.

Перспективи дослідження цього питання включають розробку нових методів очищення води та створення інноваційних фільтрів для застосування в промислових масштабах.

1.3 Актуальність виконання роботи

Актуальність досліджуваної теми в тому, що вода - найважливіший фактор здоров'я людини.

Будь-яка річкова вода містить токсичні речовини, які походять від промислових і комунальних джерел, такі як стійкі пестициди, нафтопродукти, феноли, важкі метали, нітрати тощо. Ці забрудники можуть зберігатись у природному середовищі протягом багатьох років, майже не піддаючись розкладанню. Крім того, відкриті водоймища є середовищем для великої кількості мікроорганізмів, включаючи найпростіші бактерії, водорості, гриби та віруси. Чим більше вода забруднена (з вищим вмістом колоїдних і органічних речовин), тим більша кількість і різноманітність мікроорганізмів у ній.

У водопостачанні пріоритет надається ненапірним міжпластовим водам, потім — міжпластовим ненапірним водам, включаючи джерельні, далі — ґрунтовим водам, і в останню чергу — відкритим водоймам, де важливим є обов'язкове очищення. Велика перевага віддається великим проточним незарегульованим водоймам.

Вода може проходити процес самоочищення, при якому стічні води розбавляються, завислі частинки, яйця гельмінтів і мікроорганізми частково осідають, що призводить до освітлення води [25, 26, 27, 28, 29].

Централізоване водопостачання, або водогін, має переваги: можливість

вибору найкращих джерел води, захисту їх від забруднення, правильного знезараження, кваліфікованого санітарного нагляду та полегшення транспортування води. Децентралізоване, або місцеве водопостачання, передбачає забір води з джерел і її транспортування в різній тарі. Для забезпечення гігієнічних показників води знезараження може здійснюватися як фізичними, так і хімічними методами.

2ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика основних процесів обробки води

У сфері енергетики вимоги до обробки води залежать від типу використовуваного обладнання та режиму його експлуатації. Вони можуть варіюватися від простого видалення суспензій і жорсткості солей, необхідного для тепломереж та парових котелень, до глибокого знесолення з усуненням органічних забруднень і розчинених газів [30, 31, 32].

Розчинені у воді речовини можуть викликати проблеми в роботі енергетичного обладнання, головним чином через утворення накипу в теплових агрегатах і корозію. В теплообмінних апаратах, працюючих при температурі 25–500°C, виникають низькотемпературні відкладення, основним компонентом яких є карбонат кальцію (CaCO_3). Ці накипи знижують теплопродуктивність і збільшують втрати напору в трубах.

Під час обробки води застосовуються різні комбінації іонообмінних фільтрів, що включають попереднє очищення, зм'якшення, демінералізацію (первинна система) та фінішне очищення.

Попереднє очищення: Перед фільтрацією через іонообмінні колонки, вихідний розчин повинен бути ретельно очищений від грубо дисперсних часток. Органічні речовини можуть бути частково видалені за допомогою коагуляції (флокуляції), використовуючи хлорид заліза, сульфат заліза або сульфат алюмінію з можливим додаванням поліелектролітів, або за допомогою фільтрів з органічними ущільнювачами.

Для видалення карбонату кальцію з високолувної сирої води можна застосувати класичний процес вапнування. Для повного зм'якшення води використовують содове пом'якшення. Для вод з підвищеним вмістом силікатів доцільно застосовувати магнезіальне усунення кремнезему. Ці процеси значно зменшують іонне навантаження на наступні іонообмінні фільтри.

Вибір схеми системи підготовки води (ВПУ) для теплопостачання вимагає врахування сезонності роботи теплового та водопідготовчого обладнання. Найефективнішими є комбіновані схеми ВПУ, які інтегрують різні

методи обробки води в загальну технологічну схему, з можливістю підключення окремих елементів для часткової або повної обробки вихідної води залежно від теплового графіка.

Застосування комбінованих схем дозволяє розширити можливості таких процесів, як вапнування, підкислення і Н- або Н-Na-катіонування, забезпечуючи гнучкість і економічність водопідготовчих систем для теплових мереж у цілому.

При проектуванні схем ВПУ і складанні режимних карт, які враховують сезонність роботи системи, необхідно визначати оптимальну частку зм'якшення відповідно до встановлених норм [33, 34, 35].

2.2 Методи вирішення поставленої задачі

В процесі роботи в пароводяному тракті електростанції неминучі втрати води, пари. Поповнення цих втрат проводяться водою, яка виробляється на водо-підготовчій установці (ВПУ) ТЕС шляхом хімічної очистки вихідної сирової води від присутніх в ній домішок. Для живлення котлів сучасних ТЕС придатна вода, в якій практично відсутні всі домішки.

Очистка води на ВПУ проводиться по схемі повного хімічного знесолення в два ступені. Обробка води проводиться двома принципово різними методами:

1) Попередня обробка – осаджування з наступною фільтрацією на механічних фільтрах.

2) Остаточна обробка – фільтрація через іонообмінні матеріали (іоніти).

Видалення істинно – розчинних домішок проводиться на власне знесолюючій установці по схемі: Н-катіонування першого ступеня, акціонування першого ступеня, декарбонація, Н – катіонування другого ступеня, акціонування другого ступеня.

Вихідною водою служить вода з водоймища ТЕС або артезіанська вода.

Вихідна вода насосами сирової води подається в підігрівачі сирової води, а потім в освітлювачі ВПУ (рис 2.1).

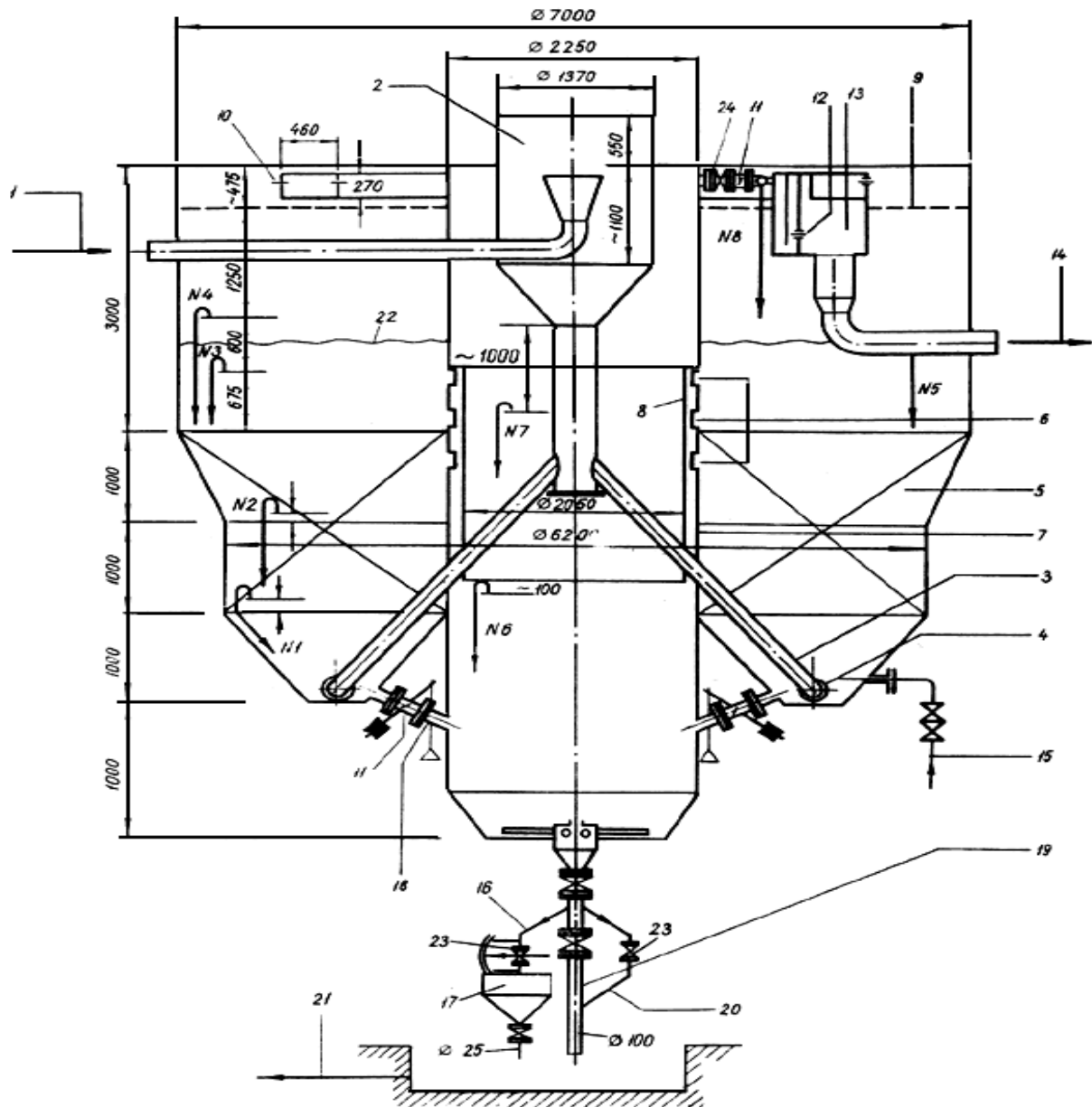


Рисунок 2.1- Схема освітлювача ЦНДІ-2 продуктивністю 150 м /год:
 1 - трубопровід вихідної води; 2 - повітрявідділювач; 3 - розподільна труба; 4 - сопло; 5 - змішувальна перегородка; 6 - шламоприймне вікно; 7 - корпус шламоущільнювача; 8 - внутрішній "стакан" шламоущільнювача; 9 - розподільна (дренажна) решітка; 10 - отвір жолоба; 11 - заслінка; 12 - калібрований отвір; 13 – приймальний короб освітленої води; 14 - вихід води з освітлювача; 15 - введення розчину коагулянту; 16 - лінія безперервної продувки з ручним управлінням; 17 – дренажна лійка для тарування шкали безперервної продувки; 18 - лінія періодичної продувки освітлювача в шламоущільнювач; 19 - дренаж шламоущільнювача; 20 – лінія автоматичного продування шламоуплотнителя за допомогою сервоприводу і сигналізатора

рівня осаду(суш); 21 - дренажний канал; 22 - верхня межа зваженого осаду; 23 - корковий кран; 24 – засувка.

Після освітлювача вода зливається в баки коагульованої води, а звідти насосами подається в механічні фільтри. При фільтруванні через шар подрібненого актрациту, завантаженого в механічні фільтри, вода звільняється від завислих речовин, які не повністю відокремилися в освітлювачі.

Освітлена вода поступає в фільтри першого ступеня Н-катіонування. Перша ступінь Н-катіонування складається з двох груп послідовно-працюючих фільтрів: група попередньо включених фільтрів, завантажених сульфовугіллям, і група основних фільтрів першого ступеня, завантажених катіонітом КУ-2.

При послідовному фільтруванні води через шар сульфовугілля і катіоніту КУ-2 з води вилучаються всі катіони, які в ній містилися.

Після Н-катіонітових фільтрів вода поступає в аніонітові фільтри першого ступеня, які завантажені слабоосновним аніонітом, пройшовши через які звільняється від аніонів сильних кислот.

Далі вода подається в декарбонізатори, які служать для вилучення вільної вугільної кислоти, утворені в результаті Н-катіонування води, і зливається в баки частково-знесоленої води.

З баків насосами частково-знесолена вода подається в Н-катіонітові фільтри другого ступеня, в яких при фільтруванні через шар сульфовугілля звільняється від катіонів, що пройшли через Н-катіонітові фільтри першого ступеня.

Після Н-катіонітових фільтрів, другого ступеня вода проходить через аніонітові фільтри другого ступеня, які завантажені сильноосновним аніонітом, звільняється від аніонів слабших кислот.

Знесолена вода після аніонітових фільтрів другого ступеня може подаватись в баки запасу конденсату (БЗК) або безпосередньо в конденсатори турбіни.

Якість отриманої води повинна відповідати таким нормам:

Твердість – не більше 3Мкг – екв/л.

Лужність – по фенолфталеїну – відсутня.

SiO_2 – не більше 200 мкг/л.

Продуктивність знесолюючої установки – 250 м³/год.

Освітлювачі служать для вилучення з води завислих речовин. Тип освітлювача ЦНД1 – 3. Продуктивність кожного освітлювача – 150 м³/год.

Освітлювач складається з корпусу; шламовіддільника, розташованого в центрі корпусу; - дільника, змонтованого над шламовіддільником.

В верхній частині освітлювача знаходяться переливна труба. Шламовіддільник служить для відведення шламу з корпусу освітлювача, відокремлення шламу від води і виведення ущільненого шламу в каналізацію.

Для контролю за роботою освітлювача всередині нього передбачено шість пробовідбірних трубок.

Встановлені на ВПУ фільтри напорного типу, вертикальні, одно-потоківі; паралельно-потоківі. Всі фільтри конструктивно виконані однако-во і різняться тільки окремими деталями.

Конструктивними вузлами фільтрів є: корпус фільтра; розподільні пристрої; вузол трубопроводів з арматурою.

Кожен фільтр обладнаний вітряком, двома пробовідбірними точками (на вході і виході води), витратоміром, який показує продуктивність фільтра.

Декарбонізатор являє собою спеціальний апарат для вилучення з води розчиненої вільної вуглекислоти, утворені в результаті процесу Н – катіонування. Декарбонізатори плівкового типу з насадкою із кілець решита.

Продуктивність – 200 м³/год.

Корпус декарбонізатора сталевий, циліндричної форми. В нижній частині корпусу встановлена металева решітка, на яку засипані кільця решита. Вода в декарбонізатор поступає зверху.

Баки являються проміжними ємкостями в циклі обробки води. Всі вони металеві, циліндричної форми, вертикальні.

Складаються з корпусу, днища і кришки. Баки обладнані двома люками, переливними трубами, трубо-проводами з арматурою.

2.3 Класифікація процесів обробки води залежно від домішок, які містяться у природній воді

Однією з основних характеристик домішок у воді є їхній фазово-дисперсний стан, який визначається тим, у якій фазі вони перебувають. Це дозволяє застосовувати відповідні методи очищення, спрямовані на зміну фазового стану домішок або без його зміни, для досягнення необхідних якісних показників води. Відповідно до цього, домішки природних і промислових вод класифікуються на чотири групи, кожна з яких має свій набір методів очищення, залежно від форми перебування домішок у воді.

Технологія очищення води від домішок кожної групи базується на процесах, що здійснюються під впливом сил, які найбільш ефективно діють на конкретну дисперсну систему. Для видалення суспензій, що є кінетично нестабільними системами, використовують гравітаційні та адгезійні сили. Для усунення колоїдних і високомолекулярних речовин, які є агрегативно нестабільними у водяних розчинах, застосовують адгезійні та адсорбційні сили. Домішки, що перебувають у формі молекулярних розчинів, видаляються через асоціацію молекул під впливом міжмолекулярних сил. Нарешті, для видалення електролітів з води використовуються хімічні зв'язки, характерні для іонних процесів.

2.4 Фізико хімічні основи, методи коагуляції води

На перебіг процесу коагуляції (на швидкість утворення і розміри пластівців, на повноту виділення колоїдних домішок в осад) впливають такі основні фактори: якість вихідної води, величина дози коагулянту, величина рН-середовища, умови перемішування води з коагулянтом, температура оброблюваної води, застосування допоміжних реагентів, їх дози, порядок введення реагентів в оброблювану воду.

Доза коагулянту повинна бути такою, при якій досягається прийнятний залишковий вміст в обробленій воді сполук алюмінію, заліза, "нереакційноспібна" кремнієва кислота, достатнє зниження окисленості води

та її освітлення. Необхідна для цього величина дози залежить від кількості і складу (природи) колоїдних домішок в початковій воді, а також від її каламутності і солевмісту.

Відзначено, що ступінь зниження окислювальності і вмісту заліза (останнє - в межах збереження необхідного резерву лужності коагульованої води) знаходяться, як правило, в прямій залежності від дози коагулянту. Так, наприклад, питома доза сірчаноокислого алюмінію складає 0,12 мг -екв/л на 1 мг/л O_2 знижуваної при коагуляції окиснення води.

Доза коагулянту зростає із збільшенням каламутності вихідної води понад певного її значення (близько 100-200 мг/л і більше). Однак доза коагулянту, необхідна для освітлення (видалення каламутності) води, зазвичай виявляється менше необхідної для достатнього, за умовами по-дальшого знесолення, зниження окисленості, видалення заліза і " нерє-акційноспосібності " кремнієвої кислоти.

Високий солевміст вихідної води сприятливий для коагуляції колоїдних домішок внаслідок більшого стиснення в цьому випадку дифузного шару колоїдних частинок.

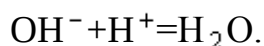
Необхідні дози коагулянту і допоміжних реагентів встановлюються експериментально для кожного вододжерела в різні характерні періоди року в лабораторних умовах і уточнюються при експлуатації за результатами обробки води. Зазвичай дози сірчаноокислого алюмінію знаходяться в межах 0,5-1,2 мг - екв / л.

Менша доза коагулянту достатня для обробки води, незабруднених промисловими стоками, з помірним вмістом суспензії (до 100 мг/л), з невеликою вихідною окислюваністю; велика доза - необхідна для очищення води з перманганатним окисненням приблизно 15 мг/л O_2 і вище, для періоду паводку, а також для очищення погано коагульованих вод (навіть якщо їх окислюваність і невисока). Погана коагульованість води може пояснюватися особливими властивостями у воді колоїдних домішок або наявністю сильних стабілізаторів колоїдів і зазвичай пов'язана із забрудненням води промисловими

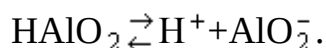
або побутовими стоками. У цих випадках іноді потрібно підвищення дози коагулянту до 1,5 мг -екв /л.

При експлуатації водопідготовчої установки слід підтримувати ту мінімальну дозу коагулянту, яка забезпечує необхідний результат очищення води, так як при збільшенні дози у воді еквівалентно збільшується вміст сульфатів і, отже, зростає навантаження на іонітові фільтри.

При проведенні коагуляції важливе значення має величина рН - середовища, так як концентрація водневих іонів впливає на швидкість і повноту виділення гідроокису алюмінію при гідролізі коагулянту. Гідроокис алюмінію - з'єднання амфотерне. При низьких значеннях рН (менше 5,5) воно поводить ся як луг і дисоціює з утворенням іонів Al^{3+} і OH^- . Останні в кислому середовищі утворюють з іонами водню мало дисоціюючі молекули води, і, таким чином, гідроокис алюмінію розчиняється.



При значеннях $pH > 7,5$ гідроокис алюмінію поводить ся як кислота і дисоціює з утворенням іонів AlO_2^- .

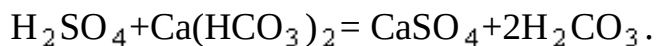


Тому для досягнення достатньої повноти виділення гідроокису алюмінію величина рН коагульованої води має бути в межах 5,5-7,5 . Значення рН має бути відкориговано у зазначених межах залежно від результатів, яких необхідно досягти при коагуляції води. Для більш повного видалення гумінових сполук слід вести процес при менших значеннях рН

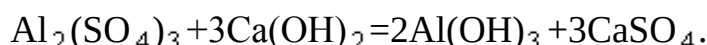
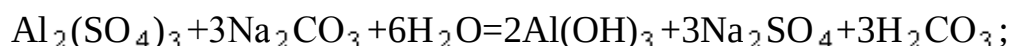
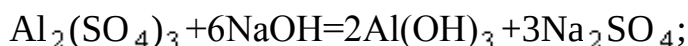
(5,5-6,5). У цьому випадку гумати переходять в важкорозчинні і добре ко-агульовані гумінові кислоти. З'єднання заліза звичайно повніше видаляються при більш високих значеннях рН (6,5-7,5) .

Оптимальна величина рН (у вказаних межах) встановлюється експериментально для кожного вододжерела і для кожного характерного періоду року при зміні якості води в джерелі по сезонах.

При високій лужності вихідної води потрібне значення рН може бути досягнуто підвищенням дози коагулянту або введенням в оброблювану воду сірчаної кислоти, яка нейтралізує еквівалентну кількість бікарбонатної лужності вихідної води з реакції



При низькій лужності вихідної води, а також при зниженні лужності в паводковий період резерв лужності іноді виявляється недостатнім для нейтралізації утворюються при гідролізі іонів водню і створення потрібного значення рН. У цих випадках має бути передбачено підлучення вихідної води розчином їдкого натру, соди або вапна. Підсумкові рівняння реакцій гідролізу і нейтралізації утворюється кислотності можуть бути представлені, відповідно перерахованим вище лужним реагентів, наступним чином:



Застосування для підлучення вапна замість їдкого натру або соди технологічно більш доцільно при подальшому обессолюванні води, коли збільшення концентрації іонів натрію у воді небажано. Необхідна доза лугу зазвичай знаходиться в межах 0,3-1,0 мг -екв / л. Воду і реагенти необхідно ретельно перемішати. Інтенсивність перемішування повинна бути достатня для швидкого і рівномірного розподілу коагулянту у воді, проте вона не

повинна бути надмірно великою що приводить до руйнування пластівців гідроксиду алюмінію.

Температура коагульованої води повинна бути достатною для швидкого і повного гідролізу сірчаноокислого алюмінію. При підвищенні температури ступінь гідролізу зростає внаслідок збільшення ступеня дисоціації води, а ступінь гідратації колоїдних частинок знижується, що сприяє їх коагуляції. З іншого боку, при підвищенні температури понад певного значення адсорбція домішок води на частинках осаду при коагуляції зменшується і, крім того, погіршуються умови роботи аніонітів. Тому оптимальна температура для коагуляції природних вод за допомогою сірчаноокислого алюмінію знаходиться

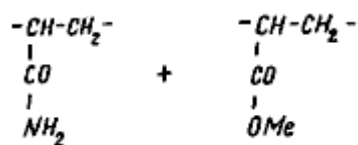
зазвичай в межах 20-35°C. Але так як при збільшенні температури води зменшується її в'язкість і поліпшуються умови відділення суспензії, то в зазначених межах слід приймати ту максимальну температуру, яка прийнятна за техніко- економічних міркувань і допустима за умовами збереження аніонітів, тобто 30-35°C.

При коагуляції, крім абсолютного значення температури води, велике значення має стабільність її підігріву. Усяке коливання температури призводить до утворення місцевих струмів і замушення води, що виходить з освітлювача або механічних фільтрів (при контактної коагуляції), тому задана температура підігріву води повинна підтримуватися автоматично з точністю $\pm 1^\circ\text{C}$.

У тому випадку, коли однією коагуляцією не досягає достатня ступінь очищення води, необхідне застосування спеціальних реагентів - флокулянтів для прискорення утворення і укрупнення пластівців, а також попереднього хлорування вихідної води .

Флокулянти — це речовини, які прискорюють злипання частинок, що є агрегатно нестабільними, тим самим інтенсифікуючи процес утворення пластівців і збільшуючи їх розміри. Додавання флокулянта до води, що обробляється, зазвичай підвищує ефективність освітлення води та збільшує фактичну продуктивність коагуляційної установки.

В якості флокулянта застосовується хімічною промисловістю поліакриламід (ПАА). Він являє собою продукт полімеризації моно-акриламіда і солей акрилової кислоти



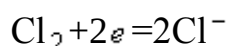
ПАА поставляється у вигляді тягучої речовини жовтого і зеленого кольору, що містить від 4 до 9 % активного полімеру, а також деяку кількість домішок (гіпсу або сульфату амонію) і мономера . Застосовується два сорти ПАА: вапняний і амонійний , що випускаються за технічними умовами Міністерства хімічної промисловості.

Зміст мономера в обох сортах не повинно перевищувати 2,8 % вмісту полімеру, тобто 0,22 % для 8 %-ного продукту. Вапняний ПАА містить до 0,5 % гіпсу, амонійний до 13-14% сульфату амонію.

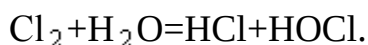
Необхідна доза ПАА і одержуваний ефект від його введення виявляються експериментально і залежать від фізико-хімічних властивостей оброблюваної води, зокрема, від її каламутності, дози коагулянту, а також від схеми установки для попереднього очищення (коагуляція в освітлювачах або безпосередньо в механічних фільтрах). Зазвичай дози ПАА знаходяться в межах 0,1-1,0 мг/л полімеру (у розрахунку на 100 %-ний продукт), причому менші дози відповідають меншою каламутності вихідної води.

При попередньому очищенні додаткової води котлів перед її обезсолюванням, потрібно не тільки освітлити воду, а й максимально очистити її від сполук заліза, кремнію і т.д., застосування поліакриламідів зазвичай не дозволяє знизити дозу коагулянту. У тих випадках, коли не налагоджений режим коагуляції, тобто коли не знайдені або не здійснено оптимальні умови її проведення, введення флокулянта збільшує ефект очищення води при тій же дозі коагулянту або дозволяє отримати при меншій дозі коагулянту такий же ефект, як без флокулянта.

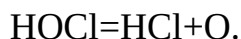
Хлорування вихідної води інтенсифікує пластівців внаслідок того, що хлор, окислюючи, руйнує речовини, що перешкоджають коагуляції і є стабілізаторами колоїдів. Крім того, хлор, мабуть, руйнує комплекси сполук заліза і складні органічні речовини, що призводить до можливості видалення їх у процесі коагуляції. Лабораторний і промисловий досліди показують, що хлорування збільшує ефект зниження вмісту заліза та окислюваності води. Сутність окисної дії хлору полягає в тому, що атом вільного хлору набуває електрон від окислюваної речовини і перетворюється на одновалентний іон



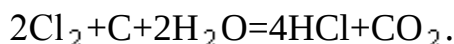
У воді молекули вільного хлору частково гідролізуються з утворенням хлористої (соляної) і хлорноватисту кислот



Хлорнуватиста кислота - дуже сильний окислювач. У присутності речовин, здатних приєднувати кисень, вона розкладається за схемою:



Оставший в коагульованій воді вільний хлор усувається при пропуску її через Н-катіонітових фільтри, завантажені сульфовуглицем, або, якщо вони завантажені синтетичним катіонітом, наприклад КУ-2, то при пропуску через фільтри активованого вугілля, що встановлені перед Н-катіонітових фільтрів, завантаженими синтетичним катіонітом. Вільний хлор, взаємодіючи з вугіллям (або сульфовуглицем), утворює у водному середовищі соляну кислоту



Хлорування води перед її коагуляцією може здійснюватися або постійно, або тільки в періоди підвищення у вихідній воді вмісту заліза і збільшення її окислюваності, коли однією коагуляцією не вдається домогтися бажаних результатів обробки води.

Необхідна для обробки води доза хлору визначається експериментально. Зазвичай дози хлору знаходяться в межах 5-20 мг/л, при цьому доза обмежується таким значенням, при якому залишковий вміст вільного хлору в коагульованій воді після механічних фільтрів не більше 10 мг/л.

Витрата активованого вугілля або сульфоугля на дехлорування води становить менше 0,5 т на рік при продуктивності установки 100 т/год по коагульованій воді і при середньорічній концентрації вільного хлору перед фільтрами 5 мг/л.

Промислове випробування хлорування води перед її коагуляцією на показало, що залишкова окислюваність (стосовно вихідної) при цьому додатково знижувалася на 30 %, а вміст заліза зменшувалася до 100 мкг/л замість 300 мкг/л без хлорування.

Порядок введення, тобто черговість і місце введення реагентів в оброблювану воду, впливає на властивості утворюється осаду і тим самим, на результати очищення води.

Окислювачі (газоподібний хлор, хлорне вапно) і підлужний (або підокислюючий) реагент вводяться до коагулянту в загальний потік вихідної

води для того, щоб зруйнувати захисні колоїди і при необхідності створити оптимальне значення рН. Окислювач слід вводити в рідину з більш низьким значенням рН, тобто після кислоти при підкисленні або раніше лугу при підлужуванні. При хлоруванні з метою поглиблення ефекту знезалізнення іноді доцільно вводити окислювач в коагульовану воду перед механічними фільтрами.

Коагулянт переважніше вводити в зону контактної середовища (в нижню частину освітлювача), щоб скоагульованого домішки виділялися на поверхні раніше сформованих частинок осаду.

Флокулянт слід вводити через 1-3 хв після введення коагулянту, щоб до цього часу в основному були завершені процеси утворення мікрохлопів та сорбції що на них виділяються речовини.

При застосуванні освітлювачів для коагуляції води на електростанціях використовується метод їх розрахунку, в якому прийнято, що дози коагулянту і параметри контактного середовища (швидкість вільного осадження частинок шламу, умовна об'ємна вага шламу, коефіцієнт ущільнення шламу) залежать від каламутності вихідної води. Так як при коагуляції води перед хімічним обезсолюванням потрібно не тільки її освітлення, а й максимальне очищення води від органічних речовин, заліза, кремнію та ін. При цьому для зазвичай зустрічаються вихідні води з невисокою мутністю потрібні великі дози коагулянту, ніж тільки для освітлення води. Із зростанням частки $\text{Al}(\text{OH})_3$ в осаді змінюються розрахункові технологічні параметри шламу. Тому в порядку першочергового удосконалення методики розрахунку освітлювачів рекомендується розрахункові показники властивостей контактної середовища приймати залежно від параметра, що представляє собою процентний вміст $\text{Al}(\text{OH})_3$ в утворюваному осаді.

При використанні для коагуляції сірчаноокислого алюмінію

$$\alpha_k = \frac{100 \cdot P_{\text{Al}(\text{OH})_3}}{P_{\text{Al}(\text{OH})_3} + M} = \frac{2600 D_k}{26 D_k + M}$$

де $P_{\text{Al}(\text{OH})_3}$ - маса, що виділяється в осад гідроксиду алюмінію, мг/л;

D_k - доза коагулянту, мг-екв / л;

M - вміст суспензії у вихідній воді, мг / л.

Значення параметрів шламу в залежності від α_K , отримані шляхом обробки даних, наведені в табл. 2.1. Аналогічні дані, користуючись методикою, можна отримати експериментально для інших коагулянтів, а також при застосуванні флокулянта.

Таблиця 2.1-Значення параметрів шламу в залежності від α_K

Величина α_K , вага. %	Показники властивості суспензій ($t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$)		
	$v_{\text{ч}}$ мм/с	γ_o мг/мл	100α см ⁻¹
3	2,25	85	1,7
5	2,15	65	2,9
10	1,95	15	5,5
20	1,7	6	7,5
30	1,45	4,4	8,1
40	1,2	3,5	8,4
50	1,0	3	8,5
60	0,9	2,6	8,6
70	0,85	2,4	8,65
80	0,8	2,3	8,7
90	0,75	2,2	8,75
100	0,7	2,0	8,8

Для визначення величини дозу коагулянту слід приймати за результатами пробної коагуляції води або за даними експлуатації водопідготовчих установок, що використовують ту ж вихідну воду, при відсутності експериментальних даних - орієнтовно за формулою

$$D_K = 0,07 \cdot O_2 \text{ мг-екв/л,}$$

де - перманганатна окислюваність початкової води, мг/л O_2 .

Наближено значення продуктивності освітлювача при температурі оброблюваної води 30°C , виходячи з умов дотримання допустимої швидкості висхідного руху води, можуть бути визначені за рис.3.5. При цьому повинні

бути виявлені також і допустимі значення каламутності вихідної води за умовами відведення шламу з освітлювача.

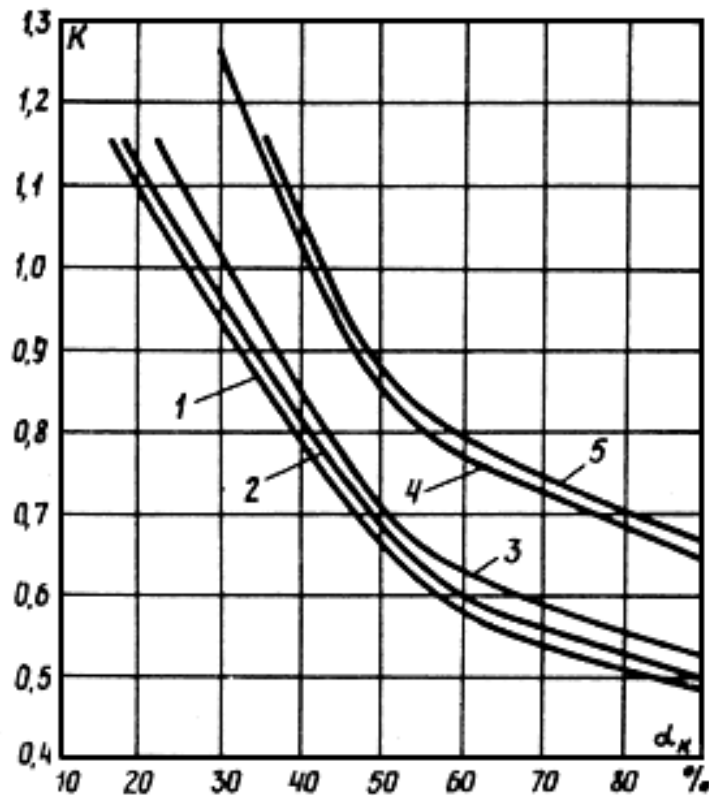


Рисунок 3.5 Коефіцієнт (K) зміни розрахункової продуктивності ($Q_p = KQ_n$) освітлювача в залежності від α_K при $t=30$ °С

1 – освітлювач ЦНИИ-3, $Q_n=450$ м³/год ; 2 – освітлювачі ЦНИИ-3, $Q_n=60$ м³/год, $Q_n=150$ м³/год, $Q_n=230$ м³/год; освітлювач ЦНИИ-2, $Q_n=150$ м³/год; 3 – освітлювач ЦНИИ-2, $Q_n=450$ м³/год; 4 – освітлювач ВТИ, $Q_n=100$ м³/год; 5 – освітлювач ХО ТЕП - ВТИ, $Q_n=350$ м³/год; Q_n -продуктивність освітлювача, м³/год

У тому випадку, якщо в окремі нетривалі періоди року розрахункова продуктивність освітлювача виявляється дещо менше необхідної, допустимо врахувати її збільшення в результаті введення флокулянта (ПАА).

Орієнтовно можна вважати, що введення ПАА в належних дозах дозволяє збільшити продуктивність освітлювача й вагові вмісту сухої речовини в шламі приблизно на 20 %.

Ефективність очищення води методом коагуляції крім повноти проходження процесу власне коагуляції визначається також і ступенем освітлення води, тобто відділення її від утвореного осаду.

Ступінь освітлення води при коагуляції її в освітлювачі в основному визначається фізичними параметрами контактної середовища, висотою її шару, швидкістю руху через неї води, а також своєчасним відведенням надлишкової кількості шламу в шламоуцільнювачі, а з нього - в дренаж. Параметри ж контактної середовища в освітлювачі залежать від якості вихідної води, застосовуваних реагентів, їх доз, умов введення і перемішування води і реагентів.

Для наближення до оптимальних умов перемішування води і реагентів швидкість введення води в освітлювач (на виході з сопел) повинна бути прийнята орієнтовно в залежності від величини вихідної каламутності оброблюваної води M .

Величина уточнюється при налагодженні на підставі спостережень за характером утворюється осаду. В освітлювачах ЦНДІ для зміни швидкості необхідно встановити інші змінні сопла, що вимагає зупинки і спорожнення освітлювача.

Швидкість руху води в зоні контактної середовища визначається навантаженням освітлювача. Навантаження освітлювача повинна підтримуватися стабільної при можливо більш рідкісних і плавних її змінах.

Рекомендується застосовувати систему автоматичної зміни навантаження залежно від рівня в баку коагульованої води (при знаходженні рівня води в баку між граничними верхнім і нижнім його положеннями навантаження освітлювача повинна підтримуватися постійною).

Збільшення навантаження освітлювача допускається не більше ніж на 10% розрахункової з інтервалами не менше 15 хв. Збільшення навантаження з більшою інтенсивністю, а також перевищення абсолютної величини максимально можливого навантаження призводить до виносу раніше накопиченого шламу з освітлювача в баки коагульованої води і далі в фільтри.

Висота зони контактної середовища повинна бути, з одного боку, достатня для завершення процесу освітлення води, а з іншого боку (за умовою збереження необхідної висоти захисної зони освітлення) - не перевершувати помітно розрахункову.

При розрахунку освітлювача межа зони контактної середовища звичайно приймається на рівні верхньої кромки шламоприємних вікон або на рівні верхнього ряду вікон, якщо вони розташовані в кілька рядів, як в освітлювачах.

При значному зменшенні навантаження освітлювача межа шламу знижується внаслідок його ущільнення, пов'язаного із зменшенням швидкості висхідного руху води. У міру накопичення шламу межа знову досягає шламоприємних вікон, так як тільки через них осад виводиться з освітлювача, якщо він спеціально не віддаляється через дренажні труби власне освітлювача.

У практиці експлуатації з метою збільшення висоти шару шламу іноді обмежують кількість води, що відводиться в шламоущільнювач. Це може привести лише до порушення шламового режиму роботи освітлювача і замутнення видаваної освітлювачем води.

Шламовий режим освітлювача повинен бути налагоджений так, щоб дотримувався баланс сухої речовини осаду, що утворюється в освітлювачі, що відводиться в шламоуплотнитель і видаляється в дренаж з продувкою шламоущільнювача

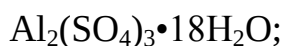
$$10^{-3} K_u Q_{ух} = C_s Q_{ш} = \gamma_1 q_{np}, \text{ де}$$

- кількість осаду, що утворюється в освітлювачі при коагуляції, віднесене до об'єму оброблюваної води; визначається за формулою

$$K_u = D_k (26 + 1,11 \alpha_{np}) + M - M_0 \text{ мг/л, де}$$

- M і M_0 - відповідно каламутність вихідної і освітленої води, мг/л;

- α_{np} кількість нерозчинних домішок в реагенті при дозуванні в освітлювач неочищеного глинозему з суспензією, % по відношенню до ваги



$$\alpha_{np} = \frac{100 P_1}{P - P_1} \%, \text{ де}$$

- P навішування реагенту, г; P_1 маса нерозчинних домішок в ній, г; C_v масова концентрація шламу у верхній частині зони контактного середовища освітлювача, г/л; γ_1 продувочної води; $Q_{\text{поч}}$ витрата вихідної води через освітлювач, м/год; $Q_{\text{шу}}$ необхідна витрата рідини через шламоприймальні вікна в шламоущільнювач, м/год; $q_{\text{пр}}$ витрата продувочної води з шламоущільнювача, м/год.

Величини $Q_{\text{шу}}$ і $q_{\text{пр}}$ визначаються з рівняння балансу наступним чином:

$$Q_{\text{шу}} = \frac{Q_{\text{исх}} K_u \cdot 10^{-3}}{C_v} \text{ м}^3/\text{год};$$

$$q_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{исх}} K_u \cdot 10^{-3}}{\gamma_1} \text{ м}^3/\text{год}.$$

Величина розходу освітленої води $Q_{\text{шо}}$ з шламоущільнювача в розподільчий пристрій визначається по різниці:

$$Q_{\text{шо}} = Q_{\text{шу}} - q_{\text{пр}} \text{ м}^3/\text{год}.$$

Для видалення великих часток піску іноді потрібна нетривала продування власне освітлювача. Частота і тривалість цих продувань встановлюється на основі експлуатаційних спостережень, зазвичай вони проводяться один раз на кілька діб протягом 0,5-2 хв.

Заповнення і пуск спорожнення освітлювача після монтажу або ремонту проводиться при навантаженні, рівній 50 % розрахункової, і якщо дозволяє резерв лужності вихідної води при підвищеній в 1,5-2 рази дози коагулянту. Коли висота зони контактного середовища досягне приблизно половини її розрахункової величини, встановлюється нормальна доза коагулянту і навантаження освітлювача доводиться до необхідної збільшенням її не більше ніж на 10 % і не частіше ніж через кожні 15 хв.

Частка освітленої води, що проходить через шламоущільнювач (так звана відсічка), по відношенню до загальної витрати води на освітлювач встановлюється такою ж, яку становить площа поперечного перерізу шламоуплотнителя по відношенню до площі поперечного перерізу зони контактного середовища.

При виведенні освітлювача в резерв на термін більше 1 міс осад з нього віддаляється повністю; при виведенні освітлювача в резерв на термін менше 1 міс осад видаляти не слід.

В останньому випадку пуск освітлювача з резерву проводиться при нормальній дозі коагулянту і навантаженні, рівній 50 % розрахункової, з подальшим збільшенням її не більше ніж на 10 % і не частіше ніж через кожні 15 хв.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування вибору та опис функціональної схеми автоматичного регулювання, технологічного контролю, захисту, сигналізації, блокувань

Функціональна схема теплотехнічного контролю і автоматики є ключовим технічним документом, що визначає функціональну структуру та обсяг автоматизації. Вона встановлює зв'язки між технологічним обладнанням або його окремими вузлами і засобами контролю, вимірювання і автоматизації, відображаючи всі взаємозв'язки між ними. Ця схема для вузла освітлення води на установці хімоводоочищення (ХВО) забезпечує детальний огляд системи і служить основою для розробки та впровадження систем автоматичного регулювання й контролю [36, 37, 38, 39, 40].

Вона включає:

Контроль тисків на видачі насосів-дозаторів вапняного молока (поз. 12), коагулятора (поз. 11) та насосів освітленої води (поз. 18).

Контроль здійснюється за допомогою технічних манометрів (поз. 12-1, 11-1, 18-1), встановлених по місцю.

Контроль тиску сирі води (поз. 21).

Контроль тиску здійснюється по місцю за допомогою технічного манометра (поз. 21-1).

Контроль рівнів в баках розчинів вапняного молока (поз. 2), коагулянту (поз. 1) та баку освітленої води (поз. 16).

Контроль здійснюється комплектами рівнемірів, які включають датчики рівня LT позицій 1-1, 2-1, 16-1 та вторинних приладів LIS позицій 1-2, 2-2, 16-2. Первинні датчики розміщені по місцю, вторинні прилади на панелі ХВО.

Контроль температури сирі води на освітлювач (поз. 20). Здійснюється за допомогою термометра опору (поз. 20-1), розміщеного по місцю та вторинного приладу (поз. 20-2), розміщеного на панелі приладів ХВО.

Контроль витрати води на освітлювачі ХВО (поз. 22).

Здійснюється за допомогою комплектів рН – метрів типу П – 201.

Первинні датчики рН – 201 (поз. 14-1, 15-1) розміщені по місцю.

Перетворювачі величини рН П – 201 (поз. 14-2 і 15-2) та вторинні прилади реєстрації величини рН КСУ2 (поз. 14-3 і 15-3) розміщені на панелі приладів ХВО.

Регулювання температури сирії води (поз. 19). Здійснюється одно імпульсним регулятором (поз. 13-2). На регулюючий прилад типу Р 25.2.2 поступає сигнал по величині температури сирії води від датчика ТЕ (поз. 13.1). Вихідний сигнал з регулятора АСТ поз. 13-2, поступає на безконтактний реверсивний пускач NS9 (поз. 13-3) Останній формує сигнал на 3-фазний електродвигун виконавчого механізму (поз. 19), який переміщає регулюючий клапан на лінії подачі гріючої пари на ПСВ.

Датчик ТЕ (поз. 13-1) виконавчий механізм (поз. 19) розміщений по місцю. Регулятор АСТ (поз. 13-2) розміщений на панелі регуляторів ХВО. Пусковий пристрій NS9 (поз. 13-3) розміщений в електрозбірці РТЗО.

Регулювання продуктивності освітлювачів ХВО (поз 10).

Здійснюється двох імпульсним регулятором АQC1 (поз. 7-3), на який поступають імпульси по величині витрати води на освітлювач (від датчика FT поз. 7-2) та по величині рівня в баку освітленої води (від датчика LT поз. 17-1). Вихідний сигнал з регулятора АQC1 поступає на безконтактний реверсивний

пускач NS1 (поз. 7-4), який формує сигнал на 3-фазний електродвигун виконавчого механізму по. 10, який переміщає регулюючий клапан на трубопроводі подачі води в освітлювач. Датчик LT та FT і виконавчий механізм розміщені по місцю. Регулятор АQC1 розміщений на панелі регуляторів ХВО. Пускач NS1 розміщений в електрозбірці РТЗО.

Регулювання завантаження освітлювача вапняковим молоком та коагулятором.

Регулювання здійснюється двох імпульсними регуляторами. Регулятори отримують імпульси: по величині витрати сирії води (від датчиків поз. 8-1 та 9-1) та по величині рН (від перетворювачів величини рН поз. 14-2 та 15-2).

Також на регулятори надходять сигнали від задатчиків ручного управління (поз. 14-4 та 9-3). Вихідний сигнал з регуляторів AQC2 та AQC3 (поз. 14-3 та 9-2) поступають на проміжні магнітні пускачі NS2 та NS6 (відповідно поз. 14-5 та 9-4), які при спрацюванні через ключі управління насосами-дозаторами HS1, HS2, HS3, HS4 (відповідно поз. 14-6, 14-7, 9-5, 9-6) подають напругу на котушки магнітних контакторів NS3, NS4, NS7, NS8 (відповідно поз. 14-8, 14-9, 9-7, 9-8), які включають насоси-дозатори вапняного молока (поз. 4,5) та коагулянта (3,4).

Датчики витрати FT, насоси-дозатори розміщені по місцю. Перетворювачі рН П-201 розміщені на панелі приладів ХВО. Регулятори AQC2 і AQC3 разом з задатчиками ручного управління АНС розміщені на панелі регуляторів ХВО. Магнітні пускачі NS2 та NS6, а також ключі управління HS1, HS2, HS3, HS4 розміщені на панелі управління насосами-дозаторами. Контактори NS3, NS4, NS7, NS8 розміщені в електрозбірці РТЗО.

3.2 Вибір апаратури автоматизації з короткими технічними характеристиками

Вибір апаратури теплотехнічного контролю і автоматизації ХВО виконуємо згідно функціональної схеми, правил вибору та робочих параметрів технологічного процесу очистки води [41, 42, 43, 44].

Вибір апаратури для контролю тиску на видачі насосів-дозаторів вапняного молока (поз. 12), коагулятора (поз. 11) та насосів освітленої води (поз. 18) і тиску сирової води на освітлювач (поз. 21-1). Враховуючи робочий тиск, що становить 0,6 МПа, згідно правил вибираємо технометри з діапазоном виміру $D=0,6 \times 1,5=0,9$ МПа з серійного ряду вибираємо технометри поз. 11, 12, 18, 21 з діапазоном виміру $0 \div 1$ МПа основні технічні характеристики:

Тип приладу – ОБМ – 160

Діаметр корпусу – 160 мм

Діапазон виміру – $0 \div 1$ МПа

Клас точності – $K=1,5$

Вибір апаратури для вимірювання рівнів в баках (поз. 1,2, 16).

Для вимірювання рівня в баках, які знаходяться під навколишнім тиском, виходячи з того, що робочі рівні в баках становлять від 3 до 6 метрів, а також що висота стовпа води в 10 метрів дорівнює тиску 0,1 МПа, вибираємо манометри типу МЕД – 22365 з діапазоном $D=0,06 \text{ МПа} \times 1,5-0,09 \text{ МПа}$.

Із серійного ряду вибираємо манометри типу МЕД – 22365 з діапазоном виміру $0 \div 0,1 \text{ МПа}$.

Основні технічні характеристики:

Тип приладу – МЕД – 22365

Живлення приладу – $0,125^{+0,125}_{-0,1875} \text{ А}$

Діапазон виміру – $0 \div 0,1 \text{ МПа}$

Клас точності – $K=1,0$

В якості вторинних приладів вибираємо

КД – 140 М (поз. 1-2, 2-2, 16-2).

Основні характеристики:

Тип приладу – КД – 140 М – 003

Живлення – $\sim 220^{+22}_{-33} \text{ В}$

Клас точності $K = 1,0$

Шкала приладу – $0 \div 10 \text{ м}$.

Вибір приладу по виміру температури сирі води (поз. 20).

В якості датчика температури вибираємо термометр опору типу ТСМ – 0515 (поз. 20-1). Враховуючи, що для забезпечення необхідної якості очистки води необхідно підтримувати температуру сирі води в межах $30 \pm 1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, згідно правил вибираємо термометр опору ТСМ – 0515 з діапазоном виміру – $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+120 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Основні характеристики:

Тип приладу – ТСМ – 0515

Матеріал – мідь

Діапазон виміру – -50°C до $+120^{\circ}\text{C}$

Градуїровка – 23

Клас точності – $K=1,0$

Теплова інерція – до 8 секунд

Матеріал захисної арматури – 0,8х18Н10Т

В якості вторинного приладу вибираємо КСМ4 (поз. 20-2).

Основні характеристики:

Тип приладу – КСМ – 068

Живлення – $\sim 220^{+22}_{-33}$ В

Шкала приладу – $0 \div 100$ °С

Кількість каналів – 1

Клас точності – $K=1,0$

Швидкість діаграми – 120 мм/год

Вибір приладу для витрати води (поз. 22). Витрата води вимірюється за допомогою камерної діафрагми поз. 7-1, дифманометра типу ДМ – 3583 М (поз. 22-1) та вторинного приладу типу КСД2 (поз. 22-2).

Камерна діафрагма розраховується за спеціальною методикою, де визначається модуль m . В залежності від цього модуля вибирається номінальних перепад дифманометра.

Виходячи із аналогічних розрахунків проєктованих організацій та витрати води $Q = 250$ т/год, вибираємо дифманометр ДМ – 3583 М (поз. 22-1) з $\Delta P_{ном} = 40$ кПа і надлишковим тиском $P_n = 16$ МПа.

Основні характеристики:

Тип приладу – ДМ – 3583 М

Живлення – $0,125^{+0,125}_{-0,1875}$ А

Номінальний перепад - $\Delta P_{ном} = 40$ кПа

Клас точності $K = 1,0$

Вихідний сигнал – $0 \div 10$ мГн

Надлишковий тиск – $P_n = 16$ МПа

В якості вторинного приладу вибираємо КСД2 – 034 (поз. 22-2)

Основні характеристики:

Тип приладу – КСД2 – 034

Живлення – $\sim 220^{+22}_{-33}$ В

Шкала приладу – $0 \div 400$ т/год

Клас точності – $K=1,0$

Швидкість діаграми – 120 мм/год

Вибір апаратури для контролю рН в освітлювачах вибираємо серійний рН – метр типу П–201, в комплект якого входять: датчик рН типу ДМ–5М (поз. 14-1, 15-1); перетворювач рН типу П–201 (поз. 14-2, 15-2) і вторинний прилад типу КСУ2 (поз. 14-3, 15-3).

Основні технічні характеристики:

Тип чутливого елементу – ДМ–5М

Тип перетворювача – П–201

Живлення перетворювача – $\sim 220^{+22}_{-33}$ В

Частота живлення – 50 Герц

Вихідний сигнал – $0 \div 5$ мА

Вторинний прилад – КСУ2

Шкала виміру – $0 \div 11$ рН

Клас точності – $K=1,0$

Вибір апаратури регулювання температури сирої води (поз. 19).

В якості датчика температури (поз. 13-1) вибираємо термометр опору мідний типу ТСМ – 0515 з діапазоном виміру – 50°C до $+120^{\circ}\text{C}$.

Основні характеристики:

Тип приладу – ТСМ – 0515

Матеріал – мідь

Діапазон виміру – -50°C до $+120^{\circ}\text{C}$

Градуйровка – 23

Клас точності – $K=1,0$

Теплова інерція – до 8 секунд

Матеріал захисної арматури – 0,8х18Н10Т

В якості регулятора температури (поз. 13-2) вибираємо серійний Р27.1.

Основні характеристики:

Тип приладу – Р25.2.2

Живлення – стаб. ~ 220 В

Вихідний сигнал – ~ 24 В

В якості пускового пристрою вибираємо ПБР – 3А

Живлення – 3 фази, ~220 В

Вихідний сигнал – 3 фази, ~220 В

В якості виконавчого механізму вибираємо серійний (поз. 19) МЕО – 630/25 – 0,25К

Основні характеристики:

Тип приладу – МЕО – 630/25 – 0,25К

Номінальний момент – 630 н.м.

Час повного ходу валу – 25 секунд

Хід вихідного валу – 0,25 оберти

Тип електродвигуна – 4ААМ 56 А4У3

Вибір апаратури регулювання продуктивності освітлювача (поз. 10). В якості датчика витрати води (поз. 7-2) вибираємо дифманометр ДМ – 3583 М з перепадом $\Delta P_{\text{ном}} = 40$ кПа.

Основні характеристики:

Тип приладу – ДМ – 3583 М

Живлення – $0,125^{+0,125}_{-0,1875}$ А

Номінальний перепад – $\Delta P_{\text{ном}} = 40$ кПа

Клас точності – $K=1,0$

Вихідний сигнал – $0 \div 10$ мГн

Надлишковий тиск – $P_n=16$ МПа

В якості датчика рівня в баку освітленої води (поз. 17-1) вибираємо манометр типу МЕД – 22365 з діапазоном виміру $0 \div 0,1$ МПа.

Основні технічні характеристики:

Тип приладу – МЕД – 22365

Живлення приладу – $0,125^{+0,125}_{-0,1875}$ А

Діапазон виміру – $0 \div 0,1$ МПа

Клас точності – $K=1,0$

В якості регулятора вибираємо Р27.1 (поз. 7-3).

Основні характеристики:

Тип приладу – Р27.1

Живлення – стаб. ~ 220 В

Вихідний сигнал – $= 24$ В

В якості пускового пристрою виконавчого механізму (поз. 7-4 та 10 відповідно) вибираємо ПБР – 3А та МЕО – 630/25 – 0,25К.

Основні технічні характеристики ПБР – 3А:

Тип приладу – ПБР – 3А

Живлення – 3 фази, ~ 220 В

Вихідний сигнал – 3 фази, ~ 220 В

Основні характеристики МЕО – 630/25 – 0,25К

Тип приладу – МЕО – 630/25 – 0,25К

Номінальний момент – 630 н.м.

Час повного ходу валу – 25 секунд

Хід вихідного валу – 0,25 оберти

Тип електродвигуна – 4ААМ56А4У3

Вибір апаратури регулювання завантаження освітлювача вапняним молоком (поз. 4,5) та коагулятором (поз. 3,6).

Регулювання здійснюється ідентичними регуляторами АQC2 і АQC3 (поз. 9-2 та 14-3), на які поступають сигнали по витраті води та величині рН в освітленій воді.

В якості датчиків витрати води (поз. 8-1 та 9-1) вибираємо ”Сапфір – 22ДД” з перепадом $\Delta P_{ном} = 40$ кПа.

Основні характеристики:

Тип приладу – ”Сапфір – 22ДД”

Живлення – $= 36$ В

Модель – 2240

Вихідний сигнал – $0 \div 5$ mA

Номінальний перепад – $\Delta P_{ном} = 40$ кПа

Клас точності – $K = 0,5$

В якості датчика величини рН вибираємо комплект П–201.

Основні технічні характеристики:

Тип чутливого елементу – ДМ – 5М

Тип перетворювача – П – 201

Живлення перетворювача – $\sim 220_{-33}^{+22}$ В

Частота живлення – 50 Герц

Вихідний сигнал – $0 \div 5$ мА

Вторинний прилад – КСУ2

Шкала виміру – $0 \div 11$ рН

Клас точності – К=1,0

В якості регулятора вибираємо Р27.1 (поз. 9-2, 14-3).

Основні характеристики:

Тип приладу – Р27.1

Живлення – стаб. ~ 220 В

Вихід регулятора – $= 24$ В

Кількість входів – 3

В якості проміжного пускача NS2 та NS3 (поз. 14-5 і 9-4) вибираємо МКР – 0.

Основні характеристики:

Тип приладу – МКР – 0

Живлення – $= 24$ В

Струм на контактах – 25А

В якості ключів управління (поз. 9-5, 9-6, 14-6, 14-7) вибираємо ПМО $\emptyset$ -2222/11-ІД.

В якості задатчиків ручного управління (поз. 9-3 та 14-4) вибираємо ЗУ – 11.

В якості пускачів включення насосів–дозаторів (поз. 9-7, 9-8, 14-8, 14-9) вибираємо магнітні пускачі типу ПМЕ – 212.

Основні характеристики:

Тип приладу – ПМЕ – 212

Живлення – ~ 220 В

Струм на контактах – 25 А

3.3 Складання і опис структурної чи логічної схеми регулювання вимірювального комплексу чи захисту

Автоматичне регулювання імпульсного дозування реагентів в освітлювач здійснюється автоматичним регулятором [45, 46, 47, 48, 49].

Регулятор дозування реагентів –двох імпульсний. На регулюючий прилад АQC поз.1-3 (типу Р27.1) поступають імпульси: по величині витрати сирової води – від датчика витрати FT поз.1-2 (типу “Сапфір -22”); по величині рН в освітлювачі –від вторинного приладу рН –метри типу П-201 (поз.2-2).

На регулятор АQC також поступає сигнал від датчика ручного управління АНС (поз. типу ЗУ-11).

Вихідний сигнал з регулятора (на включення насосів - дозаторів реагенту) поступає на проміжний пускач NS1 поз. 1-5 (типу МКР-0).

При спрацюванні пускача NS1 через ключі управління насосами-дозаторами NS1 та NS2 типу ПМОФ-2222/11 відповідно поз. 1-6 та 1-7 (в положенні ”Автомат”) подається напруга ~ 220 Вольт на котушку магнітних контакторів включення насосів-дозаторів реагенту NS2 та NS3 типу ПМЕ-212 (поз.1-8 та 1-9).

При спрацюванні пускачів NS2 та NS3 через їх контакти трифазна змінна напруга ~ 380 Вольт поступає на електродвигуни насосів – дозаторів, які включаються в роботу і подається розчин реагенту із бака розчину в освітлювач.

Дана структурна схема забезпечує автоматичну роботу САР дозування реагентів, як двома, так і одним із насосів – дозаторів, в залежності від того, ключі, яких із насосів знаходяться в положенні ”Автомат”, (відповідно NS1 чи NS2).

Схема забезпечує дистанційне керування насосами оператором вручну.

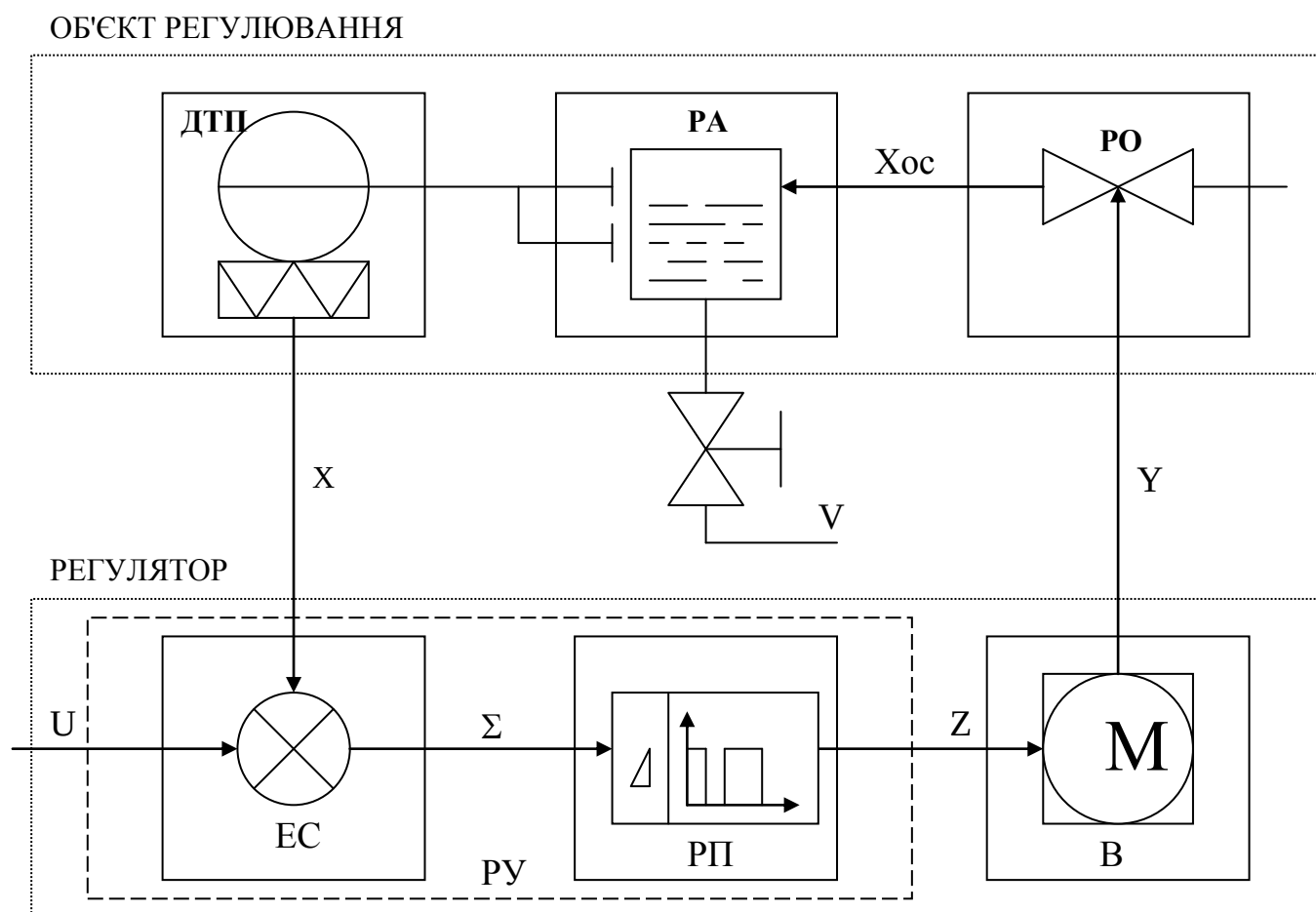


Рисунок 4.7 Структурна схема САР.

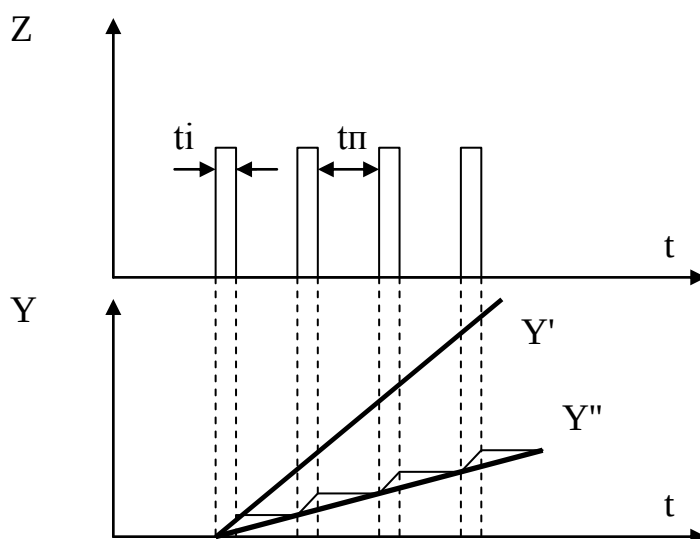


Рисунок 4.8 Імпульсне управління виконавчим механізмом

3.4 Опис електричної принципової схеми

Живлення регулюючого приладу Р27.1 здійснюється через автомат живлення SF1 типу АП -50-2МТ, $I_n=1,6$ Ампера із шин ~ 220 Вольт.

Напруга живлення подається на клеми 1-2 регулятора.

Сигнал по величині витрати води з клем 1-2 датчика витрати типу “Сапфір -22 ДД” подається на клеми 12-14 регулятора Р27.1.

Сигнал по величині рН від перетворювача рН типу П-201 з клем 9-10 поступає на клеми 16-18 регулятора Р27.1.

На клеми 8-10-23 регулюючого приладу Р27.1 під'єднується виносний за датчик ручного управління типу ЗУ-11 (з клем 1-2-3).

Вихідний сигнал на включення насосів-дозаторів з клем 9-13 регулятора Р27.1 поступає на котушку магнітного пускача NS1 типу МКР-0. При спрацюванні МКР-0 через контакти 3-4 фаза змінної напруги ~ 220 Вольт від автоматичного вимикача SF-2 типу АП-50-2МТ подається на контакти 1 обох ключів управління насосами–дозаторами . Ця ж фаза від АП-50 безпосередньо подається на контакт 5 обох ключів NS1 і NS2, яка забезпечує управління насосами – дозаторами в дистанційному режимі (замикають клеми 5-7).

Земля від АП-50 через контакти ключів NS1 і NS2 9-11 поступає безпосередньо на котушки магнітних контакторів ПМЕ-212 включення насосів-дозаторів.

В положенні ”Автомат” ключів NS1 і NS2 через контакти 1-3 фаза поступає на котушки пускачів NS2 і NS3 включення насосів. При їх спрацюванні від автоматів SF3 та SF4 напруга 3 фази, ~ 380 Вольт поступає на електродвигуни насосів – дозаторів реагентів.

3.5 Опис правил монтажу засобів автоматизації

Монтаж обладнання означає його установку та закріплення на місці згідно з проектною документацією, відповідно до чинних технічних умов, а

також підключення всіх необхідних комунікацій, включаючи електричні та трубопровідні системи [50, 51, 52].

Монтаж систем контролю, вимірювань і автоматизації (КВП і А) передбачає не лише встановлення приладів,

Монтаж систем КВП і А включає, крім монтажу приладів, також і прокладку всіх з'єднувальних ліній та але й прокладання всіх з'єднувальних ліній та встановлення допоміжних пристроїв разом з їх опорними і закріплюючими конструкціями. Монтаж систем автоматизації охоплює широкий спектр робіт роботи: слюсарні, газо і електрозварювальні роботи, електротехнічні, такелажні і малярні роботи, а також роботи по проведенню електричних, гідравлічних випробувань та складні повірочні і налагоджувальні роботи.

Монтаж систем автоматизації складається із монтажу окремих вузлів, ліній та пристроїв. Всі монтажні роботи мають виконуватись у відповідності з робочими кресленнями проекту, технічними умовами, монтажно-експлуатаційними інструкціями заводів-виготовлювачів приладів, апаратури регулювання; а також у відповідності з вимогами правил ТБ, ОП і пожежної безпеки.

До виконання робіт по монтажу засобів КВП і А дозволяється приступати тільки при наявності проектної документації; робочих креслень, наявності матеріалів, що підлягають монтажу.

Всі зміни, які необхідно внести в проект в процесі монтажу, мають бути узгоджені з замовником і оформлені через проектну організацію, яка випустила даний проект.

До початку робіт з монтажу засобів контролю, вимірювань і автоматизації (КВП і А) можна приступати лише за наявності проектної документації, робочих креслень, а також матеріалів, приладів та засобів автоматизації, які підлягають монтажу.

Усі зміни, які необхідно внести у проект під час монтажу, повинні бути узгоджені із замовником і оформлені через проектну організацію, яка розробила цей проект.

До початку монтажу засобів автоматизації КВП і А будівельні роботи, а також роботи з монтажу технологічного обладнання та трубопроводів повинні бути завершені до такого стану, який забезпечить нормальні та безпечні умови для проведення монтажних робіт.

На технологічних трубопроводах і обладнанні, яке монтується відповідними організаціями, повинні бути встановлені штуцера і фланці для монтажу приладів та засобів автоматизації, а також звужуючі пристрої, регулюючі елементи і прилади, що вмонтовуються безпосередньо в трубопроводи. Встановлення цих приладів виконується під наглядом спеціалістів, які займаються монтажем приладів та засобів автоматизації.

До монтажу термоперетворювачів, таких як термопари та термометри опору, висувається ряд вимог. Основними є такі: вони повинні встановлюватися на технологічному обладнанні та трубопроводах в місцях, де забезпечується вимірювання дійсної температури середовища, а також у зонах, зручних для обслуговування. Для точного вимірювання температури потоку середовища, гарячий спай термопари має бути розташований у центрі потоку.

Обов'язковою умовою правильного вимірювання температури є установка термоперетворювача на віддалі від засувки, вентилів, звужуючих пристроїв, рівному не менше 20 діаметрів трубопроводу, де немає завихрень або збурення потоку.

В місцях установки термопар має бути виключений додатковий нагрів від по сторонніх джерел тепла. Не рекомендується установка термоперетворювачів в нішах, заглибинах, стінах колодцях, де відсутня циркуляція повітря.

Не допускається установка термопар в місцях з сильною вібрацією, де є підвищена вологість, дія агресивних парів, газів. Всі види термоперетворювачів на трубопроводах встановлюються за допомогою спеціального пристрою, що називаються бабишкою. Існує велика різноманітність типорозмірів баришок, які вварюються в трубопровід досвідченим зварником.

Термопари для контролю температури поверхні трубопроводів встановлюють так, щоб їх гарячі спаї щільно прилягали до поверхні. Підведення проводів до термопар виконується в захисних шлангах.

Термопари монтуються на обладнанні після їх стендової повірки.

Монтаж дифманометрів

Як правило, дифманометри встановлюються безпосередньо біля місця вимірювання. При великій їх кількості дифманометри монтують групами на спеціальних стендах.

Підведення вимірювального середовища до камер дифманометрів здійснюється за допомогою сталених труб $\varnothing 16 \times 3$ мм, які прокладаються згідно вимог правил їх монтажу. На стендах може монтуватись від 3 до 8 датчиків. Стенди виготовляються із сталеного кутника та листового заліза по відповідних кресленнях.

Кріплення дифманометрів виконується за допомогою болтового з'єднання.

Місце установки регуляторів має бути добре освітлене, а підхід до органів управління вільним.

Монтаж приладів виконується в спеціальних металевих шафах панелях, які захищають їх від запилення, опадів. Панелі мають бути герметичними. В місцях їх установки не повинно бути вібрації, високої температури. Регулятори монтуються згідно правил монтажу на щитах приладів контролю і автоматики. Розмітку, вирізку отворів на щитах, пультах, панелях виконуються згідно відповідних креслень. Виконані за датчики встановлюють так, щоб було добре видно шкалу вимірювальної частини.

Підключення проводів до регуляторів виконується згідно правил будови електроустановок і техумовами на монтаж електропроводок.

Підключення проводів має виконуватись способом, що забезпечує надійний контакт. Всі комутаційні зажими, клемники, які знаходяться під напругою, необхідно закривати кришками, ізоляційними матеріалами.

Живлення регуляторів має виконуватись від незалежного джерела, яке забезпечує стабільність напруги і частоту в межах, передбачених паспортом

регулятора.

Виконавчі механізми монтуються по місцю згідно з проектом в добре освітлених, придатних для обслуговування і роботи місцях. Температура в зоні установки має бути в межах $10\div 35^{\circ}\text{C}$. Конструкція кріплення має бути жорсткою, з врахуванням ваги механізму та його зусиль.

При установці МЕО вісь вихідного балу має займати горизонтальне положення.

Вихідний бал МЕО з'єднується з регулюючим органом за допомогою жорсткості тяги. Вузли з'єднання не повинні мати люфтів. Корпус механізму має бути заземленим.

Підведення кабелю до МЕО має виконуватись згідно вимог правил будови електроустановок.

Монтаж апаратури дистанційного управління. Апаратура дистанційного управління (ключі, реле, пускачі і т.д) як правило монтують на щитах, пультах, шафах виготовлених на заводах, згідно замовної специфікації.

Ключі управління, перемикачі встановлюють так, щоб весь механізм, перемикача знаходився в середині пульта, щита, а зверху були тільки кнопки, ручки управління.

Ключі, перемикачі, пускова апаратура кріпляться до панелей, щитів, пультів за допомогою болтів.

Підключення проводів до ключів, перемикачів та іншої апаратури дистанційного керування здійснюється за допомогою фішки, пайки, або кріплення болтами.

3.6 Розрахунок динамічних характеристик об'єкту чи розрахунок параметрів налагодження регулятора, регулюючого органу, звужуючого пристрою вимірювальної схеми, розрахунок надійності схеми та ін.

Розрахунок проводиться згідно принципової схеми моста типу КСМ4.

Вихідні дані для розрахунку:

Діапазон виміру температур - $0\div 100^{\circ}\text{C}$

$R_{т.п.}=53$ Ом - значення опору термометра для початку шкали

$R_{т.к.}=75,58$ Ом - значення опору термометра для кінця шкали

Градуїровка термометра – 23

R_p - врівноважуючий реохорд

$R_{ш}$ -шунтуючий резистор, який обмежує струм реохорда

R_n , R_k - резистори, які визначають діапазон показів шкали (відповідно початкове і кінцеве значення).

r_n і r_k – резистори (спіралі), призначені для точної підготовки шкали; вони є частинами резисторів R_n , R_k

R_1 і R_2 - постійні плечі моста

R_t – термометр опору, змінне плече моста

R_6 – резистор баластний, який обмежує струм через плечі моста з метою забезпечення нагріву термометра опору.

R_{11} і R_{12} – під гоночні резистори, які доводять опір кожного із двох проводів з'єднувальної лінії $R_{л}$ до значення 2,5 Ом ($R_{л}=5$ Ом), приймається при градуюванні шкали.

Для отримання найбільшої чутливості моста вибираємо попарно симетричний міст, у якого:

$$R_2 = R_3 \quad \text{і} \quad R_1 \approx R_t$$

Приймаємо:

$$R_2 = R_3 = 300 \text{ Ом}$$

$$R_p = 90 \text{ Ом}$$

$$R_6 = 450 \text{ Ом}$$

$$R_n = 4,5 \text{ Ом}$$

$I_{max}=0,007$ А – максимальне значення струму, що протікає через термометр опору.

$u=6,3$ В – напруга живлення моста

Визначаємо опір R_1 по формулі :

$$R_1 = \frac{R_{т.п.} + R_n - R_2 - 0,5 R_{л} \pm N}{2}, \text{ де}$$

$$N = \sqrt{(R_2 + 0,5 R_{л} - R_{т.п.} - R_n)^2 + 4 (R_2 \cdot R_n + 0,5 \cdot R_n \cdot R_{т.п.} + R_2 \cdot R_{т.к.} + 0,5 \times R_n \times R_n)} =$$

$$\begin{aligned}
 (R_{\text{л}} \cdot R_{\text{н}}) &= \sqrt{(300 + 0,5 \cdot 5 - 53 - 4,5)^2 + 4 \cdot (300 \cdot 4,5 + 0,5 \cdot 5 \cdot 53 + 300 \cdot 75,58 + 0,5 \cdot 5 \cdot 4,5)} = \sqrt{245^2 + 4 \cdot (300 \cdot 4,5 + 0,5 \cdot 5 \cdot 53 + 300 \cdot 75,58 + 0,5 \cdot 5 \cdot 4,5)} = \\
 &= \sqrt{60025 + 4 \cdot (1482,5 + 22685,25)} = \sqrt{60025 + 96671} = 395,848
 \end{aligned}$$

$$R_1 = \frac{53 + 4,5 - 300 - 0,5 \cdot 5 + 395,848}{2} = \frac{150,845}{2} = 75,424 \text{ [Ом]}$$

Знаходимо опір ланцюга реохорда. Який складається із з'єднаних паралельно опорів

$R_p, R_{\text{ш}}$ і R_k

$$R_{\text{п}} = \frac{R_2 \cdot (R_{\text{т.к}} - R_{\text{т.п}})}{R_1 + R_2 + 0,5 R_{\text{л}}} = \frac{300 \cdot (75,58 - 58)}{75,424 + 300 + 0,5 \cdot 5} = \frac{6774}{377,924} = 17,92 \text{ [Ом]}$$

Визначаємо опір R_k , який визначає значення шкали

$$R_k = \frac{(R_p \cdot R_{\text{п}})}{R_p - R_{\text{п}}} = \frac{90 \cdot 17,92}{90 - 17,92} = 22,375 \text{ [Ом]}$$

Визначаємо опір R_6 по формулі:

$$\begin{aligned}
 R_6 &= \frac{u \cdot I_{\text{max}} (R_{\text{т.п}} + R_{\text{п}} + R_3 + R_{\text{п}} + 0,5 \cdot R_{\text{л}})}{2 \cdot I_{\text{max}}} = \frac{6,3 \cdot 0,007 (53 + 4,5 + 300 + 17,92 + 0,5 \cdot 5)}{2 \cdot 0,007} = \\
 &= \frac{0,0441 \cdot 377,92}{0,014} = 419,04 \text{ Ом}
 \end{aligned}$$

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

4.1 Конструкція освітлювачів

Освітлювач є пристроєм, у якому одночасно відбуваються хімічні реакції, пов'язані з додаванням реагентів, а також фізичні процеси формування і осадження частинок (шламу) у воді, що проходить через нього, та фільтрація цієї води через шар шламу. Контактне середовище в освітлювачі, відоме як шламовий фільтр, формується з раніше та знову утворених частинок шламу, які підтримуються у зваженому стані завдяки потоку води, що поступає. Вода, що проходить через шламовий фільтр, очищується від грубодисперсних частинок, які були присутні у первинній воді або утворилися внаслідок хімічних реакцій в освітлювачі. Залишкова концентрація цих частинок зазвичай становить 5-10 мг/дм³, якщо дотримуються належні хімічні та гідравлічні режими [53, 54, 55, 56, 57].

При проектуванні освітлювача враховують гідравлічні процеси, що включають:

- підтримку твердих частинок у підвішеному стані завдяки вхідному потоку води;

- видалення надлишкових частинок із зони контактного середовища;

- режими руху води в контактному середовищі, а також у вхідній і вихідній частинах освітлювача.

Реалізація хімічних і гідродинамічних режимів у процесах осадження при обробці води коагулянтами, гашеним вапном, содою, магнезитом використовуються спеціальні апарати-освітлювачі.

Схема коагуляційної установки з освітлювачем для коагуляції наведена на рис. 4.1

В освітлювачі відбувається змішування води з реагентами, утворення шламу і його відділення від води, тобто процес освітлення. Вода з освітлювача надходить у бак коагульованої води (БКВ), а осад відправляється в бак шламових вод, звідки перекачується на шламовідвал або до установки зневоднення шламу. Від БКВ насоси подають воду на освітлювальні

(механічні) фільтри, де відбувається її остаточне очищення від невеликих кількостей зважених речовин ($5-10 \text{ мг/дм}^3$), що залишилися після освітлювача. З механічних фільтрів затримана суспензія видаляється під час наступного промивання зворотним потоком води. Промивні води збираються в спеціальний бак і протягом доби рівномірно перекачуються насосом назад у освітлювач.

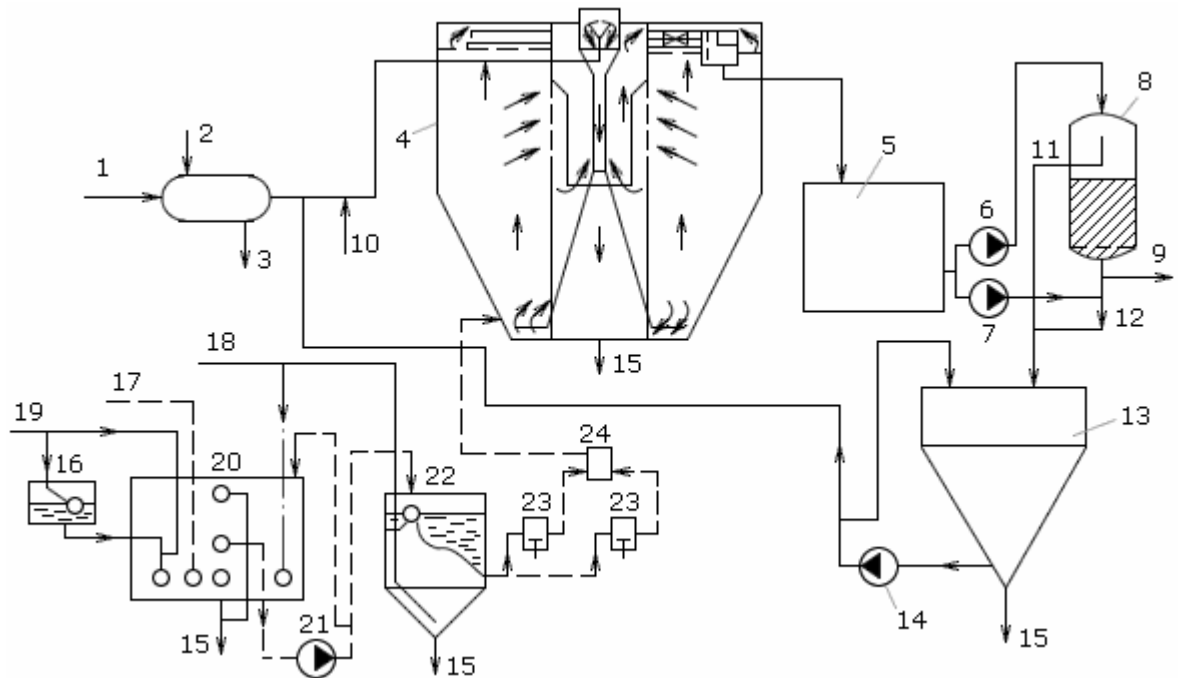


Рисунок 4.1 – Коагуляційна установки:

1-вхідна вода; 2-гріючий пар; 3-конденсат; 4-освітлювач; 5-бак коагульованої води; 6-насос коагульованої води; 7-насос розпушення промивання освітлювальних фільтрів; 8-освітлювальний фільтр; 9-освітлена вода; 10-ввід реагенту (лугу) для створення необхідного значення рН; 11-скидання розпушувальної води; 12-скидання першого фільтрату; 13-бак збору вод розпушування; 14-насос перекачування води розпушування в освітлювач; 15-продування (дренаж); 16-бачок постійного рівня; 17-19 - технічна вода; 20-осередок мокрому зберігання коагулянту; 21-насос розчину коагулянту; 22-видатковий бак (мірник) коагулянту; 23-насос-дозатор коагулянту; 24-повітряний ковпак.

Ці заходи не лише сприяють економії води, тепла та реагентів, але й дозволяють за наявності маломутних вихідних вод підвищити інтенсивність

утворення пластівців завдяки позитивному впливу суспензії в зворотних промивних водах.

Наразі на різних водопідготовчих установках використовуються освітлювачі двох типів: освітлювачі, призначені для процесів коагуляції, і освітлювачі, в яких проводиться вапнування або поєднання вапнування з коагуляцією. Хоча ці два типи освітлювачів не мають принципових конструктивних відмінностей, швидкості руху води в різних зонах відрізняються. Це пов'язано з характеристиками шлам, що утворюється: при коагуляції шлам легший, тому швидкість підйому води має бути нижчою, ніж при вапнуванні. Важливо, щоб швидкість руху води в освітлювачі не перевищувала швидкість осідання частинок, щоб запобігти їх виносу з освітлювача. Освітлювачі для вапнування типу ОТІ можуть використовуватися для коагуляції з сірчанокислим алюмінієм, але з урахуванням вищесказаного розрахунку продуктивність таких освітлювачів зменшується до 0.7 від номінальної для вапнування.

Схема освітлювача для коагуляції наведена на рис. 4.2

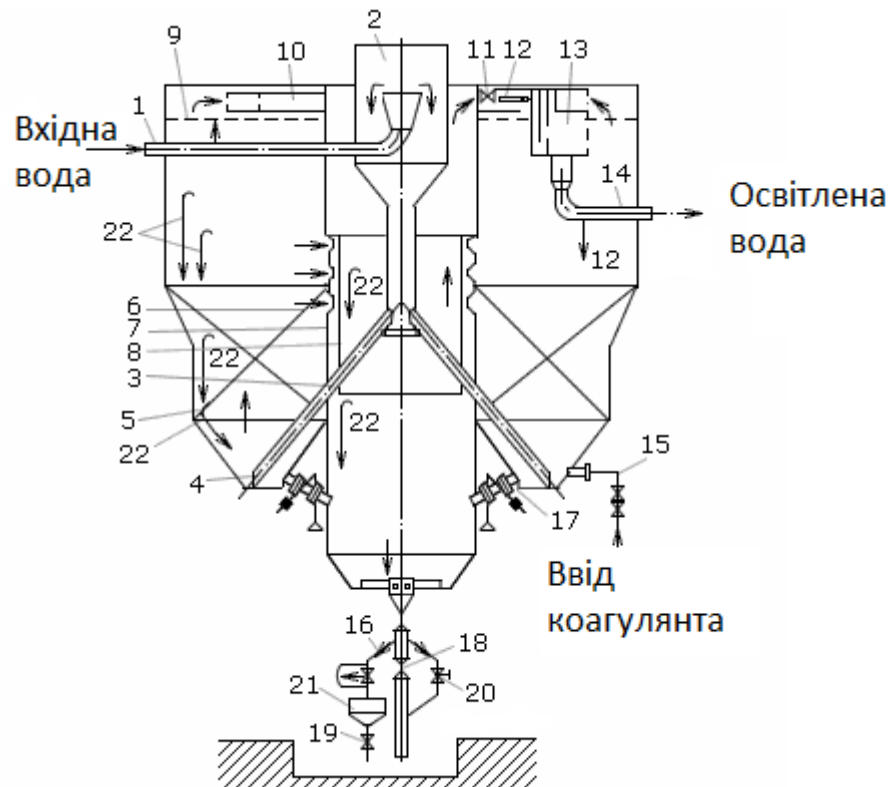


Рисунок 4.2 Схема освітлювача для коагуляції:

1-вхід води; 2-повітрявідділювач ; 3-розподільні труби; 4-сопла; 5-вертикаль-ні перфоровані перегородки; 6-шламоприймні вікна; 7-шламоуловлювачі; 8-стакан; 9-верхня розподільна решітка; 10-жолоб збірний кільцевий; 11-засувка відсічення; 12-трубопровід відсічення; 13-розподільний пристрій з заспокійливою перегородкою; 14-вихід обробленої води; 15-введення коагулянту; 16-лінія безперервної продувки; 17-лінія періодичної продувки; 18-засувка спорожнення освітлювача; 19-дренажна засувка; 20-кран з сервоприводом; 21-воронка; 22-пробовідбірні точки.

Сумарна продуктивність освітлювачів, баків і насосів освітленої води повинна вибиратися з запасом 10% розрахункової продуктивності ПУ. Робота освітлювачів типу ОТІ для вапнування на додаток до вимоги стабілізації температури оброблюваної води в межах $+1^{\circ}\text{C}$ передбачає виконання наступних умов: обмеження вмісту завислих речовин у вихідній воді в паводок до 800 мг/дм^3 , в інший час року до 200мг/дм^3 при загальній кількості утворення осаду до 1500мг/дм^3 ; підтримання масового відношення α_m , що являє собою зміст в шламі сполук магнію в перерахунку на $\text{Mg}(\text{OH})_2$ до змісту сполук кальцію в перерахунку на CaCO_3 , в межах 8-15% масова кількість в шламі $\text{Mg}(\text{OH})_2$ розраховується як $29 \cdot (\text{CMg}^{\text{поч}} - \text{CMg}^{\text{кін}})$, а CaCO_3 -як $50 \cdot (2 \cdot \text{Щ}_0^{\text{поч}} + \text{CCO}_2^{\text{кін}})$, при підстановці відповідних концентрацій в еквівалентних одиницях.

Звідси

$$\alpha_m = \frac{29 \cdot (\text{CMg}^{\text{поч}} - \text{CMg}^{\text{кін}})}{50 \cdot (2\text{Щ}_0^{\text{поч}} + \text{CCO}_2^{\text{кін}})} \cdot 100 = \frac{058 \cdot \Delta \text{Mg}}{2\text{Щ}_0^{\text{поч}} + \text{CCO}_2^{\text{кін}}}$$

де DC_{Mg} -кількість іонів, що в осаді Mg^{2+} складає в мг-екв/дм³,

$$\Delta \text{Mg} = \alpha_m \frac{2\text{Щ}_0^{\text{поч}} + \text{CCO}_2^{\text{кін}}}{58}$$

Співвідношення дозволяє розрахувати $\text{Ж}_{\text{Mg}}^{\text{кін}}$, а по обчисленому значенню $\text{Ж}^{\text{кін}}$ визначити значення $\text{ЖCa}^{\text{кін}}$. Використовуючи дані і результати розрахунку, приймаючи значення $\alpha_m=10\%$, отримуємо

$$\Delta \text{Mg} = 10 \frac{2 \cdot 3.0 + 0.16}{58} = 1.06$$

Отже, з урахуванням того, що у вихідній воді:

$J_{Mg} = J_o - J_{Ca} = 3.8 - 3.0 = 0.8$ мг-екв/дм³, режим вапнування необхідно вести з повним осадженням магнею, при цьому:

$$J_{Ca}^{кін} = J^{кін} = 1.8 \text{ мг-екв/дм}^3$$

4.2 Насоси-дозатори реагентів

Одним з основних елементів, що використовуються при експлуатації освітлювачів, є насос-дозатор реагентів. Насос-дозатор серії НД являє собою електронасосний одноплунжерний агрегат, призначений для об'ємного напірного дозування нейтральних і агресивних рідин, емульсій і суспензій з характеристиками, наведеними в умовному позначенні насоса. Умовно позначення агрегату містить: НД-тип агрегату з регулюванням подачі вручну при залишеному агрегаті; 2.5-категорія точності дозування; параметри номінального режиму агрегату, записані у вигляді дробу, у чисельнику якого - подача, дм³/год, а в знаменнику - граничний тиск, кгс/см² (наприклад, 2500/10); К або Д-матеріал основних деталей проточної частини: К-сталь 12Х18Н9Т, Д-сталь 20Х13; 1-без сорочки обігріву або охолодження; 4-з підведенням охолоджуючої, промивної або затворної рідини до ущільнювального вузлу проточної частини; А (В)- ступінь вибухозахищеності електрообладнання: А-з електродвигуном в загальнопромисловому виконанні або В-з електродвигуном у вибухозахищеному виконанні.

Вибираємо НД 2.5 2500/10К 14А електронасосний одноплунжерний агрегат з регулюванням подачі вручну при зупиненому агрегаті, категорії точності дозування 2.5% з подачею 2500 дм³/год і граничному тиску 1МПа, з проточною частиною із сталі 12Х18Н9Т, без сорочки обігріву або охолодження, з підведенням охолоджуючої рідини до ущільнювального вузлу, з електродвигуном в загальнопромисловому виконанні: НД 2.5 2500/10К 14А. Насоси серії НД дозволяють регулювати витрату дозуючої рідини (подачі) вручну при зупиненому електродвигуні зміною довжини ходу плунжера (рис.4.3). технічна характеристика насоса-дозатора приведена в табл. 2.1.

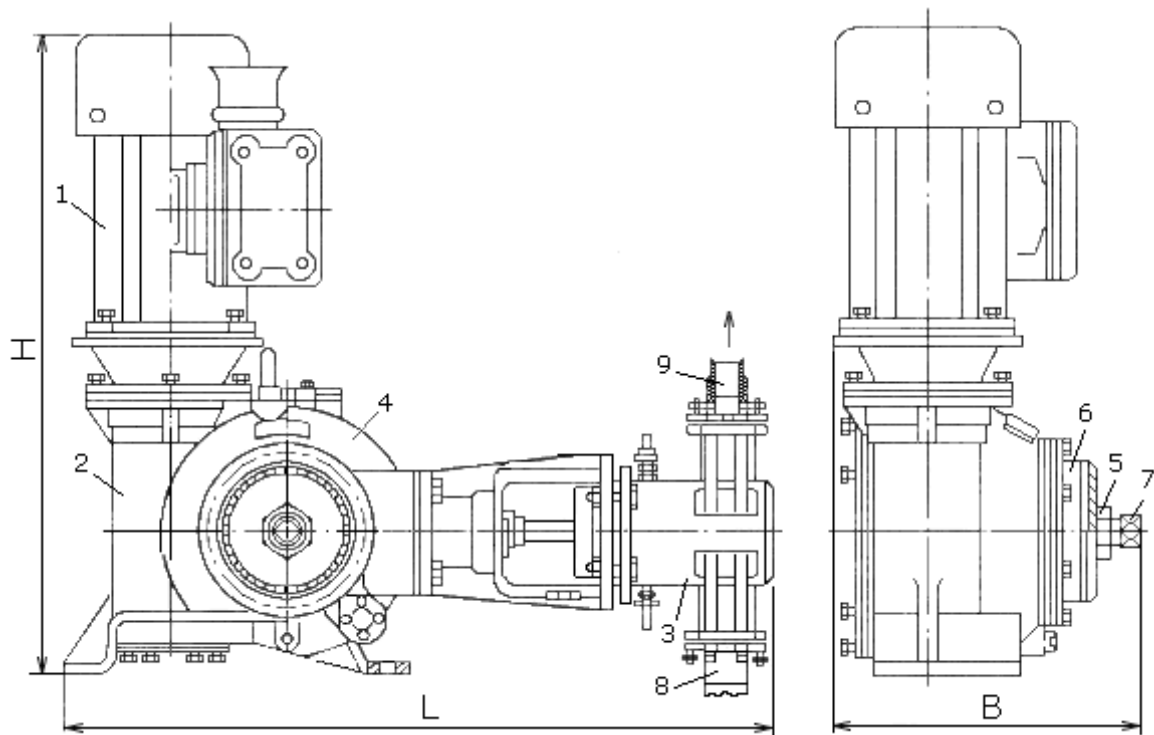


Рисунок 4.3-Схема насоса-дозатора

1-електродвигун; 2-редуктор; 3-гідроциліндр; 4-вказівник довжини ходу плунжера; 5-гайка; 6-регулювальне кільце; 7-хвостовик вала; 8-вхід розчину; 9-вихід розчину

На водопідготовчих установках зазвичай використовують насоси-дозатори, що забезпечують тиск 10-16 кгс/см².

У конструкції насосів-дозаторів відсутній запобіжний клапан, його роль виконує контактний манометр, що дає імпульс на відключення електродвигуна при перевищенні заданого тиску. необхідна подача насоса-дозатора, дм³/год, розраховується за рівнянням:

$$Q_H = 10^3 \cdot Q_B \cdot D / C, \text{ де}$$

Q_B -максимальна подача вихідної води в освітлювач, м³/год; D -максимальна доза реагенту; C -міцність (концентрація) суспензії або розчину реагенту. Значення D і C повинні бути дані в однакових одиницях концентрації.

Рекомендовані значення C для реагентів, застосовуваних на передочистки, вказані в табл.4.1

Таблиця 4.1 Характеристика насосного агрегата серії НД 2.5 2500/10К
14А

Показник	Параметри номінального режиму насосного агрегата 2500/10
Подача в номінальному режимі, $\text{дм}^3/\text{год}$	2500
Граничний тиск, МПа	1.0
Число двійних ходів плунжера, хід/хв.	100
Діаметр плунжера, мм	100
Діапазон регулювання, $\text{дм}^3/\text{год}$	
Мінімальний	600
Максимальний	2500
Хід плунжера, мм	60
Умовний прохід приєднаних патрубків, мм	40
Потужність електродвигуна, кВт	3.0
Вага з електродвигуном (А), кг	250

Таблиця 4.2 Значення робочих концентрацій реагентів для попередньої очистки

Реагент	Концентрація розчину або суспензії	
	$\text{мг-екв}/\text{дм}^3$	% по безводному продукту (приблизно)
Вапняне молоко	200-2000	0.6-6 по СаО
Сірчаноокисле залізо	200-2000	1.5-15
Сірчаноокислий алюміній	250-2500	1.3-13
Поліакриламід	10000	1

Таблиця 4.3- Приблизна зміна якості води і сезонних доз реагентів на передочистці.

Показник	Зима	Весна (паводковий період)	Літо
Жорсткість загальна, мг-екв/дм ³	7.8	2.0	4.5
Концентрація натрія, мг/дм ³	12	5	8
Лужність загальна, мг-екв/дм ³	4.8	1.8	3.2
Концентрація сульфатів, мг/дм ³	110	70	95
Концентрація хлоридів, мг/дм ³	13	6	10
Вміст кремнію, мг/дм ³	12	4	5
Окислювальність, мг О ₂ /дм ³	4	25	5
Вміст заліза, мг/дм ³	0.6	0.8	0.4
Вміст солей, мг/дм ³	500	280	380
Доза коагулянта, мг-екв/дм ³	0.2 - 0.5	1.0	0.2-0.8
Доза вапна, мг-екв/дм ³	7.0	3.0	5.0

Для забезпечення надійної роботи насосів-дозаторів і необхідної точності дозування необхідно дотримуватися безперебійності подачі, забезпечувати сталість концентрації дозованих рідин і проводити регулярну промивку насосів-дозаторів освітленою водою протягом 5 -7 хв.

Насоси-дозатори серії НДЕ характеризуються автоматичним регулюванням подачі, інші позначення аналогічні зазначеним для насосів серії НД. Автоматичне управління дозуванням реагентів в освітлювач здійснюється насосами-дозаторами з різними системами управління ними по витраті оброблюваної води в межах навантаження освітлювачів від 50 до 100%. Для підвищення точності в схему дозування вапна по витраті оброблюваної води вводиться коригуючий сигнал рН.

При сезонних змінах якості поверхневої води (табл. 4.3) регулювання дози реагентів, що подаються в освітлювач, крім зміни ходу плунжера насоса-

дозатора може реалізуватися зміною концентрації дозуючого реагенту у видаткових баках (змішувачах). Поєднання трьох можливих видів регулювання дози реагентів одночасно дозволяє змінювати її в дуже широких межах. 4.3 Експлуатація установок з освітлювачами.

При експлуатації освітлювачів здійснюється два види контролю: технологічний і хімічний, що проводяться за заданим графіком. Їх результати порівнюються з даними режимних карт і при відхиленні контрольованих показників від рекомендованих величин оперативний персонал повинен відновити оптимальний режим роботи освітлювачів.

Для контролю дозування реагентів, контролю якості та кількості шламу в різних елементах і зонах освітлювача, контролю якості освітленої води на виході шламоуцільнювача і освітлювача останні обладнуються пробовідбірними точками, місце розташування яких показано на рис. 4.4

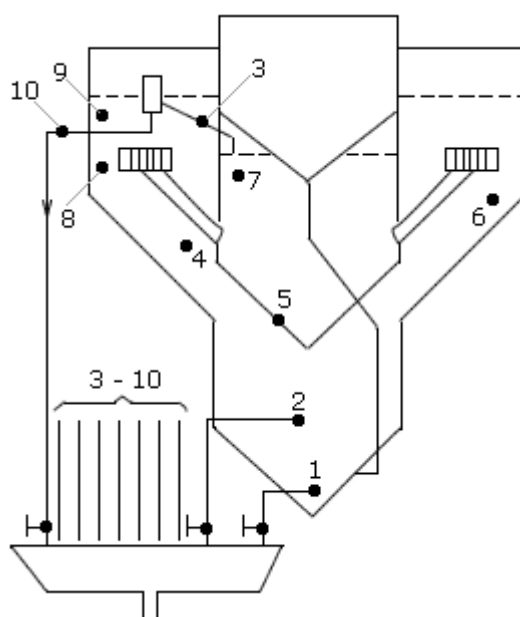


Рисунок 4.4- Схема розташування пробовідбірних точок на освітлювачі:
1-10-номери точок

Пробовідбірна точка 1 призначена для відбору проби з грязьовика; 2-із зони реакції; 3-з трубопроводу відсічення; 4-з середини конічної частини освітлювача; 5-з шламоуцільнювача, нижня; 6-з циліндричної частини освітлювача, нижня; 7-з шламоуцільнювача, верхня; 8-з корпусу освітлювача

на рівні шламоприймальних вікон; 9-із зони освітлення; 10-з трубопроводу освітленої води.

При роботі освітлювача кожні 2 год відбираються проби з усіх пробовідбірних точок для візуального контролю за якістю шламу і хімічного контролю процесу та якості освітленої води.

На установках з освітлювачами оперативний технологічний контроль передбачає:

- приготування робочих розчинів вапняного молока, коагулянту, ПАА і при необхідності лугу;
- підтримка постійної температури оброблюваної води 30- 40°C з коливаннями не більше +1°C;
- підтримання режиму можливої зміни навантаження. Різке збільшення витрати води призводить до виносу шламу. При збільшенні навантаження витрата води слід збільшувати плавно, без стрибків більш ніж на 10% протягом 10-15 хв. Зниження навантаження допускається робити швидко;
- підтримання нормального рівня в баках освітленої води;
- суворе підтримання встановлених дозувань вводяться в освітлювач реагентів;
- підтримку продувного режиму здійснюється за допомогою безперервної та періодичної продувки і зміною "відсічення" води на шламоущільнювач;
- підтримку верхньої межі шламового фільтра на рівні шламоприймальних вікон;
- підтримка необхідної характеристики шламу. Шлам повинен володіти сирковою структурою і бути однорідним з осіданням всієї маси одночасно при контролі його якості в пробі;
- при візуальному контролі за якістю шламу відбір проб води зі шламом в циліндр діаметром 40 - 60 мм висотою 250-350мм. Після певного часу відстою заміряється висота стовпа шламу;
- регулювання висоти шламового фільтра проводиться автоматично із застосуванням сигналізатора рівня шламу або вручну зміною "відсічення" на шламоущільнювач і його безперервної продувкою.

При перевищенні меж шламового фільтра збільшується безперервна продувка, "відсічення" при цьому відкрита повністю. При зниженні верхньої межі шламового фільтра безперервна продувка зменшується, "відсічення" відновлюється. Зміна безперервної продувки проводиться плавно: не більше ніж на 10% за 10-15 хв. При навантаженні освітлювача нижче номінальної рівень шламового фільтра може опуститися нижче рівня шламоприймальних вікон, що визначається по відсутності шламу у воді відповідної пробовідбірної точки. У цьому випадку повністю закривається безперервна продувка до появи шламу на рівні шлакоприймальних вікон.

Обсяг хімічного контролю залежить від типу освітлювача, періодичність контролю за різними показниками якості води ($J_{\text{о}}$, $\text{Щ}_{\text{о}}$, $\text{Щ}_{\text{ФФ}}$, ОК, $\text{C}_{\text{ГДП}}$ та ін) коливається від 2 до 24 год. Усі записи аналізів і спостережень за роботою освітлювачів заносяться в "Добову відомість роботи освітлювачів". На підставі результатів хімічного аналізу проб встановлюється і коригується оптимальний режим роботи освітлювачів.

4.4 Методика досліджень

1. Відбирають вихідну воду в ємність з поліетилену, нержавіючої сталі або іншого матеріалу, що не забруднює воду кремнієвої кислотою, залізом або іншими домішками. Бажано відразу відібрати стільки води, скільки її знадобиться на один день роботи.

2. Досліди проводять у скляних циліндрах ємністю 0,5-1,0 л. Визначаючи умови видалення нереакційноспроможної кремнієвої кислоти, використовують судини з поліетилену або оргскла тієї ж ємності. Реагенти дозують у вигляді розчинів, відмірюючи їх розрахункові кількості піпетками.

3. Спочатку визначають оптимальну дозу коагулянту (1-я серія дослідів), створюючи при недостатньому резерві лужності приблизно однакову величину рН шляхом введення розчину лугу до однакової залишкової лужності води 0,5 мг-екв / л при різних дозах коагулянту. Потім визначають оптимальне значення рН-середовища (2-я серія дослідів), вводячи всюди оптимальну дозу коагулянту. Далі при оптимальній дозі коагулянту і значенні рН визначають

дозу флокулянта (3-я серія дослідів), потім дозу хлору (4-я серія дослідів). У 1-й і 2-й серіях дослідів не запроваджують ні флокулянт, ні хлор; 3-ю і 4-ю серії дослідів проводять при необхідності інтенсифікувати процес утворення пластівців або видалення домішок з води. Усі досліди проводять при однаковій температурі і однакових умовах перемішування і фільтрування. Температура може бути кімнатної, якщо вона дорівнює 25-30 °, в іншому випадку досліди проводяться при термостатуванні посудини зоброблюваної водою, підігрітою до строго певної температури, відповідної розрахунковому її значенню для промислової установки. При необхідності проводиться додатково серія дослідів з уточнення значення оптимальної температури води (інші умови - оптимальні, визначені в дослідах серій 1-4).

4. Послідовність введення реагентів (вводяться тільки ті реагенти, які намічені для кожної конкретної серії дослідів) приймається такою: кислота, хлорне вапно (або хлорне вода), луг; після введення кожного реагенту перемішують рідину протягом 30 с, останнім вводять коагулянт. Після введення всіх використовуваних в даному досвіді реагентів воду і реагенти перемішують протягом 5 хв, спочатку зі швидкістю 3-4 об / с протягом 3 хв, а потім протягом 2 хв зі швидкістю 1-2 об / с так, щоб не дати осідати пластівцям.

У дослідах з флокулянтом його вводять після 3 хв перемішування води з рештою реагентами і потім перемішують ще 2 хв з флокулянтом. Після закінчення перемішування суспензії дають осісти, воду фільтрують через складчастий фільтр і аналізують.

Оптимальною дозою реагенту в кожній серії дослідів визнається та мінімальна доза його, при якій отримані досить хороші показники якості коагульованої води.

Таблиця 4.4 -Склад дослідів 1-й серії

Номер циліндра	1	2	3	4	5	6
D_x мг-екв / л	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4

Таблиця 4.5- Склад дослідів 2-й серії

Номер циліндра	1	2	3	4	5	6	7
Зразкове значення рН коагульованої води	5,4	5,8	6,2	6,6	7,0	7,5	7,8

Доза коагулянту у всіх дослідах оптимальна, визначена за результатами дослідів 1-ї серії. Доза луку (або кислоти) експериментально підбирається така, щоб забезпечувалися задані значення рН.

Таблиця 4.6 -Склад дослідів 3-й серії

Номер циліндра	1	2	3	4	5	6
Доза флокулянта, мг / л полімеру	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0

Доза коагулянту і значення рН у всіх дослідах оптимальні, за даними дослідів 1-й і 2-й серії.

Таблиця 4.7- Склад дослідів 4-й серії

Номер циліндра	1	2	3	4
Доза активного хлору, мг / л	5	10	15	20

Доза коагулянту і значення рН у всіх дослідах, як і для дослідів 3-й серії.

4.5 Результати досліджень

Розрахунок продуктивності освітлювача для коагуляції води

1. Продуктивність освітлювача за умови достатнього освітлення води

$$Q = 3,6 F_{\text{кс}} v_o \text{ м}^3 / \text{год},$$

де $F_{\text{кс}}$ - площа поперечного перерізу зони контактного середовища, м^2 ;

$F_{\text{кс}} = F_{\text{ос}} - F_{\text{ш}} \text{ м}^2$, $F_{\text{ос}}$ і $F_{\text{ш}}$ - відповідно площі поперечних перерізів освітлювача і

шламоушільнювача, м^2 ; v_o - розрахункова швидкість висхідного руху води на виході із зони контактного середовища освітлювача, мм/с ;

$$v_o = (0,6 + 0,02t)(1 - 3,5C_o)v_{\text{ч}} \text{ м/с,}$$

де t - температура води в інтервалі $1-30^\circ\text{C}$; C_o - об'ємна концентрація шламу в зоні контактного середовища освітлювача, (repositsc.nuczu.edu.ua) мл/мл ; $v_{\text{ч}}$ - умовна швидкість вільного осадження частинок шламу, мм/с ;

$$C_o = \frac{1}{\alpha_c} \cdot \sqrt{\frac{\Pi}{(100 + 1,65 \cdot t)H_c}},$$

$$\Pi = (100 + 1,65t)C_o^2 \alpha_c^2 H_c \text{ см, де}$$

Π - прозорість води по "хресту", см ; α_c - коефіцієнт моделювання концентрації суспензії в контактній середовищі освітлювача; H_c - приведена висота зони контактного середовища освітлювача, (repositsc.nuczu.edu.ua) см .

Величина Π і залишкова каламутність води на виході з освітлювача M_o знаходяться в такій наближеною залежності:

$$M_o = 880 : \Pi \text{ мг/л.}$$

Для розрахунку рекомендується приймати $\Pi = 300 \text{ см}$; в найменш сприятливі короткочасні періоди року мінімально допустиме значення $\Pi = 150 \text{ см}$.

Таблиця 4.8 -Значення α_c рекомендується приймати залежно від діаметра освітлювача:

$D_{\text{м}}$	4	6	8	10	12	14	16
α_c	1,0	0,93	0,88	0,85	0,82	0,8	0,78

$$H_c = H_1 + H_2 \frac{F_2}{F_1} + \dots + H_n \frac{F_n}{F_1} \text{ см}$$

H_1 - висота контактної середовища у верхній її зоні, що має площу (м^2) поперечного перерізу F_1 , см. H і F з іншими індексами - висота (см) і площа (м^2) поперечного перерізу в інших зонах контактної середовища (при конічній формі-середня площа).

При визначенні H_c верхня межа зони контактної середовища може бути прийнята в рівні верхньої кромки верхнього шламоприємного вікна, а також враховується, що внизу освітлювача над водяними соплами 0,5-0,7 м за висотою займає зона змішання води і реагентів.

Перевірка розрахунку продуктивності освітлювача проводиться в наступному порядку: по аналізах вихідної води визначається початковий зміст суспензії (M мг/л) для характерних періодів року; за даними дослідної обробки або орієнтовно розрахунковим шляхом, визначається величина D_k мг-екв / л; обчислюються значення α_k для основних періодів року і по них, визначаються значення $v_{\text{ч}}$; визначаються величини $F_{\text{кв}}$ і H_c за кресленнями освітлювача; обчислюється величина C_o . Необхідна для дотримання бажаного значення Π ; обчислюється величина v_o , і по ній Q .

2. Допустиме значення мутності води за умовами відводу шламу в шламоуцілювач.

Кількість що утворюється при коагуляції води шламу - осаду наближено визначається як:

$$K_u = M + 26 D_k \text{ мг/л.}$$

Кількість шламу, яке може бути відведено в шламоуцілювачі:

$$K'_u = 10(B + q_{\text{пр}}) \gamma_o C_o \text{ мг/л, де}$$

M - початковий зміст суспензії, мг/л; D_k - доза коагулянту, мг-екв/л; B - площа поперечного перерізу зони освітлення шламоушільнювача, % площа поперечного перерізу зони контактного середовища освітлювача (визначається за кресленнями освітлювача); q_{np} - продування шламоушільнювача, % продуктивності освітлювача; γ_0 - умовний об'єм ваги часток шламу, мг/мл).

Потрібно, щоб K_u було не більше K'_u . Визначивши K_u , обчислюють допустиме максимальне значення величини вмісту суспензії у вихідній воді. Обчислене допустиме значення вмісту суспензії у вихідній воді $M_{\max}$ має бути не менше фактичного її значення, визначеного з аналізу. У тому випадку, якщо ця умова не дотримується, буде потрібно збільшити продувку освітлювача. Таке збільшення можливе, якщо розмір продувки не перевищить економічно прийнятних меж (зазвичай до 3%). В іншому випадку буде потрібно застосувати дозування ПАА або зменшити розрахункову продуктивність освітлювача так, щоб знижена швидкість висхідного руху води забезпечувала потрібне значення C_o .

Порядок визначення зменшеної величини Q :

а) необхідне значення C'_o $C'_o = \frac{K'_u}{10(B + q_{np})\gamma_0}$;

б) допустима величина v'_o $v'_o = (0,6 + 0,02t)(1 + 3,5C'_o)v_{\text{ч}}$ мм/с;

в) допустима величина Q' $Q' : Q' = 3,6F_{\text{кк}}v'_o \text{ м}^3$

3. Розрахунковий розмір продувки освітлювача

Розрахунковий розмір продувки освітлювача при навантаженні Q , $\text{м}^3/\text{год}$

$$q_{np} = \frac{K_u}{1000\gamma_1} Q \text{ м}^3/\text{год}, \text{ або}$$

$$q_{np} = \frac{K_u}{10\gamma_1} \%$$

Від Q , γ_1 - ваговий вміст твердої фази в ущільненому осаді, г/мл.

$$\gamma_1 = \frac{ap_1 \tau}{2,3 \lg \left(\frac{1 + ap_1 \tau}{\gamma_0} \right)} \text{ г/мл,} \quad \text{де}$$

$$p_1 = 0,6 \frac{K_u Q}{10 F_{\text{ш}}} \text{ г/см}^2,$$

α -коефіцієнт ущільнення осаду, см^{-1} (Значення α залежно від α_x приймаються за табл.5); τ - час накопичення осаду, ч

$$\tau \cong \frac{W_{\text{ушл}}}{q_{\text{пр}}};$$

$F_{\text{ш}}$ - площа перерізу шламоущільнювача в зоні ущільнення осаду, м^2 ;

K_u - кількість виділяється при коагуляції води осаду, г/л;

$W_{\text{ушл}}$ - обсяг зони ущільнення в шламоущільнювачі, м^3 (Приймається за кресленнями освітлювача). Зона ущільнення - обсяг шламоущільнювача, розташована на 0,5-0,75 м нижче низу примикання шламовідвідних труб до шламоущільнювача або низу внутрішньої склянки шламоущільнювача.

Величина γ_1 визначається шляхом підбору. По заданому значенню $q_{\text{пр}}$ визначається τ , А за величиною τ визначається γ_1 . Далі за отриманим значенням γ_1 визначається $q_{\text{пр}}$. При розбіжності отриманого значення з спочатку прийнятим розрахунок повторюється.

Фактичне значення γ_1 найчастіше істотно менше, а $q_{\text{пр}}$ більше розрахункового. Зазвичай фактична величина $q_{\text{пр}}$ становить 2, іноді 3%.

4.6 Визначення фізичних властивостей

Для визначень використовують мірний циліндр ємністю 250 мл. На циліндр наклеюють шкалу з міліметрового паперу висотою 300 мм. Нульовий розподіл розміщують на рівні внутрішньої поверхні дна циліндра. Ділення нумерують через 10 мм в напрямку знизу вгору. Перед відбором проби продувають пробовідбірні лінію, встановлюють витрату 300-400 мл / хв і через 10 хв відбирають пробу.

1. Визначення вагової концентрації суспензії в контактній середовищі (C_s) і в продувочній воді (γ_1).

Проби рідини із зони контактного середовища (W_1 мл) і продувочної води шламоушільнювача (W_2 мл) відбирають у кількості 100-200 мл. Об'єм проби повинен бути точно виміряний. Фільтрують проби через заздалегідь зважені паперові фільтри. Фільтри з осадом доводять до постійної ваги і зважують. Вага опадів (без ваги фільтрів) позначають відповідно P_1 і P_2 , М.

Вагова концентрація суспензії:

а) в контактному середовищі $C_s = \frac{10^3 P_1}{W_1} \text{ г/л};$

б) у продувочній воді $\gamma_1 = \frac{10^3 P_1}{W_2} \text{ г/л}.$

2. Визначення об'ємної концентрації і умовної швидкості вільного осадження частинок шламу

Відбирають в циліндр пробу рідини із зони контактного середовища, відзначають початкову висоту шару шламу (H_0 мм) і далі спостерігають за його осадженням; протягом перших 10 хв відліки роблять через кожну хвилину, далі через 5-10 хв і потім записують кінцеву висоту шару осаду через 60 хв (τ_k) Від початку спостережень (H_k мм). Температура рідини під час досвіду повинна бути постійною і рівною температурі води в освітлювачі.

Будують графік (рис. 4.5) зміни висоти шару осаду в часі і відзначають на прямолінійній ділянці графіка дві точки з координатами H_1 і τ_1 на початку кривої осадження та H_2 і τ_2 в кінці прямолінійної ділянки.

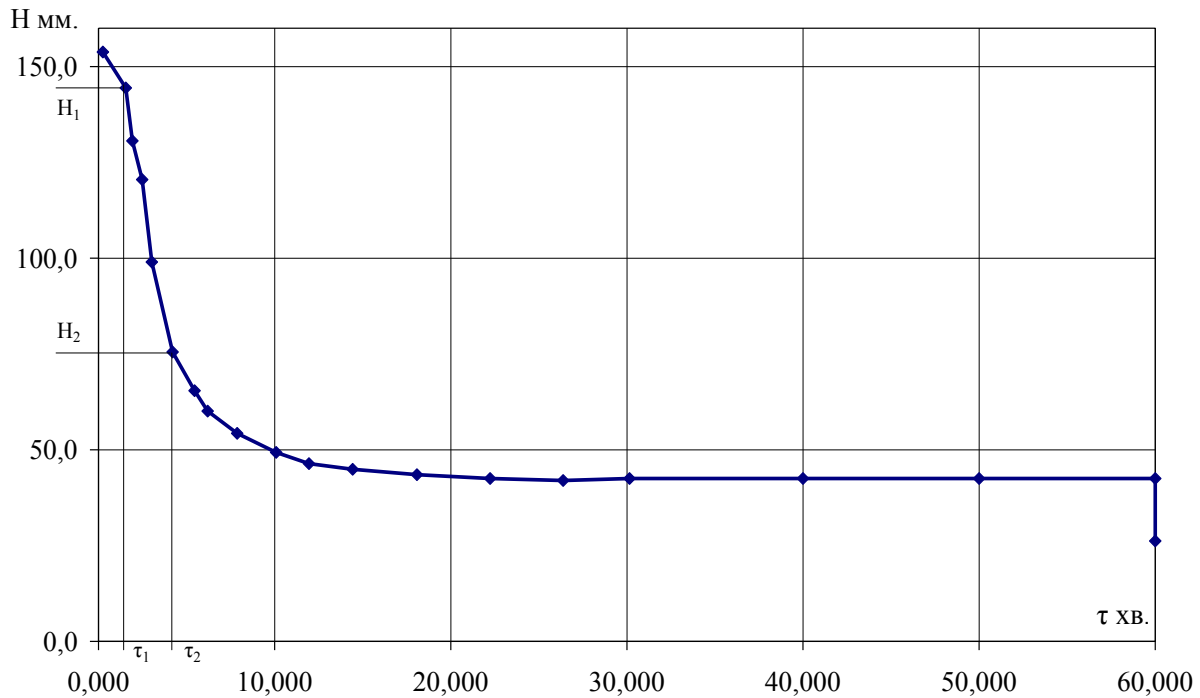


Рисунок 4.5-Графік зміни висоти шару осаду в часі при відстоюванні
Обчислюють:

а) швидкість стиснутого осадження частинок шламу:

$$v_1 = \frac{H_1 - H_2}{\tau_2 - \tau_1} \text{ мм/с};$$

б) об'ємну концентрацію шламу

$$C_o = \frac{W_k}{W_o} = \frac{H_k}{H_o} \text{ мл/мл, де}$$

W_o і W_k - відповідно початковий і кінцевий обсяг осаду в циліндрі, мл.

Наближену величину умовної швидкості вільного осадження обчислюють

за рівнянням $v'_q = \frac{v_1}{1 - 3,5C_o} \text{ мм/с.}$

Значення v'_q відноситься до тієї температури, за якої проведено спостереження (в інтервалі $t = 1 \div 30^\circ\text{C}$).

Перерахунок до значень v_q при температурі 20°C , для яких вказується залежність від α_k , проводиться за рівнянням $v_q = \frac{v'_q}{0,6 + 0,02t} \text{ мм/с, де } t -$ температура води, при якій виконано спостереження за осадженням частинок шламу в циліндрі.

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Програмне забезпечення регуляторів рівня в ПГ

Підвищення продуктивності праці розробників нових виробів, скорочення термінів проектування та покращення якості проектів є одними з найважливіших завдань, розв'язання яких впливає на швидкість науково-технічного прогресу суспільства.

Програмне забезпечення для регулювання рівня в парогенераторах (ПГ) та продуктивності паротурбінних установок (ПТН) розроблено мовою символічного кодування «Автокод КВ-2» для мікроЕОМ «Електроніка С5-2200».

Програми постачаються на гнучких магнітних носіях як завантажувальні модулі. Це програмне забезпечення створено на основі системи корекції програмного забезпечення та розміщене в стійці УВК И231. Регулювання рівня в ПГ і продуктивності ПТН здійснюється шляхом виконання послідовності програм, описаних у додатку 1.

5.2 Опис блок-схеми програми РППГО

Програма РППГО здійснює спільні розрахунки для РПО (Розрахункова програма об'єкта) та РППО (Розрахункова програма покращення об'єкта), а також забезпечує підготовку додаткової інформації для інших програм. Вхідні дані для програми РППГО надаються в додатку 2, внутрішньопрограмні змінні надаються в Додатку, а вихідна інформація надається в додатку 3.

У розділах 1-8, 17-20, коли всі чотири РРО вимкнені, кільком змінним присвоюються початкові значення. Це забезпечує правильну роботу програми після скидання РЕС. У блоках 9, 28-31 вхідні аналогові сигнали ослаблюються за допомогою підпрограм ослаблення. У блоках 10-16, 21-27 формується похідна сигналу «RGPkd». Група блоків 32-47 була розроблена для визначення перехідних режимів, які викликають великі збурення в РРО. Факт появи будь-якого з цих режимів зберігається за допомогою змінної DIN (блок 47). Одночасно запускається лічильник TAU1 (с.33, 36, 37, 47). Через 10 хвилин

відбувається скидання змінної DIN, а також VGCNi, OGCNi ($i=1 \div 4$) і пам'яті причин формування динамічної змінної (вкладки 34, 34а, 35). Сигнал DYN використовується для відключення захисту від дисбалансу АПВ (програма FTZIRL). У блоках 39-42а швидкість зменшення витрати води через DMP визначає режими відключення DMP. У блоках 43, 44а режими передачі подачі пари в УГП від 3-го входу до ЦПГ і навпаки визначаються швидкістю зміни тиску пари перед УГП. У блоках 45 і 46а швидкість зміни тиску за SRC визначає режими «скидання і навантаження» теплового навантаження. У блоках 48÷66 контролюється справність датчиків тиску в ГПЦ, тиску за ЦРД, тиску пари перед ГТУ і температури живильної води. Датчики WGPC потроєні, а також контролюються в програмі моніторингу потрібних датчиків. Контроль здійснюється шляхом порівняння показань датчиків з технологічно можливими значеннями. Якщо показники виходять за межі дозволеної зони, буде згенерований відповідний сигнал для відображення на WASTE. При виході з ладу датчиків температури живильної води для розрахунку поправки буде використано середнє значення температури 187,5°C (стор. 57.60).

Якщо датчик тиску в COD виходить з ладу, похідну dP_{gpc} буде скинуто до нуля. Це обнулення також виконується протягом 96 с після відновлення показань датчика (див. 51-54). Значення відповідних датчиків генеруються в секціях 67,103 із затримкою в один цикл. У розділі 68÷70 корекція ALPHA знака різниці температур холодоагенту в ПГ розраховується для розрахунку витрати пари як лінійної функції температури живильної води, усередненої по двох лініях. У блоках 71-86 формується сигнал перехідних режимів при відключенні БФД-А, БФД-Б або розвантаження турбіни відповідно до сигналів технологічних захистів. У блоках 87-100 при відключенні однієї з 4 або однієї з 3 ГКС інформація про відключення ГКС передається на ППК I232. У блоках 101 і 102 при наявності перехідних режимів формується динамічний сигнал для відображення потужності і продуктивності контролерів в відеокадрі процесу.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Охорона праці

Продуктивність праці підвищується завдяки збереженню здоров'я та працездатності людини, економії живої праці шляхом підвищення рівня використання робочого часу, продовження періоду активної трудової діяльності людини, економії громадської праці шляхом підвищення якості продукції, покращення використання основних виробничих фондів, зменшення числа аварій [40, 44, 45].

Покращення умов праці та її безпека приводять до зниження виробничого травматизму, професійних захворювань, інвалідності, що зберігає здоров'я працюючих і одночасно призводить до зменшення затрат на оплату пільг та компенсацій за роботу при шкідливих умовах праці, на оплату наслідків такої роботи, на лікування, перепідготовку працівників виробництва у зв'язку з плінністю кадрів по причинах, що пов'язані з умовами праці. Тому розробка заходів із покращення умов та охорони праці повинна проводитися на кожному підприємстві.

Безпека виробничих процесів забезпечується: вибором технологічного процесу, а також прийомів, режимів роботи і порядку обслуговування виробничого обладнання; вибором виробничих приміщень та площадок; вибором вихідних матеріалів, заготовок чи напівфабрикатів, а також способів їх зберігання та транспортування (в тому числі готової продукції і відходів виробництва); вибором виробничого обладнання і його розміщення; розподілення функцій між людиною та обладнанням в цілях обмеження важкості праці.

Виробничі процеси не повинні представляти безпеки для навколишнього середовища, повинні бути пожежо- і вибухобезпечними .

В промисловості більшість технологічних процесів виключають безпосередній контакт працюючих з перероблюючими матеріалами. Забезпечення цієї вимоги безпеки досягається веденням технологічних процесів в герметично закритій

апаратурі, відділенням працівників від шкідливих речовин, капсуляцією обладнання, що виділяє в повітря робочої зони шкідливі речовини.

Усунення безпосереднього контакту працюючих із шкідливими речовинами при веденні технологічних процесів досягається також при дистанційному управлінні процесами, використання засобів механізації на стадіях загрузки, вигризки та транспортування вихідним матеріалів, проміжних продуктів та готової продукції.

Герметизація обладнання – одне із основних умов забезпечення безпеки технологічних процесів. Особливе місце вона має при переробці токсичних чи пожежо-вибухонебезпечних середовищ, такі як витік в навколишнє середовище може привести до професійного отруєння, пожежі, вибуху.

Найбільш частими причинами порушення герметичності являється нещільність в з'єднаннях деталей обладнання. Усунення чи зменшення ступені нещільності досягається використанням ущільнювачів.

Вибір тих чи інших ущільнювачів визначається потрібним ступенем герметизації і умовами експлуатації обладнання, в тому числі тиску середовища, температурним режимом, швидкостями руху та ін.

Заходи щодо зниження рівня скидання забруднюючих речовин у навколишнє середовище і вплив викидів на здоров'я людини.

Обсяг твердих відходів може бути зменшений спалюванням при відповідних очищеннях продуктів згоряння або пресуванням. Твердий залишок від спалювання і спресовані відходи, поміщені в металеві контейнери, піддаються похованню в траншеях. У місці поховання і в прилеглих до нього районах ведеться дозиметричний контроль.

Виробництво забезпечено приладами хімічного (кондуктометри, іонометри (рН, рNa)) і технологічного (датчики тиску, витрат реагентів, температури) контролю. Також ведеться хімічний контроль якості води енергооб'єктів за спрощеними методиками: візуально - органолептичні та кількісні визначення кольоровості, прозорості зважених речовин, окисляемості перманганатная, рН, вмісту кремнієвої кислоти, вмісту кисню.

Хімічний контроль скидних вод проводиться постійно рН - метром, встановленим в приймальнику скидних каналів і періодично при разовому відборі проб після заповнення половини бака.

На освітлювачах хімічний контроль проводиться один раз в 2:00 шляхом відбору проб з освітлювачів і з лінії подачі вихідної води і визначення наступних показників, які відповідають критеріям:

Проріжність не менше 90 %: рН = 5,5 ÷ 7,5; залишкова лужність (бікарбонатна) – 0,4 ÷ 1,0 мг- екв/кг.

Контроль роботи механічних фільтрів: витрата води через фільтр під час нормальної експлуатації становить 50 ÷ 70 м³/год.

Контроль витрат по приладу, встановленого на щиті ХВО, перемикання витратомірів здійснюється датчиками витрати.

Закінчення фільтроцикла визначається щодо зниження прозорості води менше 90% або по досягненню перепаду тиску більше 0,1 МПа (1,0 кгс/см²).

Замір прозорості (не менше 90%) з періодичністю 1 раз на годину. При зниженні прозорості нижче встановленого критерію фільтр виводиться на відмивання.

При винесенні фільтруючого завантаження фільтр відключається і виводиться в ремонт.

Хімічний контроль роботи Н - катіонітових фільтрів I ступеню: кислотність фільтра - в процесі роботи; концентрація регенераційної розчину - при регенерації фільтру; загальна жорсткість і рН на виході з фільтру - при відмиванні після регенерації; електропровідність фільтрату (встановлений на щиті ХВО) - індикатор зниження кислотності фільтрату.

Хімічний контроль роботи аніонітових фільтрів I ступеню: контроль концентрації регенераційної розчину - при регенерації; концентрація хлоридів в пробі - в процесі роботи (на виході не більше 3 мг / л).

Хімічний контроль роботи Н - катіонітових фільтрів II ступеню: контроль концентрації регенераційної розчину - при регенерації; концентрація Na + в пробі - в процесі роботи (не більше 100 мкг / кг).

Контроль роботи декарбонізатора:

Здійснюють періодичний контроль вмісту вуглекислоти на вході і виході. Вміст вуглекислоти в обробленій воді не більше 8 мг / кг.

Хімічний контроль роботи аніонітових фільтрів II ступеню: контроль концентрації регенераційної розчину - при регенерації; контроль питомої електропровідності і змісту кремнієвої кислоти (H_2SiO_3 - не більше 500 мкг / кг) - в процесі роботи.

Хімічний контроль за питомою електропровідністю знесоленої води після ВПУ проводиться безперервно за показаннями кондуктометри АК-310, встановленим на загальному колекторі після фільтрів II ступеню, на вході подачі знесоленої води на 5 і 3-4 блоках.

Контроль за роботою кожного фільтра проводиться ручним кондуктометрів ЛК-563.

На ФСД III ступеня ручний контроль відсутній. В автоматичному режимі безперервно вимірюється електропровідність (не більше 0,3 мксм / см), вміст Na^+ , і рН.

6.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Наявність в Україні розвинутої промисловості, надзвичайно висока її концентрація в окремих регіонах, існування великих промислових комплексів, велика частина яких потенційно небезпечні, концентрація на них агрегатів і установок великої і найбільшої потужності, розвита мережа транспортних комунікацій, а також нафто-, газо- і продуктопроводів, велике кількість енергетичних об'єктів, використання у виробництві в значних кількостях потенційно небезпечних речовин – усе це збільшує імовірність виникнення техногенних НС, що несуть у собі погрозу для людини, економіки і природного середовища.

У зв'язку з високим техногенним навантаженням на навколишніх в Україні, що перевищує цей показник у сусідніх країнах у 5 – 15 разів, сумарні ризики техногенних НС значно перевищують сумарні ризики природних НС. Майже третина всіх промислових об'єктів складають підприємства, зв'язані з виробництвом, переробкою і збереженням потенційно небезпечних сильнодіючих отруйних, вогне- і пожежнобезпечних речовин.

В умовах економічної кризи, відсутності засобів дуже повільно і несвоєчасно здійснюється чи відновлення заміна застарілих основних виробничих фондів, рівень зносу устаткування яких наближається до критичного. Усе це збільшує імовірність виникнення техногенних небезпек. Техногенні небезпеки виявляються при аваріях, катастрофах на потенційно небезпечних виробництвах, до яких відносяться радіаційно-, хімічно-, вогне-, пожежно-, гідрологічно небезпечні об'єкти (РОО, ХОО, ВПОО і ГЛОО відповідно).

У зв'язку з постійною погрозою виникнення НС техногенного характеру зростає роль з'єднань, частин і підрозділів ЦО в проведенні заходів щодо захисту населення від наслідків ЧС і проведенні рятувальних і інших невідкладних робіт.

Ускладнення задач, розв'язуваних підрозділами хімічного захисту, зміни в оснащенні їхньою технікою й озброєнням, підвищення їхніх можливостей і ролі в хімічному забезпеченні дій військ ГО, проведенні СІДР викликає необхідність постійного удосконалювання засобів і способів керування підрозділами хімічного захисту.

У сучасних умовах стан і розвиток «керування» справедливо розцінюється як один з найважливіших показників дієздатності і бойової готовності з'єднань, частин і підрозділів ЦО, рівня їх організаційної і технічної досконалості.

Потенційно можливі аварії на об'єктах з хімічно небезпечними компонентами в мирний час і навмисне їхнє руйнування у воєнний час необхідно розглядати як додаткове серйозне джерело небезпеки поразки людей і зараження техніки, озброєння і навколишнього середовища.

В умовах застосування супротивником ОМП особовий склад, озброєння і техніка, речове майно, спорядження, індивідуальні засоби захисту, спорудження і місцевість можуть бути заражені РВ, ОВ, і БС.

З метою захисту л/с, збереження боєздатності частин (підрозділів) ЦО і створення їм необхідних умов для виконання поставлених задач в обстановці

РХБ зараження організується і здійснюється спеціальна обробка військ, а також дегазація, дезактивація, дезінфекція ділянок місцевості, доріг і споруджень.

Ці задачі покладаються на підрозділи хімічного захисту військ ЦО.

У складі сил цивільної оборони основна роль приділяється військам. Вони виконують задачі по захисту населення від наслідків аварій, катастроф, стихійних лих, воєнних дій, а також проводять рятувальні й інші невідкладні роботи.

Правильне використання з'єднань (частин, підрозділів) цивільної оборони у вогнищах поразки, при ліквідації наслідків аварій на радіаційно- і хімічно небезпечних об'єктах можливо тільки при наявності достовірних даних про сформовану там радіаційній і хімічній обстановці. Такі дані командири, штаби з'єднань (частин, підрозділів) можуть одержати від підрозділів радіаційної і хімічної розвідки.

Результати радіаційної і хімічної розвідки є основою для прийняття рішень по захисту особового складу частин (підрозділів) і формувань ЦО, що приймають участь у ліквідації наслідків радіаційно і хімічно небезпечних аварій, проведенні рятувальних і інших невідкладних робіт у вогнищах поразки.

Навколо теплових електростанцій створюється санітарно-захисна зона, і зона спостереження, розміри якої встановлюються окремо. В санітарно-захисній зоні знаходяться тільки приміщення і конструкції підсобного і обслуговуючого призначення: склади, адміністративні і службові приміщення, конструкції технічного водопостачання, каналізації і т.д. В межах санітарно-захисної зони виключається проживання населення і розміщення дитячих і лікувальних закладах.

Тверді відходи, а також пульти і концентруючі розчини з очисних споруд підлягають зберіганню в спеціальних ємкостях. Передбачається також резервна територія для подальшого розширення складу. Повітря, яке видаляють з технічного обладнання і виробничих приміщень, після ефективної очистки і витримки викидається в атмосферу через вентиляційну трубу значної висоти.

Зростання масштабів господарської діяльності і кількості великих промислових комплексів, концентрація на них агрегатів і установок великої і надвеликої потужності, використання у виробництві великих кількостей потенційно небезпечних речовин збільшує вірогідність виникнення техногенних аварій.

Надзвичайні ситуації техногенного походження загрожують людині, економіці і природному середовищу або здатні створити загрозу внаслідок імовірного вибуху, пожежі, затоплення або забруднення (зараження) навколишнього середовища. Надзвичайні ситуації техногенного характеру виникають на хімічно небезпечних об'єктах, радіаційно-небезпечних об'єктах, вибухо- та пожежонебезпечних об'єктах, а також гідродинамічно-небезпечних об'єктах..

Всупереч розповсюдженій думці про те, що технічна цивілізація знизилася ризик, який пов'язаний з впливом на людину несприятливих природних процесів і явищ, аналіз емпіричного матеріалу за параметрами навколишнього середовища доказує, що сучасний світ залишається уразливим до надзвичайних ситуацій, які дестабілізують соціальні та економічні системи.

Теоретична база технологічного аналізу надзвичайних ситуацій показує, що необхідно розглядати історію розвитку взаємодії природи і суспільства та його внутрішніх суспільних відносин. Історія розвитку природи і розвитку людини невід'ємно пов'язані між собою (людина своєю плоттю та кров'ю належить природі, знаходиться в її середині і залежить від неї і законів її розвитку) і обумовлюють один одного, але при цьому одночасно постійно виникають протиріччя.

Виходячи з означеної методологічної передумови можна виділити дві групи протиріч: між природою і суспільством та всередині суспільства (соціальні). лідок використання не екологічних (матеріало- і енергоємних, «багатовідхідних») технологій. Іншу сукупність протиріч створює система «технологія-суспільство», в межах якої відбувається зворотній вплив засобів виробництва на суспільство.

Вплив техніки і технології на суспільство здійснюється безпосередньо через природне середовище. В цьому проявляється його «посередницька» функція як з'єднуючого ланцюга між природою і суспільством.

Прямий і безпосередній вплив техніки і технології на суспільство являє собою форму зворотного зв'язку в системі «суспільство-техніка-природа». Порушення нормальних умов життєдіяльності людей на об'єкті або території, які викликані аварією, катастрофою, стихійним лихом, епідемією, епіфіотією, великими пожежами, застосуванням засобів ураження, що привели або можуть привести до людських втрат і матеріальних збитків називають надзвичайною ситуацією.

Розглядаючи надзвичайні ситуації як наслідок загострення розглянутих вище протиріч можна виділити за місцем походження такі надзвичайні ситуації: природні, техногенні, екологічні, антропогенні, соціально-політичні та соціально-психологічні. Важливою характеристикою виникнення надзвичайних ситуацій є швидкість їх формування (розвитку). За часом, який проходить безпосередньо від виникнення надзвичайної ситуації до її кульмінаційної вершини, всі ситуації можна розділити на два типи — «вибухові» і «плавні».

В надзвичайних ситуаціях першого типу час визначається не годинами, а хвилинами, а під час і секундами. Досить згадати стихійні лиха, деякі види технологічних катастроф (аварії на великих енергетичних об'єктах: АЕС, ТЕС, газопроводах, а також на хімічних підприємствах). Для ситуацій «плавного» типу властивий довготривалий латентний період, що продовжується інколи десятиріччями.

Ще однією важливою характеристикою надзвичайних ситуацій є масштаби впливу і наслідків, включаючи простір, соціально-екологічні і економічні (людські і матеріальні втрати, деградація екосистем) аспекти. За цією комплексною ознакою можна виділити ще п'ять типів надзвичайних ситуацій: локальні, територіальні, регіональні, державні і глобальні.

ВИСНОВКИ

На сучасному етапі розвитку промисловості особлива увага приділяється прискоренню зростання продуктивності праці та підвищенню техніко-економічної ефективності виробництва через широке впровадження автоматизованих систем керування технологічними процесами.

У даній роботі описані основні рішення з автоматизації об'єкта керування, а також розроблені схеми автоматизації, принципова електрична схема підключення та замовні специфікації до них. Також розглянуті питання, що стосуються технологічного контролю, автоматичного регулювання та технологічної сигналізації.

Проведено розрахунки динамічних характеристик об'єкту чи розрахунок параметрів налагодження регулятора, регулюючого органу, звужуючого пристрою вимірювальної схеми, розрахунок надійності схеми та ін.

Досвід розробки та експлуатації автоматизованих систем показує, що оптимальне вирішення питань автоматизації можливе лише при раціональному співвідношенні між рівнем автоматизації та досконалістю технологічного обладнання і засобів автоматизації. Це означає, що автоматизація є доцільною тоді, коли використовується високонадійне технічне обладнання разом з якісною апаратурою автоматизації.

У дослідженні представлено математичну модель розрахунку продуктивності освітлювача для коагуляції води, яка враховує основні фізико-хімічні характеристики води та осаду.

Проведений аналіз дозволяє зробити такі висновки:

1. Продуктивності освітлювача базується на геометричних параметрах конструкції, швидкості висхідного потоку та характеристиках шламу. Отримані математичні вирази дозволяють прогнозувати поведінку системи за різних експлуатаційних умов.

2. Для забезпечення стабільності роботи освітлювача необхідно підтримувати оптимальні температурні режими, дозування реагентів та

характеристики шламу. Запропонована система контролю забезпечує ефективність процесу коагуляції за рахунок своєчасного регулювання параметрів.

3. Розроблено послідовність експериментальних досліджень, яка дозволяє визначити оптимальні дози реагентів (коагулянтів, флокулянтів та хлору) та температурні режими, що сприяють максимальному очищенню води. Такий підхід забезпечує відтворюваність результатів і точність вимірювань.

4. Як основні показники якості роботи освітлювача обрано мутність освітленої води, вагову концентрацію суспензії та швидкість осадження шламу. Встановлено залежності цих параметрів від температури, дози реагентів та конструктивних характеристик освітлювача.

Для ефективної роботи освітлювачів важливо забезпечувати стабільність гідравлічних режимів, оскільки різкі зміни витрати води можуть призводити до виносу шламу.

Рекомендовано проводити регулювання висоти шламового фільтра автоматично або вручну, залежно від конкретних умов експлуатації.

Для різних типів води та сезонних умов адаптація режимів роботи освітлювача дозволяє зберігати оптимальну якість очищення.

5. Запропоновані рівняння дозволяють не тільки визначити продуктивність освітлювача, але й оцінити його працездатність за критичними умовами. Це є основою для подальшого вдосконалення конструкцій освітлювачів та їх автоматизації.

Результати досліджень можуть бути використані при проектуванні нових установок коагуляційного очищення води, а також при модернізації існуючих систем для підвищення їх ефективності.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Bratby, J. (2016). Coagulation and Flocculation in Water and Wastewater Treatment: Third Edition. IWA Publishing.
2. Crittenden, J. C., Trussell, R. R., Hand, D. W., Howe, K. J., & Tchobanoglous, G. (2012). MWH's Water Treatment: Principles and Design, 3rd Edition. Wiley.
3. Metcalf & Eddy, Inc. (2014). Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. McGraw-Hill.
4. Spellman, F. R. (2014). Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations, 3rd Edition. CRC Press.
5. Nathanson, J. A. (2015). Basic Environmental Technology: Water Supply, Waste Management, and Pollution Control. Pearson.
6. Henze, M., van Loosdrecht, M. C. M., Ekama, G. A., & Brdjanovic, D. (2008). Biological Wastewater Treatment: Principles, Modelling and Design. IWA Publishing.
7. Snoeyink, V. L., & Jenkins, D. (2020). Water Chemistry. Wiley.
8. Zhou, Y. (2008). Chemical Treatment of Wastewater: Precipitation, Coagulation, and Flocculation. Springer.
9. Binnie, C., Kimber, M., & Smethurst, G. (2013). Basic Water Treatment. ICE Publishing.
10. Gray, N. F. (2017). Microbiology of Waterborne Diseases: Microbiological Aspects and Risks. Academic Press.
11. Raucher, R. S., Rothstein, E., & Green, B. (2012). Water Treatment Operator Certification Exam Prep. American Water Works Association.
12. Fitch, M. W. (2018). Principles of Water Quality Management. Springer.
13. Tchobanoglous, G., & Leverenz, H. L. (2013). Emerging Technologies in Wastewater Treatment. CRC Press.
14. Van der Bruggen, B. (2020). Membrane Technology in Water Treatment: Principles and Applications. Elsevier.
15. Grischek, T. (2008). Riverbank Filtration Hydraulics. Springer.

16. Diahovchenko I., Kolcun M., Čonka Z., Savkiv V., Mykhailyshyn R. Progress and challenges in smart grids: Distributed generation, smart metering, energy storage and smart loads. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Electrical Engineering*, 2020. Vol. 44. P. 1319-1333. <https://doi.org/10.1007/S40998-020-00322-8>.
17. Palamar A., Pettai E., Beldjajev V. Control System for a Diesel Generator and UPS Based Microgrid. *Scientific Journal of Riga Technical University. Power and Electrical Engineering*. 2010. Vol. 27. P. 47-52.
18. Vasylykivskyi I., Ishchenko V., Pohrebennyk V., Palamar M., Palamar A. System of water objects pollution monitoring. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management (SGEM 2017)*, Vienna, Austria, November, 27–29, 2017. Vol. 17, No. 33. P. 355-362.
19. Wieclaw L.; Pasichnyk V.; Kunanets N.; Duda O.; Matsiuk O.; Falat P. Cloud computing technologies in “smart city” projects. In *Proceedings of the 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*. Bucharest: Romania, 21–23 September 2017. pp. 339–342.
20. Yaskiv V. Using of High-Frequency Magnetic Amplifier in Switch Mode DC Power Supplies. *Proceedings of the 35th Annual IEEE Power Electronic Specialists Conference (PESC'04)*, Aachen, 2004. P. 1658–1662.
21. Автоматизація виробничих процесів : навч. посіб. / Проць Я. І., Савків В. Б., Шкодзінський О. К., Ляшук О. Л. Тернопіль : ТНТУ ім. І.Пулля, 2011. 344с.
22. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / укл.: Стручок В. С. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.
23. Букетов А. В., Стухляк П. Д., Кальба Є. М. Фізико-хімічні процеси при формуванні епоксикомпозитних матеріалів. Тернопіль: Збруч, 2005. 182 с.

24. Драган Я.П., Яворський Б. І., Яворська Є. Б. Концепції і принципи побудови моделей для означення метрологічних характеристик ритміки кардіосигналів. Вісник нац. унів. "Львівська політехніка": зб. наук. пр. Львів: Національний університет "Львівська політехніка", 2002. № 443. С. 200-205.
25. Коваль В. П., Івасечко Р. Р., Козак К. М. Енергетична ефективність систем позиціонування плоских сонячних панелей. Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. 2015. № 3. С. 2-10.
26. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д. Телекомунікаційні системи та мережі. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. 384 с.
27. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. Книга 1 [навчальний посібник]. Львів : «Магнолія 2006», 2013. 256 с.
28. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник]. Львів : "Магнолія 2006", 2014. 312 с.
29. Паламар М. І., Стрембіцький М. О., Паламар А. М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2019. 150 с.
30. Development of Digital Platform to Identify and Monitor the Digital Business Transformation Index, Strutynska, I., Dmytrotsa, L., Kozbur, H., Dudkin, P., Dudkina, O., International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, 2020, 2, pp. 171–175, 9322016
31. Information technology to support the digital transformation of small and medium-sized businesses, Mosiy, L., Kozbur, H., Strutynska, I., Mosiy, O., Yatsyshyn, V. CEUR Workshop Proceedings, 2024, 3742, pp. 150–165
32. Analysis of the SMEs' Digitalization State Using HIT Index and Machine Learning Technique, Strutynska, I., Kozbur, H., Dmytrotsa, L., Kozbur, I., Gashchyn, N., Proceedings - International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT, 2023, pp. 332–337

33. Working-Out of Recommendation System to Increase the Digital Maturity Level of Enterprises, Strutynska, I., Dmytrotsa, L., Kozbur, H., Hlado, O., Sorokivska, O., 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2020 - Proceedings, 2021, pp. 147–151, 9467978
34. The Unification of Approaches to Measuring the Digital Maturity of Business Structures (International and Domestic Approaches) / Strutynska, I., Dmytrotsa, L., Kozbur, H., Melnyk, L., Sherstiuk, R., CEUR Workshop Proceedings, 2021, 3013, pp. 10–23
35. Стухляк П.Д., Букетов А.В. Епоксикомпозитні матеріали, модифіковані ультрафіолетовим опроміненням. Тернопіль: Збруч, 2009. 237 с.
36. Ткачук Р., Яворський Б. Метод побудови біотехнічної системи для оцінювання електроретинограм з підвищеною вірогідністю та ефективністю. Вісник Тернопільського державного технічного університету. 2009. №3. С. 102-110.
37. Юзьків А. В., Яворський Б. І. Математичне моделювання електроретинографічних сигналів. Вісник ТДТУ. Тернопіль, 1997. № 2. С. 40-45.
38. Яворський Б. І. Математичні основи радіоелектроніки. Частина І. Тернопіль: ТПІ імені Івана Пулюя. 1996. 184 с.
39. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/42995>.
40. Методичні вказівки для написання розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього рівня „бакалавр”. Для студентів всіх форм навчання рівень вищої освіти перший (бакалаврський)/ укл.: О. Я. Гурик , І. Б. Окіпний. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. - 20 с.

41. Платформа .NET та мова програмування C# 8.0: навчальний посібник / Коноваленко І.В., Марущак П.О. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2020 – 320 с.
42. Проектування мікропроцесорних систем керування: навчальний посібник / І.Р. Козбур, П.О. Марущак, В.Р. Медвідь, В.Б. Савків, В.П. Пісьціо. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022. – 324 с.
43. Медвідь В.Р., Проектування мікропроцесорних систем керування: навчальний посібник / І.Р. Козбур, В.Р. Медвідь, В.П. Пісьціо. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – 354 с., ISBN 978-966-305-045-4, <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/20504>.
44. Савків В.Б., Капаціла Ю.Б., Михайлишин Р.І. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Тернопіль.: Видавництво ТНТУ. 2021. 50 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/35172>
45. Основи наукових досліджень і теорія експерименту : Навчальний посібник для здобувачів освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» / укл. Ю. Б. Капаціла, П. О. Марущак, В. Б. Савків, О. П. Шовкун. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2023. 186 с.
46. Козбур І.Р., Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Дослідження частотних характеристик неперервних лінійних систем», по курсу «Теорія автоматичного управління», для студентів 3 курсу спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Авт.: Козбур І.Р., Козбур Г.В. Марущак П.О., Савків В.Б. – Тернопіль: ТНТУ, ФПТ, каф. АВ, – 2022. – с. 16. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39207>
47. Трембач Р.Б., Шовкун О.П. Методичні вказівки до виконання до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Інформаційно – вимірювальні системи” Модуль І. «Вимірювальна техніка» – Тернопіль: ТНТУ., 2024. – 67 с.

48. Трембач Р.Б., Медвідь В.Р. Методичні вказівки до виконання до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Електроніка і мікросхемотехніка” Модуль 3. «Імпульсна техніка, вторинні джерела живлення, основи цифрової електроніки» – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 26с.
49. Трембач Р.Б., Медвідь В.Р. Методичні вказівки до виконання до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Електроніка і мікросхемотехніка” Модуль 4. «Мікросхемотехніка» – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 44с.
50. Розробка мікропроцесорної системи керування на основі мікропроцесорного комплекту КР580 та на основі ОМЕОМ К1816ВЕ51/ Методичні вказівки для виконання курсового проєкту з дисципліни "Електроніка і мікропроцесорна техніка" //Медвідь В.Р, Пісьціо В.П., Микулик П.М. Тернопіль: ТНТУ - 2016. 108 с.
51. Козбур І.Р., Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Дослідження часових характеристик неперервних лінійних систем», по курсу «Теорія автоматичного управління», для студентів 3 курсу спеціальності 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» / Авт.: Козбур І.Р., Козбур Г.В. Марущак П.О., Савків В.Б. – Тернопіль: ТНТУ, ФПТ, каф. АВ, – 2022. – 19 с.
<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39206>
52. Лабораторний практикум з проектування та моделювання роботи електропневматичних схем у середовищі програмного пакету «FluidSIM Pneumatics» з курсу «Технічні засоби автоматизації» / укл. : О.К. Шкодзінський. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. - 32 с.
<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/31418>
53. Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. / Я.І. Проць, В.Б. Савків, О.К. Шкодзінський, О.Л. Ляшук. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. 344 с.
54. Автоматизація виробничих процесів: Навчальний посібник / Я.Проць, О.Данилюк, В.Савків - ТДТУ. 2005. -264с.

55. Методичні вказівки з виконання курсової роботи з дисципліни «Основи наукових досліджень» для здобувачів освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / укл. : П.О. Марущак , Ю.Б. Капаціла , Р.І. Михайлишин. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. - 75 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/26145>
56. Методичні вказівки по роботі з програмним симулятором "AVR simulator IDE" з курсу "Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації" / укл. : В.Р. Медвідь , В.П. Пісьціо. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. - 21 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/32136/>.
57. Методичні рекомендації для практичних занять з курсу «Засади провадження наукової діяльності» / укл. : Дмитрів Олена Романівна, Рогатинський Роман Михайлович. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2024. – 112 с., <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/44669>.

ДОДАТКИ