

Міністерство освіти і науки України
Шосткинський інститут Сумського державного університету
Факультет заочної форми навчання
Кафедра системотехніки та інформаційних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ Худолей Г.М.

«__»_____ 2020 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

Система управління очищенням води

Керівник проекту:

(ст.викладач, к.т.н)

Мозок Є. М.

Дипломник:

студент групи (СУзт-51ш)

Ковтун Д. В.

Шостка – 2020

					СУз-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						1
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ЦЕНТР ЗАОЧНОЇ ТА ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ
КАФЕДРА СИСТЕМОТЕХНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Спеціальність 6.050201 «Системна інженерія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри системотехніки та
інформаційних технологій

_____ Г. М. Худолей

« 27 » квітня 2020 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект

студент Ковтун Денис Вадимович

1. Тема проекту Система управління очищенням води

Затверджено наказом директора інституту
№ 45 ОД від « 13 » квітня 2020 р.

2. Строк здачі студентом закінченого проекту «01» червня 2020 р.

3. Вихідні дані до проекту:

_ - завдання кафедри

4. Зміст пояснювальної записки:

4.1 Конструктивно-технологічний аналіз об'єкта управління.

4.2 Вибір каналів управління, сигналізації та блокувань.

4.3 Вибір сучасних засобів автоматизації, розробка системи сигналізації та захисту та алгоритмів управління.

4.4 Розрахункова частина.

					СУз-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5. Перелік графічних матеріалів:

5.1. Функціональна схема автоматизації.

7. Календарний план:

№ етапу	Зміст етапу проектування	Строк виконання (початок-кінець)
1	Аналіз завдання кафедри. Підбір та аналіз джерел інформації. Відбір аналогів та прототипів	27.04.2020 - 03.05.2020
2	Конструктивно-технологічний аналіз об'єкта керування.	04.05.2020 - 10.05.2020
3	Вибір каналів управління, сигналізації та блокувань. Вибір сучасних засобів автоматизації, розробка системи сигналізації та захисту, вибір алгоритмів управління. Схема автоматизації функціональна. Схеми електричні сигналізації.	11.05.2020- 17.05.2019
4	Виконання розрахункової частини.	18.05.2020 - 31.05.2020
5	Технічне оформлення проекту. Здача проекту керівнику.	01.06.2020 - 18.06.2020

8. Дата видачі завдання 27 квітня 2019 року

Керівник проекту _ викладач, к.т.н. _ _____ Мозок Є.М.

вчені ступень та звання, посада

Підпис

Прізвище І.П.

Завдання до виконання прийняв:

Студент групи СУзт - 51ш . _____ Ковтун Д.В.

Підпис

Прізвище І.П.

					СУз-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіл.	При мітка
				Документація загальна		
				Застосовна		
A4				Завдання кафедри	1	
				Новорозроблена		
A4			ТЗ	Технічне завдання		
A4				Реферат	2	
A4			СУз-51ш 6.050201. 05. ПЗ	Пояснювальна записка		
				Документація конструкторська		
				Новорозроблена		

					СУз-51ш. 6.050201. 05. ДП			
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ковтун Д.В.			Система управління Очищення води. Відомість проекту	Литера	Арк.	Арку
Перевірив		Мозок Є.М.				У	4	
Рецензент						ШІ Сум ДУ СУзт-51Ш		
Н. контр.								
Затвердив		Мозок Є.М						

					СУз-51Ш 6.050201.05 ДП			Лист
								4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				

РЕФЕРАТ

Ковтун Денис Вадимович. Система управління очищення води.
Дипломний проект. Шосткинський інститут Сумського державного
університету. Шостка, 2020 рік.

Дипломний проект містить 69 аркушів пояснювальної записки, з
урахуванням 47 рисунків, 9 таблиць.

Проект присвячений розробці системи управління очищенням води.
Автоматизація дозволяє зменшити потреби в кількості людських втручань в
технологічний процес і зробити процес більш адаптивним до дій, які можуть
виникнути в процесі роботи обладнання. Розробка системи управління даного
технологічного процесу забезпечує управління великими потужними
агрегатами в якому людські зусилля зводяться до налаштування та
налагодження автоматичних пристроїв управління і регулювання.

Ключові слова: технологічний процес, система управління, алгоритм
управління, програмований логічний контролер, хімводоочищення.

РЕФЕРАТ

Ковтун Денис Вадимович. Система управления очистки воды.
Дипломный проект. Шосткинский институт Сумского государственного
университета. Шостка, в 2020 год.

Дипломный проект содержит 69 листов пояснительной записки, с учетом 47
рисунков, 9 таблиц.

Проект посвящен разработке системы управления очисткой воды.
Автоматизация позволяет уменьшить потребности в количестве человеческих
вмешательств в технологический процесс и сделать процесс более адаптивным к
действиям, которые могут возникнуть в процессе работы оборудования.
Разработка системы управления данного технологического процесса
обеспечивает управление большими мощными агрегатами в котором
человеческие усилия сводятся к настройке и наладке автоматических устройств
управления и регулирования.

Ключевые слова: технологический процесс, система управления,
алгоритм управления, программируемый логический контроллер,
химводоочистки..

					СУз-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

SUMMARY

D. V. Kovtun. Water purification control system. Degree project. Shostka Institute of Sumy State University. Sixth, 2020.

The diploma project contains 69 sheets of explanatory note, taking into account 47 figures, 9 tables.

The project is dedicated to the development of a water purification management system. Automation reduces the need for human intervention in the technological process and make the process more adaptable to the actions that may occur during the operation of the equipment. The development of the control system of this technological process provides control of large powerful units in which human effort is reduced to the adjustment and adjustment of automatic control and regulation devices.

Keywords: technological process, control system, control algorithm, programmable logic controller, chemical water treatment..

					СУЗ-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи управління очищенням води.

Розробник:

студент гр. СУз-51Ш

Д.В. Ковтун

Погоджено:

керівник проекту

Є.М. Мозок

Шостка - 2020

					СУз-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Система управління очищенням води.

Підстави для розробки.

Завдання кафедри на дипломний проект.

Мета і призначення розробки

Метою даної розробки є створення системи управління очищення води.

Очікувані мети реалізації даного проекту:

- підвищення ефективності технологічного процесу;
- підвищення рівня безпеки ведення технологічного процесу, зниження аварійності;
- поліпшення умов праці персоналу;
- скорочення часу пошуку та усунення несправностей;
- підвищення техніко - економічних показників за рахунок застосування сучасних методів управління технологічним процесом, а також використання новітніх засобів автоматизації;
- зниження енергетичного навантаження.

Дана розробка і результати проектування можуть бути використані при створенні системи управління технологічним процесом очищення води на промислових підприємствах і виробництвах.

Джерела для розробки

Звіт з переддипломної практики. Регламент. Інструкція з експлуатації.

Режими роботи об'єкта процесу очищення води є безперервним виробництвом згідно чинного регламенту виробництва 24 години на добу, 7 днів на тиждень, цілодобовий режим роботи.

Випаровування води в установках миттєвого закипання відбувається за температури 101-108°C, а в останніх ступенях, що знаходяться під вакуумом, - за температури 35-45°C.

					СУз-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Система управління технологічним процесом очищення води є безперервним виробництвом згідно чинного регламенту виробництва 24 години за добу, 7 днів на тиждень. Навколишнє середовище має бути не вибухонебезпечною, не містити пилю в концентраціях, що порушує роботу електрообладнання, а також не містити агресивних парів і газів.

Технічні вимоги

Система управління очищенням води повина забезпечувати:

- Прийом води з джерела в необхідній кількості
- Очищення води
- Доведення води до якості потрібного рівня показників
- Передачу до обслугованого об'єкта
- Передачу до подачі споживочу під необхідним напором (тиском)

З цією метою в систему водопостачання включені такі елементи:

- Водоприймальні споруди
- Насосні станції
- Споруди для очищення води
- Резервуари і водонапірні башти
- Водоводи і водорозподільні мережі

Система повинна відповідати вимогам відкритості (т. Е. Має використовувати стандартні міжнародні вхідні і вихідні сигнали, інтерфейси), що дозволить, при необхідності розширення, проводити підключення нових модулів і блоків без порушення загальної конфігурації системи і значних витрат.

При розробці системи управління необхідно забезпечити максимальну уніфікацію застосовуваних вузлів і деталей; використання стандартних кріпильних виробів.

Засоби автоматизації, які використовуються в даній установці, повинні бути сучасними і доступними на ринку. Також необхідно врахувати наявність вибухонебезпечних і агресивних середовищ.

					СУз-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ І
АВТОМАТИКИ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту на тему:

"Система управління технологічним процесом розчинення та регенерації
кислоти"

Керівник проекту _____ Є.М. Мозок

Проектант:

студент групи СУз-51Ш _____ Д.В. Ковтун

Шостка – 2020

					СУз-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ.....	12
ВСТУП.....	13
1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ	15
2 ВИБІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ	21
3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ, РОЗРОБКА СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ.....	31
4 АЛГОРИТМ РОБОТИ СИСТЕМИ.....	48
5 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	53
ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	69

					СУЗ-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

ХВО	Хімводоочищення
ВМ	Виконуючий механізм
ПЧ	Перетворювач частоти
ВПУ	Водопідготовча установка
ПЛК	Програмований логічний контролер
ПК	Персональний комп'ютер

ВСТУП

Технологічні рішення проекту автоматизації процесу очищення води методом іонного обміну визначають основні принципи реалізації технологічного процесу хімоводоочищення і є підставою для виконання робочого проекту, водопідготовчої установки (ВПУ) для води, що йде на підживлення тепломереж закритого типу і устаткування для підготовки знесоленої води для підживлення котлів високого тиску .

Однак реальна ситуація видається так, що на підприємствах процеси хімоводоочищення протікають неефективно, тому що відсутні необхідні системи безперервного контролю (контроль ведеться періодично в лабораторних умовах) і управління. Це призводить до відхилення від норм показників очищення води і перевитрати реагентів.

Аналіз діючих на підприємствах систем автоматизації показує, що в системах використовується мала кількість засобів автоматизації. Відсутність автоматичних аналітичних приладів, отже, достовірної вимірювальної інформації не дозволяє оперативно приймати рішення з управління процесами очищення.

Вибір тієї чи іншої технології хімоводоочищення, а значить і засобів автоматизації зазвичай ув'язується зі специфікою очищується води і враховує собівартість вже існуючих споруд і технологій очищення, включаючи вартість енергії, матеріалів, плату за забруднення навколишнього середовища. Специфікою процесу хімоводоочищення (ХВО) є те, що він ведеться в режимі запізнювання реакції системи і залежить від багатьох вхідних сигналів. Ці сигнали є різномірними, надходять з різною періодичністю, на обробку частини з них потрібен час, а також спеціальні лабораторні умови і дорогі реактиви.

Стійке функціонування процесів ХВО при істотних коливаннях концентрацій вихідних забруднень і нерівномірності надходження води може бути забезпечене на основі оперативного доступу до інформації про хід

					СУЗ-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

процесу з будь-якої точки управління виробництвом. Таке завдання вирішується шляхом створення інтегрованих багаторівневих систем автоматизованого контролю і управління з використанням засобів мікропроцесорної техніки.

Головною метою автоматизації ХВО є підвищення пропускної спроможності та ефективності очищення, а також забезпечення стабільної якості очищеної води на виході з системи за рахунок стабілізації змінних стану процесів очищення.

Впровадження автоматичних інтелектуальних аналітичних приладів призведе до вивільнення робочої сили, підвищенню продуктивності праці і економії заробітної плати.

Завданням проекту є вирішення питань, пов'язаних з побудовою системи управління, здатної забезпечити: потрібний рівень безпеки протікання технологічного процесу, поліпшити техніко-економічні показники, створити нормальні санітарно-гігієнічні і безпечні умови праці. Робота виконується на підставі завдання кафедри системотехніки та інформаційних технологій Шосткинського інституту Сум ГУ.

					СУЗ-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

1.1 Опис технологічного процесу

Подачу освітленої води на установку пом'якшення (див.рис1) забезпечує насосна група Р-09 (див.рис1.2), що складається з двох паралельно підключених насосів, один робочий, а інший в резерві. Насоси працюють в автоматичному режимі, забезпечуючи задану витрату 85 м³ / год. Для рівномірного розподілу навантаження на насоси, кожні 24 години в заданій послідовності резервний насос перемикається в робочий стан.

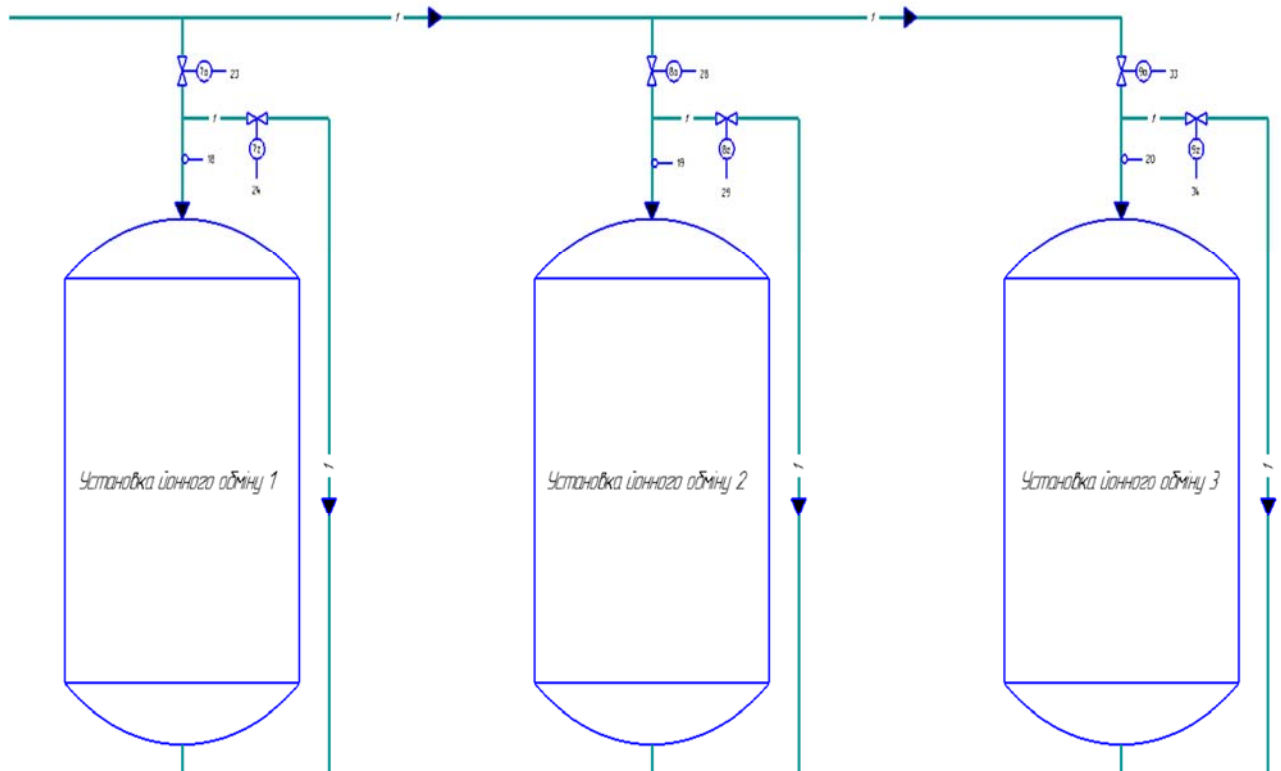


Рисунок 1.1 – Установка іонного обміну S-11

					СУз-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

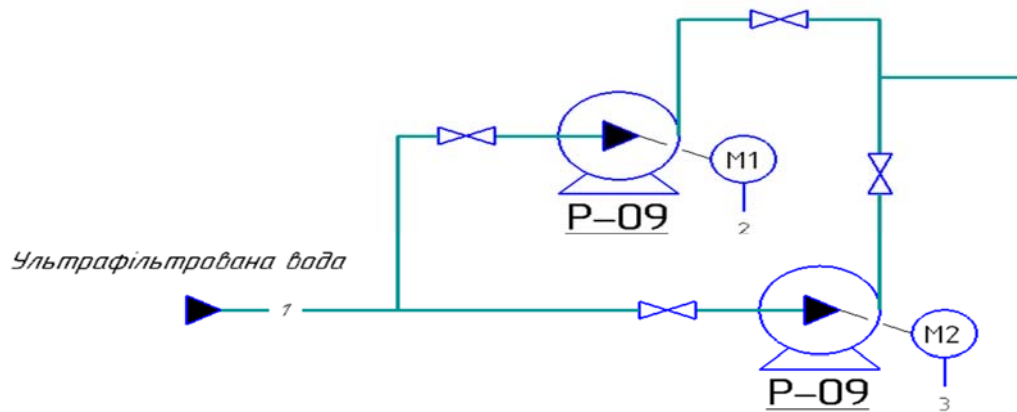
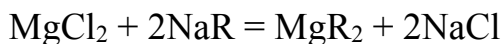
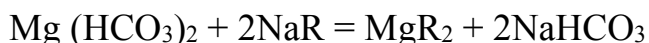
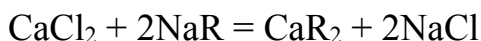
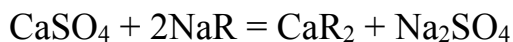
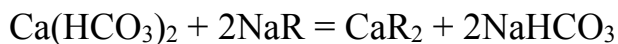


Рисунок 1.2 – Насосна група P-09

Вузол дозування бісульфіта натрію складається з ємності для реагенту і насоса дозатора. Бісульфіт натрію вводиться в трубопровід освітленої води мембранним насосом-дозатором. Витрата реагенту управляється пропорційно витраті води. Попередній розрахунок витрати бісульфіта натрію при номінальному потоці (5г/м^3). Залишкова концентрація вільного хлору контролюється аналізатором вільного хлору і не повинна перевищувати $0,05\text{ мг/л}$.

В процесі обробки води методом іонного обміну видаляються солі жорсткості і іони нітратів. Під час процесу іонного обміну води іоніти виснажується і для відновлення вони повинні бути піддані регенерації, тобто через шар виснаженого іоніта пропускають розчин кухонної солі. Щоб відновити обмінну здатність виснаженого Na іонітними матеріалу, його піддають обробці 8 - 10% -вим розчином кухонної солі

Під час регенерації, іони натрію кухонної солі витісняють з виснаженого катіоніту катіони кальцію і магнію; останні переходять в розчин у вигляді хлористого кальцію і хлористого магнію і видаляються з промивної водою в дренаж. Те ж саме час іони хлору кухонної солі витісняють з аніоніта аніони нітратів і сульфатів, які переходить в розчини нітрату натрію та сульфату натрію. Катіоніт і аніоніт, збагачений обмінними катіонами натрію і аніонами хлору, знову отримує здатність знесолювальних воду. Основними рівняннями Na - катионирования для кальцієвих і магнієвих солей жорсткості є:



де R – поліаніон катионіту.

Установка іонного обміну складається з трьох фільтрів, завантажених сильнокислотним катионітом і сільноосновним аніонітом. Два фільтра знаходяться постійно в роботі, третій на регенерації або в резерві. Схема фільтра і його цикли зображені на рисунку 1.3.

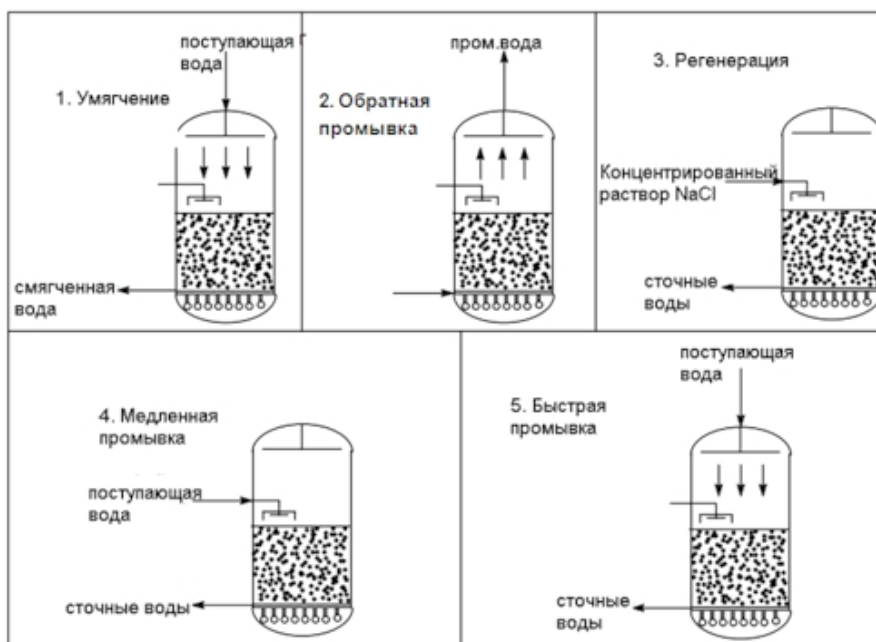


Рисунок 1.3 – Установка іонного обміну і її цикли.

Під час регенерації одного з робочих фільтрів, резервний включається в роботу. На регенерацію фільтри виводяться за кількістю обробленої води, по сигналу датчика жорсткості або по команді оператора. Фільтри промиваються пом'якшеною водою і остаточно ущільнюються вихідним фільтратом після установки ультрафільтрації. Смоли регенерується 8 -10%-вим розчином солі NaCl.

Процес підготовки регенераційної 8-10%-вого сольового розчину відбувається в автоматичному режимі. 26%-вий насичений розчин готується з

технічної солі в ємності. Під час регенерації, насичений розчин кухонної солі, з метою відокремлення забруднень, пропускається через фільтр соляного розчину. Потім відфільтрований 26%-вий розчин з заданою витратою надходить в колектор приготування робочого розчину кухонної солі. Кількість води, що подається на підготовку робочого розчину, регулюється в залежності від розходу насиченого розчину. Після змішування вийшов 8-10%-вий розчин кухонної солі надходить в іонообмінні установки для регенерації.

1.2 Схема інформаційно-матеріальних потоків

На підставі опису технологічного процесу ділянки іонного обміну на ХВО, складемо схему руху матеріальних потоків. Схема руху матеріальних потоків представлена на рисунку 1.4.

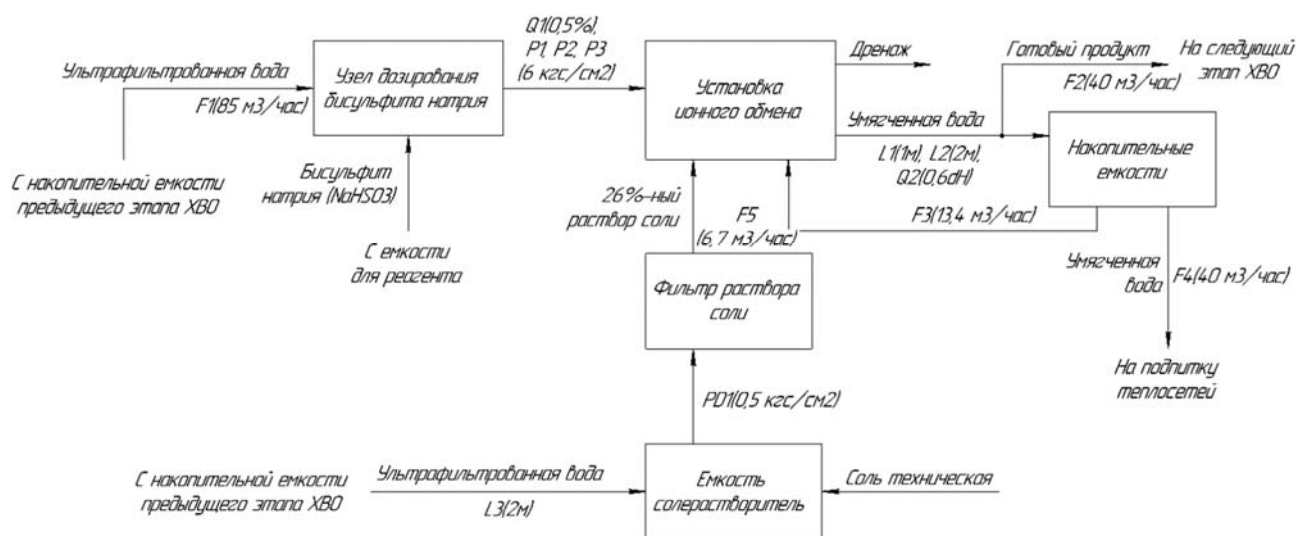


Рисунок 1.4. – Схема інформаційно-матеріальних потоків процесу ділянки іонного обміну на ХВО

Спочатку ультрафільтрована вода з витратою F1 надходить до вузла дозування бісульфіта натрію, де його розчин вводиться в трубопровід. Витрата реагенту управляється пропорційно витраті води F1. Контролюється залишкова концентрація вільного хлору Q1. Далі розчин надходить до установок іонного обміну, де на вході кожної контролюються тиску P1, P2, P3.

На виході установок в накопичувальні ємності надходить пом'якшена вода, підтримуючи рівні L1, L2, зі ступенем жорсткості Q2. Так само частина готового продукту з витратою F2, переходить до наступного етапу ХВО. З накопичувальних ємностей з потрібною витратою F4, видається пом'якшена вода для підживлення тепломереж.

В заповнену сіллю, ємність-солерозчинник подається ультрафільтрована вода, яка повинна підтримуватися на рівні L3. Насичений 26% -вий розчин проходить через фільтр розчину солі, між входом і виходом якого контролюється перепад тиску PD1. Далі розчин, змішується з пом'якшеною водою і проходить через установку іонного обміну в дренаж.

На основі схеми руху матеріальних потоків визначимо параметри для сигналізації, контролю і управління. Параметри зведемо в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 - Перечень параметров сигнализации, контроля и управления

Параметр	Точка технологічного процесу	Процес контролю	Значення вимірюваної величини	Допустима похибка вимірювань
Тиск	Вода в трубопроводі, на вході першої установки	Контроль	6 кгс/см ²	1%
Тиск	Вода в трубопроводі, на вході другої установки	Контроль	6 кгс/см ²	1%
Тиск	Вода в трубопроводі, на вході третьої установки	Контроль	6 кгс/см ²	1%
Витрата	Ультрафільтрована вода на тех. проц.	Контроль, управління, реєстрація	85 м ³ /год	1%
Витрата	Вода на наступний етап ХВО	Контроль, реєстрація	40 м ³ /год	1%

Продовження таблиці 1.1

Витрата	Пом'якшена вода для регенерації установок	Контроль, управління	13,4 м3/год	1%
Витрата	Пом'якшена вода для підживлення тепломереж	Контроль, управління, реєстрація	40 м3/год	5%
Витрата	26%-ий розчин солі	Контроль, управління	6,7 м3/год	1%
Перепад тиску	Фільтр розчину солі	Контроль, сигналізація	0,5 кгс/см2	5%
Рівень	Ємність солерозчинник	Контроль, управління, сигналізація	1м	5%
Рівень	Перша накопичувальна ємність	Контроль, сигналізація	2м	2%
Рівень	Друга накопичувальна ємність	Контроль, сигналізація	2м	2%
Концентрація	Вільний хлор в трубопроводі на вході установок	Контроль	0,5%	1%
Концентрація	Ступінь жорсткості готового продукту на виході установок	Контроль, сигналізація	0,6dH	1%

2 ВИБІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ

2.1 Вибір каналів технологічного процесу

При виборі регулюючих величин визначають цільове призначення процесу, взаємозв'язок його з іншими процесами, показник ефективності і значення, на якому він повинен підтримуватися. Після чого аналізується ймовірність надходження впливів, що обурюють об'єкт управління. Визначаються шляхи усунення обурення або їх стабілізації.

Впровадження автоматичних засобів контролю і сигналізації дозволяє забезпечити необхідну безпеку технологічного процесу.

Виходячи з опису технологічного процесу системи управління процесом очищення продукту, визначені наступні точки контролю, управління і сигналізації:

2.1.1 Контроль і підтримання витрати ультрафільтрованої води

У відповідності з описом технологічного процесу підтримка витрати ультрафільтрованої води на регламентному рівні $85 \text{ м}^3 / \text{год}$ забезпечить роботу даної ділянки ХВО. Регулювання виробляємо зміною частоти обертання двигуна насоса за допомогою ПЧ.

2.1.2 Контроль і реєстрація витрати води на наступний етап ХВО

У відповідності з описом технологічного процесу підтримка витрати в $40 \text{ м}^3 / \text{год}$, забезпечить роботу установки знесолення, наступного етапу ХВО. Регулювання виробляємо зміною частоти обертання двигуна насоса за допомогою ПЧ.

2.1.3 Контроль і регулювання витрати води для промивання і регенерації

У відповідності з описом технологічного процесу регулювання подачі пом'якшеної води з накопичувальних ємностей на промивку іонообмінної установки здійснюється з відповідними параметрами: в режимі розпушування - $40 \text{ м}^3 / \text{год}$, регенерації - $13,4 \text{ м}^3 / \text{год}$, і повільної промивання - $20 \text{ м}^3 / \text{год}$.

					СУЗ-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Регулювання виробляємо зміною частоти обертання двигуна насоса за допомогою ПЧ.

2.1.4 Контроль і підтримання витрати води для підживлення тепломереж

Необхідно регулювати подачу пом'якшеної води з накопичувальних ємностей, на підживлення тепломереж. Витрата готового продукту повинен підтримуватися на рівні 40 м³ / год. Регулювання виробляємо зміною частоти обертання двигуна насоса за допомогою ПЧ.

2.1.5 Контроль і підтримання витрати розчину солі

Насичений 26% -вий розчин солі подається тоді, коли ВПУ знаходиться в режимі регенерації. Витрата розчину повинен підтримуватися на рівні 6,7 м³ / год. В цей же час підтримується витрата пом'якшеної води з накопичувальних ємностей, на рівні 13,4 м³ / год.

2.1.6 Контроль і сигналізація значення перепаду тиску на фільтрі розчину солі

Необхідно контролювати цей параметр, так як фільтр періодично промивається, момент промивки визначається по досягненню максимального перепаду тиску на фільтрі, не більше 0,5 кгс / см². Проводиться сигналізація перевищення норми параметра. Промивання проводиться освітленої водою в ручному режимі.

2.1.7 Контроль і підтримання рівня води в ємності Солерозчинники

Для підготовки насиченого сольового розчину, в ємності необхідно підтримувати рівень води в районі 0,8 м. Регулювання подачі води в ємність проводиться за допомогою регульованого клапана. При виході параметра за допустимі значення, спрацьовує сигналізація.

2.1.8 Контроль і сигналізація рівня пом'якшеної води в накопичувальних ємностях

Необхідно контролювати наявність необхідного рівня готового продукту в ємностях. Так як запас пом'якшеної води необхідний для підживлення теплових мереж, а також промивання і регенерації іонообмінних установок. Рівень води повинен бути не менше 1 м.

					СУЗ-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.1.9 Контроль концентрації хлору в трубопроводі

Необхідність контролю даного параметра потрібно для визначення поточної концентрації хлору в трубопроводах - не більше 0,5%.

2.1.10 Контроль і сигналізація ступеня жорсткості готового продукту

Даний параметр є основним в даному технологічному процесі. Жорсткість пом'якшеної води не повинна перевищувати 0,6dH (2,1° Ж). Проводиться сигналізація перевищення норми параметра, наступна установка переходить в режим регенерації.

2.2 Вибір контурів управління

2.2.1 Контроль и управління витратою

2.2.1.1 Контур управління витрати ультрафільтрованої води

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1.1), для управління витрати ультрафільтрованої води до установок, може бути використана структурна схема, яка представлена на рисунку 2.1

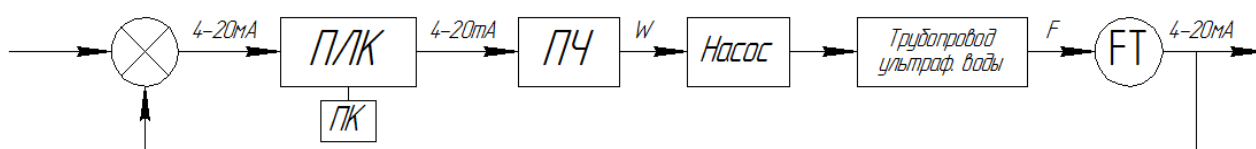


Рисунок 2.1 – Структурна схема контуру управління витрати води до установок

Вимірювана витрата води (F) впливає на датчик вимірювання витрати (FT). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (FT) надходить на елемент порівняння. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає сигнал (4 ... 20 мА) на ПЧ. Після перетворювача частоти керуючий сигнал надходить на двигун насоса, а також сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер.

					СУз-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Програмований логічний контролер (ПЛК) виконує функції регулювання (управління), ПК-показу й реєстрації.

2.2.1.2 Контур контролю витрати води на наступний етап ХВО

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1.2), для контролю витрат готового продукту може бути використана структурна схема, яка представлена на рисунку 2.2.

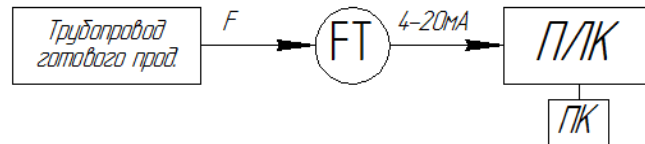


Рисунок 2.2 – Структурна схема контуру управління витратою води на наступний етап ХВО

Вимірювана витрата води (F) впливає на датчик вимірювання витрати (FT). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (FT) надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), далі цей сигнал надходить на комп'ютер. Програмований логічний контролер (ПЛК) виконує функції ПК-свідчення, реєстрації.

2.2.1.3 Контур управління витратою води для промивання і регенерації

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1.3), для управління витратою води для промивання і регенерації, може бути використана структурна схема, яка представлена на рисунку 2.3.

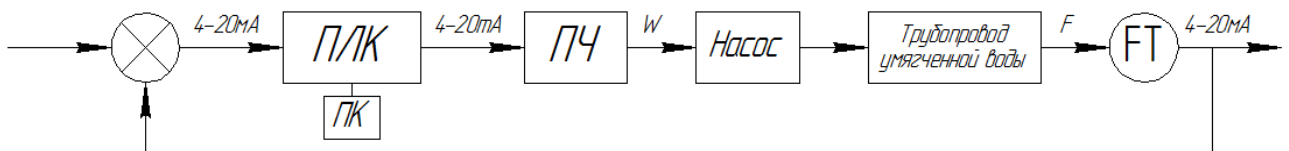


Рисунок 2.3 – Структурна схема контуру управління витратою води для промивання і регенерації

Вимірювана витрата води (F) впливає на датчик вимірювання витрати (FT). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (FT) надходить на елемент порівняння. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний

контролер (ПЛК), який передає сигнал (4 ... 20 мА) на ПЧ. Після перетворювача частоти керуючий сигнал надходить на двигун насоса, а також сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний котроллер (ПЛК) виконує функції регулювання (управління), ПК-показу й реєстрації.

2.2.1.4 Контур контролю і управління витратою води для підживлення тепломереж

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1.4), для управління витратою води на підживлення тепломереж, може бути використана структурна схема, яка представлена на рисунку 2.4.

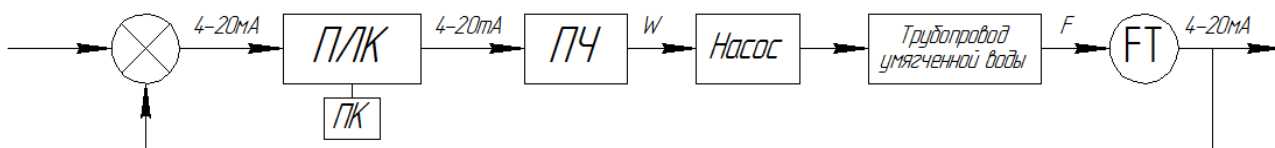


Рисунок 2.4 – Структурна схема контуру управління витратою води для підживлення тепломереж

Вимірювана витрата води (F) впливає на датчик вимірювання витрати (FT). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (FT) надходить на елемент порівняння. Результиуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає сигнал (4 ... 20 мА) на ПЧ. Після перетворювача частоти керуючий сигнал надходить на двигун насоса, а також сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний котроллер (ПЛК) виконує функції регулювання (управління), ПК-показу й реєстрації.

2.2.1.5 Контур контролю і управління витратою розчину солі

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1.5), для управління витратою розчину солі, може бути використана структурна схема, яка представлена на рисунку 2.5.

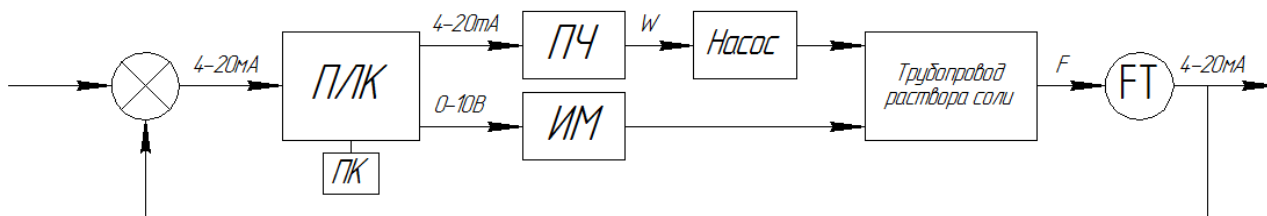


Рисунок 2.5 – Структурна схема контуру управління витратою розчину солі

Вимірювана витрата розчину солі (F) впливає на датчик вимірювання витрати (FT). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (FT) надходить на елемент порівняння. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає сигнал (4 ... 20 мА) на ПЧ і (0-10) на електропривод клапана. Після перетворювача частоти керуючий сигнал надходить на двигун насоса, а також сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний котроллер (ПЛК) виконує функції регулювання (управління), ПК-показу й реєстрації.

2.2.1.6 Контур контролю перепаду тиску на фільтрі розчину солі

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1.6), для контролю перепаду тиску на фільтрі розчину солі може бути використана структурна схема, яка представлена на рисунку 2.6.

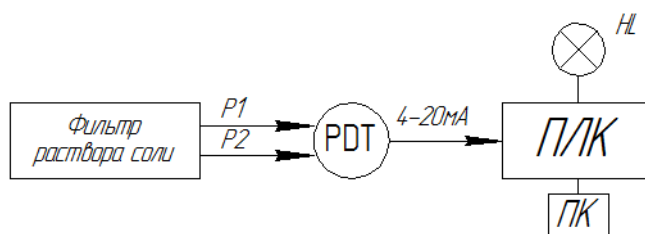


Рисунок 2.6 - Структурна схема контуру контролю перепаду тиску на фільтрі розчину солі

Вимірюється тиск перед фільтром (P1) і після фільтра (P2) впливає на датчик вимірювання різниці тисків (PDT). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (PDT) надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає дискретний сигнал (ДС) на світлодіод, а також сигнал йде на блок

перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний контроллер (ПЛК) виконує функції ПК-свідчення, сигналізації і реєстрації.

2.2.2 Контроль і управління рівнем

2.2.2.1 Контур контролю і управління рівня води в ємності солерозчинники

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1.7), для контролю і регулювання рівня води в Солерозчинники може бути використана структурна схема, яка представлена на рисунку 2.7.

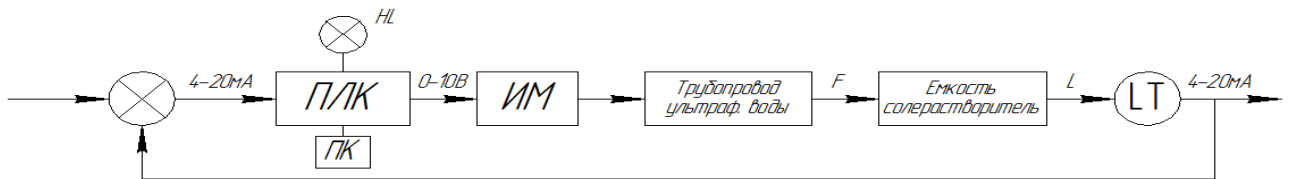


Рисунок 2.7 - Структурна схема контуру контролю і регулювання рівня води в солерозчиннику

Вимірюваний рівень води (L) в ємності, впливає на датчик вимірювання рівня води (LT). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (LT) надходить на елемент порівняння. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає дискретний сигнал (ДС) на світлодіод, і керуючий сигнал (0 ... 10В) на регулюючий клапан, а також сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний контроллер (ПЛК) виконує функції регулювання (управління), ПК-свідчення, реєстрації і сигналізації.

2.2.2.2 Контур контролю рівня пом'якшеної води в накопичувальних ємностях

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1.8), для контролю і регулювання рівня води в накопичувальній ємності може бути використана структурна схема, яка представлена на рисунку 2.8.

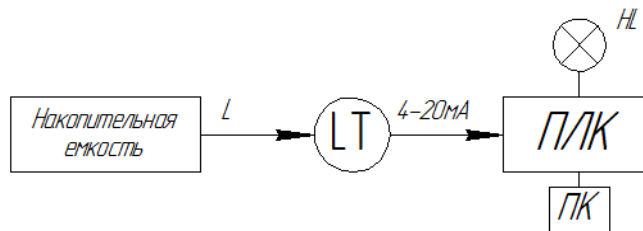


Рисунок 2.8 - Структурная схема контура контроля уровня воды в накопительной емкости

Вимірюваний рівень пом'якшеної води (L) в накопичувальній ємності, впливає на датчик вимірювання рівня води (LT). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (LT) надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає дискретний сигнал (ДС) на світлодіод, а також сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний контролер (ПЛК) виконує функції ПК-свідчення, реєстрації і сигналізації.

Контур аналогічний для всіх накопичувальних ємностей.

2.2.2 Контроль концентрації

2.2.3.1 Контур контролю концентрації хлору в трубопроводі

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1.9), для контролю концентрації вільного хлору може бути використана структурна схема, яка представлена на рисунку 2.9

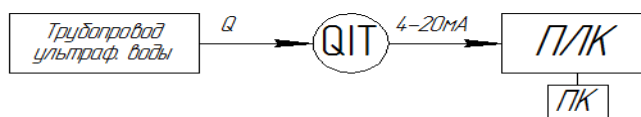


Рисунок 2.9 – Структурна схема контуру контролю остаточної концентрації хлору

Вимірюється концентрація хлору (Q) впливає на датчик вимірювання концентрації (QT). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (QT) надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), далі цей сигнал надходить на комп'ютер. Програмований логічний контролер (ПЛК) виконує функції ПК-показу й реєстрації.

2.2.3.2 Контур контролю жорсткості готового продукту

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1.10), для контролю жорсткості готового продукту може бути використана структурна схема, яка представлена на рисунку 2.10.

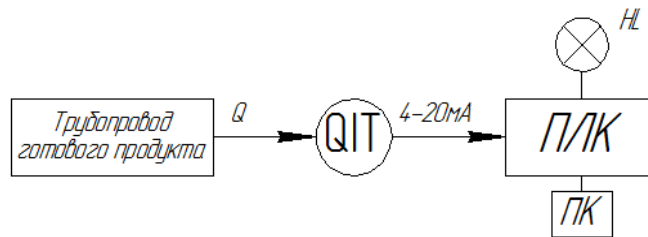


Рисунок 2.10 – Структурна схема контуру контролю жорсткості готового продукту

Вимірюється ступінь жорсткості води (Q), впливає на датчик вимірювання жорсткості води (QIT). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (QIT) надходить на програмований логічний контролер ($ПЛК$), далі цей сигнал надходить на комп'ютер. Програмований логічний контролер ($ПЛК$) виконує функції ПК-показу й реєстрації.

2.2.4 Управління дозуванням бісульфиту натрію

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу, для дозування бісульфиту натрію може бути використана структурна схема, яка представлена на рисунку 2.11.



Рисунок 2.11 – Структурна схема дозування бісульфита натрію.

Вимірювана витрата води (F) впливає на датчик вимірювання витрати (FT). Аналоговий сигнал 4 ... 20 мА на виході датчика (FT) надходить на елемент порівняння. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер ($ПЛК$), який передає сигнал (4 ... 20 мА) на мембранний насос-дозатор (MD). Насос здійснює витрата реагенту (F) в залежності від розходу

ультрафільтрований води в трубопроводі. Так само сигнал від ПЛК подається на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер. Програмований логічний контролер (ПЛК) виконує функції регулювання (управління), ПК-показу й реєстрації.

2.2.5 Управління циклами установок

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу, необхідно підтримувати цикли промивки і регенерації одного з фільтрів установки іонного обміну. При цьому інші два фільтра повинні працювати в сервісному режимі. Це можна здійснити закриттям і відкриттям певних клапанів на трубопроводах, за допомогою програми контролера.

Цикл для регенерації фільтра може складатися з наступних етапів:

- 1) Розпушування, здійснюється шляхом задачі пом'якшеної води з великою швидкістю потоку через фільтр знизу-вгору. При цьому, використана пом'якшена вода виходить в дренаж;
- 2) Регенерація, здійснюється шляхом задачі одночасно пом'якшеної води і насиченого сольового розчину по одному трубопроводу до фільтру знизу-вгору. При цьому, використаний розчин виходить в дренаж;
- 3) Повільна промивка, здійснюється шляхом задачі пом'якшеної води протягом тривалого часу через фільтр знизу-вгору. При цьому, використана пом'якшена вода виходить в дренаж;
- 4) Швидка промивка, здійснюється шляхом задачі ультрафільтрований води протягом тривалого часу через фільтр зверху вниз. При цьому, використана ультрафільтрований вода виходить в дренаж. Для управління положення клапанів може бути використана структурна схема, яка представлена на рисунку 2.12.

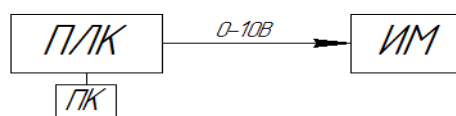


Рисунок 2.12 –Структурна схема управління положенням клапанів

3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ, РОЗРОБКА СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Засоби автоматизації, за допомогою яких буде здійснюватися управління процесом, повинні бути обрані технічно грамотно і економічно обґрунтовано.

Конкретні типи пристроїв вибирають з урахуванням особливостей об'єкта управління. Впершу чергу беруть до уваги такі фактори, як пожежо- і вибухонебезпечність, агресивність і токсичність середовищ, число параметрів, що беруть участь в управлінні, і їх фізико-хімічні властивості, а також вимоги якості контролю і регулювання. На підставі конструктивно-технологічного аналізу об'єкта управління можна зробити висновок, що даний технологічний процес не є пожежо- та вибухонебезпечним і не має токсичних середовищ.

Основний концептуальної лінією вибору датчиків і виконавчих механізмів на етапі вибору засобів автоматизації є вартість, зручність монтажу та обслуговування, уніфікованість приладів під сучасні засоби прийому / передачі та обробки інформації, а також вибір засобів автоматизації від одного виробника.

3.1 Вибір засобів автоматизації

Вибір датчиків тиску

Для вимірювання тиску в трубопроводі, можуть бути використані наступні манометри:

а) Манометр ДМ 05160 (М), 0 ... 1 МПа.

Застосовується для вимірювання надлишкового тиску рідин, газу і пари. Клас точності 1,5, вартість манометра з необхідними технічними характеристиками становить 260 грн.

б) Манометр ОБМ-100, 0 ... 1 МПа.

Манометр ОБМ-100 - застосовується для вимірювання надлишкового тиску води, газів, пари та інших неагресивних і не розчиняють мідь середовищ. Клас

					СУЗ-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

точності 1,5, вартість манометра з необхідними технічними характеристиками становить 258,8 грн.

в) Манометр МТ-3У-М, 0 ... 1 МПа.

Прилади МТ-3У призначені для вимірювання надлишкового та вакуумметричного тиску неагресивних рідин і газів. Клас точності 1,5, вартість манометра з необхідними технічними характеристиками становить 160 грн.

Порівнявши технічні характеристики манометрів, а також їх вартість і взявши до уваги основний принцип вибору можна зробити висновок, що, манометр МТ-3У-М має найменшу вартість. Тому вибираємо манометр МТ-3У-М.

Зовнішній вигляд манометра представлений на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд манометра МТ-3У-М 0...1 МПа.

Вибір датчиків різниці тиску

Для вимірювання перепаду тиску на фільтрі розчину солі можуть бути використані наступні датчики:

а) Перетворювачі диференціального тиску ОВЕН ПД200-ДД.

Перетворювачі даної моделі призначені для вимірювання перепаду тиску або рівня рідини в судинах під тиском або витрати середовища на звужуючих пристроях в системах автоматичного регулювання та керування.

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3.1.

б) Датчик перепаду тиску Корунд-ДЦ-101.

Перетворювач тиску малогабаритний призначений для перетворення різностного тиску рідких та газоподібних агресивних середовищ.

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3.1.

в) Датчик перепаду тиску ЗОНД-10-ДД.

					СУз-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Датчики тиску серії ЗОНД-10-ДД призначені для вимірювання різниці тиску рідких та газових середовищ. Використовується в нейтральних, а також агресивних середовищах. Має РКІ індикатор.

Основні характеристики датчиків наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Основні технічні характеристики датчиків різниці тиску

Назва датчика	Функціональні особливості.	Діапазон кгс/см ²	Основна похибка	Вих. сигнал	Вартість, грн
ОВЕН ПД200-ДД	Датчик перепаду тиску	від 0 до 20	±0,1%	4...20мА	13 174,41
КОРУНД-ДД-101	Датчик перепаду тиску	від 0 до 15	±0,5 %	0...5 мА	4 821,56
ЗОНД-10-ДД	Датчик різниці тиску з РКІ	від 0 до 10	±0,25%	4...20мА	1 689,20

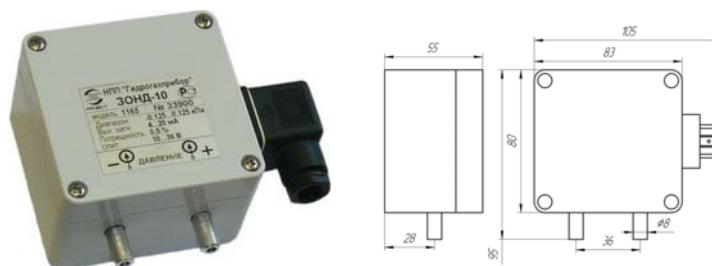
Порівнявши технічні характеристики датчиків, а також їх вартість і взявши до уваги основний принцип вибору можна зробити висновок, що датчик тиску ЗОНД-10-ДД, має найменшу вартість і також володіє достатньою точністю вимірювань.

Тому обираємо датчик тиску ЗОНД-10-ДД.

Зовнішній вигляд датчика представлений на рисунку 3.2.

Приклад позначення для замовлення:

ЗОНД10-ДД- 1165м; 2,5 кПа÷60 кПа; 4-20мА; 0.25%; -10±50⁰С.



а)

б)

Рисунок 3.2 – Датчик перепаду тиску ЗОНД-10-ДД: а) зовнішній вигляд;

б) габаритні і приєднувальні розміри.

Вибір датчиків рівня

Робочий рівень в першій і другій накопичувальних ємностях однаковий, тому для обох ємностей підійдуть однакові датчики рівня.

Для вимірювання рівня в ємностях можливе використання наступних датчиків:

а) Ультразвуковий рівнемір INNOLevel ECHO

Призначені для роботи в системах автоматичного контролю, регулювання та управління технологічними процесами і забезпечують безперервне перетворення значення вимірюваного рівня в ємності. Використовуються для безконтактного контролю рівня.

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3.2.

б) Датчик гідростатичного тиску САПФІР 22 ДГ 2520

Датчик САПФІР 22 ДГ використовують в системах АСУТП для вимірювання гідростатичного тиску палива, води, рідин, газу або пари, що дозволяє контролювати витрату і рівень цих середовищ, а також для безперервної передачі вимірюваних значень у вигляді стандартного вихідного струмового сигналу на вторинну апаратуру реєстрації даних або виконавчі механізми.

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3.2.

в) Поплавковий датчик рівня ОВЕН ПДУ-І

Датчик рівня ОВЕН ПДУ-І призначений для вимірювання рівня, а також для безперервної передачі вимірюваних значень у вигляді стандартного вихідного струмового сигналу на вторинну апаратуру реєстрації даних або виконавчі механізми.

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Зведена таблиця параметрів датчиків рівнів.

Назва датчика	Функціональні особливості	Діапазон вимірювань	Основна похибка	Вих. сигнал	Вартість, грн.
INNOLevel ECHO	Ультразвуковий рівнемір	0,6...15м	0,3 %	RS-485, 4-20 мА	16 221,16

САПФИР 22 ДГ 2520	Датчик гідростатичного тиску	0...15 кгс/см ²	0,25 %	0-5мА, 4-20 мА	14 423,93
ОВЕН ПДУ-И	Поплавковий датчик рівня	0...2м	0,6 %	4-20 мА	7 495,01

Порівнявши технічні характеристики датчиків рівня, а також їх вартість можна зробити висновок, що, так як висока точність вимірювання не потрібно і, взявши до уваги принцип вибору датчиків, то вибрали датчик з мінімальною вартістю і відносно невеликою величиною похибки ОВЕН ПДУ-И.2000.

Зовнішній вигляд датчика рівня представлений на рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 – Датчик рівня ПДУ-И.2000

Вибір витратоміра

Для вимірювання витрат газів, можливе використання наступних лічильників:

а) Ультразвуковий витратомір US-800.

Ультразвуковий витратомір US-800 застосовується для вимірювання та комерційного обліку витрати і об'єму гарячої та холодної води в системах опалення та водопостачання, а також інших рідин, включаючи стічні води, агресивні рідини і хімікати.

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3.3.

б) Ультразвуковий витратомір KROHNE UFM 3030

Витратоміри призначені для вимірювання в прямому і зворотному напрямках витрати і об'єму, в тому числі для комерційного обліку, рідин і зріджених газів, що знаходяться під тиском в напірних трубопроводах з діаметром умовного проходу від 25мм до 1600мм.

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Зведена таблиця параметрів витратомірів

Назва датчика	Діапазон м ³ /час	Основна похибка	Вих. сигнал	Вартість, грн
US-800	0...120	±1%	4-20мА, RS-485	51 679,94
KROHNE UFM 3030	0...100	±0,3 %	4-20мА	45 200

Порівнявши технічні характеристики датчиків витрати, а також їх вартість можна зробити висновок, що ультразвуковий витратомір KROHNE UFM 3030 має більш високу точність вимірювань, і меншою вартістю, що більш необхідно в даній системі.

Зовнішній вигляд витратоміра-лічильника представлений на рисунку 3.4.



Рисунок 3.4 – Зовнішній вигляд витратоміра KROHNE UFM 3030.

Вибір перетворювача частоти

У цьому технологічному процесі необхідно підтримувати витрата води на заданому значенні. Це здійснюється за рахунок зміни частоти обертання двигунів насосів, засобами перетворювача частоти.

а) Перетворювач частоти ОВЕН ПЧВ3 (рисунок 3.5).

Векторні перетворювачі частоти овен ПЧВх з функцією автоматичної оптимізації енергоспоживання призначені для управління частотою обертання трифазних асинхронних двигунів в складі приводів промислових установок, систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

Застосування перетворювачів частоти овен ПЧВх дозволяє істотно розширити робочий діапазон управління, підвищити точність регулювання і швидкодія електроприводу. реальне зниження енергоспоживання при використанні овен ПЧВх може досягати 35%.

У ПЧВ3 можливості взаємодії перетворювача з іншими пристроями системи частотного управління приводом значно розширені за рахунок збільшення кількості дискретних і аналогових виходів. ПЧВ3 мають два релейних і два аналогових струмових виходу, які при необхідності можуть використовуватися як цифрові. Це розширює можливості використання ПЧВ в системах каскадного управління насосами, а також покращує організацію роботи додаткових систем автоматики.

У ПЧВ3 значно розширені функціональні можливості, а саме режими: «пожежний», «сплячий» і контроль «обриву ремня» з виконанням спеціальних алгоритмів роботи приводів.



Рисунок 3.5 – Перетворювач частоти ОВЕН ПЧВ3

Крім інтерфейсу Modbus ПЧВ3 підтримує кілька додаткових інтерфейсів для більш зручної інтеграції в системи інтелектуальної будівлі, а саме: BACNet, Metasys N, FLN Arpegge. Заводські настройки «за замовчуванням» дозволяють

користувачеві з мінімальними витратами випробувати роботу приводу в ручному та автоматичному режимах після введення основних параметрів АД.

б) Перетворювачі частоти серії FR-F740-00023-EC Mitsubishi Electric (рисунок 3.6).

Частотні перетворювачі Mitsubishi демонструють свою високу надійність, унікальні енергозберігаючі властивості і вражаючі вбудовані можливості.

FR-F740 призначені для роботи з насосами і вентиляторами, а також для застосувань зі зниженою навантаженням, наприклад, системи вентиляції будівель в промисловості, в витяжних установках і повітродувках, а також в техніці обробки стічних вод, насосах для ґрунтової води і теплових насосах.

Основними особливостями даного ПЧ є:

- * Повний контроль і підвищений захист електродвигуна;
- * Запуск при обертається навантаженні;
- * Оптимальне узгодження характеристики крутного моменту з характеристикою механізму;
- * Управління декількома вентиляторами або насосами;
- * Локальне ПД-регулювання та опції підключення до мережі обміну даними;
- * Економія енергії понад 60% завдяки технології ОЕС;
- * Великий термін служби при спрощеному техобслуговуванні.



Рисунок 3.6 – Перетворювач частоти FR-F740-00023-EC Mitsubishi Electric.

Основні характеристики перетворювачів частоти наведені в таблиці 3.4.

					СУЗ-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 3.4 - Основні характеристики перетворювачів частоти.

Виробник	ОВЕН	Mitsubishi Electric
Найменування	ПЧВЗ	FR-F740
Діапазон потужності	0,37-90 кВт	0,75...630 кВт
Живлення	3-фазне 380-480В	3-фазне 380-480В
Вихідна частота	0...200 Гц	0...400 Гц

Порівнявши технічні характеристики перетворювачів частоти, можна зробити висновок, що обидва перетворювача однаково підходять. І хоча перетворювач FR-F740 має більший діапазон потужностей і вихідний частоти, перевагу віддано перетворювача ПЧВЗ, так як він має достатній діапазон вихідної частоти для даного виміру, і значно меншу вартість - тому слід використовувати перетворювач частоти ПЧВЗ. У таблиці 3.5 наведені модифікації ПЧ для кожного насоса.

Таблиця 3.5 - Необхідна модифікація ПЧ в залежності від насоса

Назва насоса	Продуктивність насоса, м ³ /ч	Потужність двигуна насоса, кВт	Модифікація ПЧВЗ	Ціна ПЧ, грн
Grundfos NB 65-160/177	100	25	ПЧВЗ-22К-В	34920
Grundfos NB40-160/172	45	7,5	ПЧВЗ-7К5-В	15840
Grundfos NB40-200/172	40	5,5	ПЧВЗ-5К5-В	14220
Grundfos CRN5-8	6,7	1,1	ПЧВЗ-1К5-В	8388

Вибір аналізатора хлору

Для вимірювання залишкової концентрації вільного хлору можуть бути використані:

- а) Аналізатор активного хлору в воді ФЛЮОРАТ АС-2

Аналізатор ФЛЮОРАТ АС-2 призначений для безперервного автоматичного контролю активного незв'язаного хлору в водних середовищах. Аналізатор здійснює автоматичний контроль водних потоків в технологічних процесах водопідготовки, на природоохоронних об'єктах, у питній воді. ФЛЮОРАТ АС-2 забезпечує високу чутливість і експресному аналізу, низьку витрату застосовуваного реагенту, може працювати в складі системи контролю і управління технологічним процесом.

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3.6.

б) Аналізатор вмісту хлору в воді (АСХВ) серії М1031С

Аналізатор вмісту хлору в воді АСХВ / М1032С як технологічний прилад призначений для вимірювання та контролю залишкового або загального хлору в процесі підготовки питних, стічних і оборотних технічних вод, а також при водопідготовці в плавальних басейнах. Для зв'язку з іншими пристроями (Аква процесором, дозуючим насосом, електромеханічним дозуючим вентилем (ЕМДВ) і т.п.) передбачені два аналогових струмових виходу (4-20 мА). За допомогою цих виходів можуть ретранслювати такі сигнали: вмісту хлору в воді, температура води або продуктивність регулятора.

Основні характеристики датчика наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Основні характеристики аналізаторів хлору.

Назва	ФЛЮОРАТ АС-2	АСХВ/М1032С
Діапазон вимірювання	0...5 мг Cl ₂ /л	0,1...5 мг Cl ₂ /л
Вихідний сигнал	4...20 мА	4...20 мА, RS-485
Основна похибка	2%	2%
Вартість	8864,26 грн	4026,29 грн

Порівнявши в характеристики аналізаторів хлору, а також їх вартість можна зробити висновок, що, так як висока точність вимірювання не потрібно і, взявши до уваги принцип вибору датчиків, то вибрали датчик з мінімальною вартістю і прийнятною величиною похибки АСХВ / М1032С.

Зовнішній вигляд аналізатора хлору представлений на рисунку 3.7.



Рисунок 3.7 – Аналізатора хлору АСХВ/М1032С

Вибір контролера

На підставі таблиці 1.1 і аналізі технічного процесу висунемо вимоги до портів контролера, які винесені в таблицю 3.7.

Таблиця 3.7 - Вимоги до портів контролера.

Сигнали	Кількість сигналів
Аналогові вхідні	10
Дискретні вхідні	1
Аналогові вихідні	22
Дискретні вихідні	5

Орієнтуючись на технічні дані датчиків і виконавчих механізмів, для компоновки системи управління засобами обчислювальної техніки обрані модулі компанії ОВЕН, орієнтовані на споживачів країн СНД. Ці кошти є повністю російською розробкою найбільшого виробника засобів промислової автоматизації - компанії ОВЕН.

Це дозволяє отримати детальну документацію російською мовою, технічну підтримку і навчання, а також гарантійне і післягарантійне обслуговування в сервісних центрах по всьому СНД.

Програмований логічний контролер ОВЕН ПЛК 160

Призначений для створення систем управління малими та середніми об'єктами.

Побудова системи управління і диспетчеризації на базі ОВЕН ПЛК можливо як за допомогою провідних засобів - використовуючи вбудовані інтерфейси Ethernet, RS-232, RS-485, так і за допомогою бездротових засобів - використовую радіо, GSM, ADSL модеми.

Конструктивні особливості ОВЕН ПЛК 160:

- Контролер виконаний в компактному DIN-рейковому корпусі
- Розширення кількості точок введення \ виведення здійснюється шляхом підключення зовнішніх модулів введення \ виводу за допомогою одного з вбудованих інтерфейсів.

У контролері закладені потужні обчислювальні ресурси при відсутності операційної системи:

- високопродуктивний процесор RISC архітектури ARM9, з частотою 180МГц компанії Atmel;
- великий обсяг оперативної пам'яті - 8МБ;
- великий обсяг постійної пам'яті - Flash пам'ять, 4МБ;
- обсяг енергонезалежної пам'яті, для зберігання змінних - до 16КБ.

Зовнішній вигляд ПЛК представлений на рисунку 3.8.



Рисунок 3.8 – ОВЕН ПЛК 160

Електричні параметри:

- Два варіанти живлення для кожного контролера:
- змінний струм: (90-265) В, (47 ... 63) Гц;
- постійний струм: (18-29) В.
- Невелика споживана потужність до 10 Вт.
- Дискретні входи - 16
- Дискретні виходи - 12
- Аналогові входи - 8
- Аналогові виходи - 4
- Всі дискретні входи контролера вимірюють сигнал 24В.
- Тип сигналу може бути як n-p-n, так і p-n-p.
- Дискретні виходи типу: Р - реле.

«Швидкі» аналогові входи, для підключення уніфікованих датчиків струму, напруги. Дискретні виходи контролерів даної лінійки можуть бути налаштовані на видачу ШІМ, або генератора з високою точністю.

Вартість ПЛК - 11 800,80 грн.

Так як вбудованих аналогових входів / виходів мало, то існує необхідність використання додаткових модулів введення / виведення аналогових сигналів.

Модуль введення аналогових сигналів ОВЕН МВ110-8А

Прилад призначений для перетворення вимірюваних аналогових сигналів в цифровий код і передачі результатів вимірювання в мережу RS-485. Призначається для побудови автоматизованих систем збору даних в різних областях промисловості, сільського та комунального господарства, на транспорті.

Прилад працює в мережі RS-485 за протоколами ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON.

Прилад має наступні групи гальванічно ізольованих ланцюгів:

- ланцюг живлення приладу;
- ланцюг інтерфейсу RS-485;
- ланцюг вимірювальних входів.

					СУЗ-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Прилад не є Майстром мережі, тому мережа RS-485 повинна мати Майстер мережі. Наприклад, ПК із запущеною на ньому SCADA-системою, контролер або регулятор.

Прилад відповідає вимогам по стійкості до впливу перешкод відповідно до ГОСТ Р 51522 для обладнання класу А.

Модель введення аналогових сигналів представлений на рисунку 3.9.



Рисунок 3.9 – ОВЕН МВ110-8А

Основні особливості модуля швидкісного введення аналогових сигналів МВ110-8АС:

- 8 каналів аналогового введення
- Типи вхідних сигналів: уніфіковані сигнали струму (0-20 мА, 4-20 мА, 0-5 мА)

і напруги (0-10 В)

- Частота вимірів: до 200 вибірок в секунду
- Напруга живлення: ~ 220 В або 24 В (в залежності від модифікації)
- Вбудоване джерело живлення датчиків: 24 В, 180 мА (для модифікації зі змінним напругою живлення)

Приклад позначення при замовленні: ОВЕН МВ110-224.8А

Вартість модуля - 2 420,28 грн.

Модуль виведення аналогових сигналів ОВЕН МВУ8-У

Прилад призначений для перетворення цифрових сигналів, які передаються по мережі RS-485, в аналогові сигнали діапазоном 0 ... 10В для

					СУЗ-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

управління виконавчими механізмами або для передачі сигналів приладів реєстрації та самописцям.

МВУ8 працює в мережі RS-485 за протоколами ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON. МВУ8 не є Майстром мережі, тому мережа RS-485 повинна мати Майстер мережі, наприклад, ПК із запущеною на ньому SCADA-системою, контролер або регулятор. Як майстри мережі можуть використовуватися прилади ОВЕН ТРМ151, ТРМ133, контролери ОВЕН ПЛК і т.п.

До МВУ8 надається безкоштовний OPC-драйвер і бібліотека стандарту WIN DLL, які рекомендується використовувати при підключенні приладу до SCADA-системам і контролерам інших виробників.

Конфігурація МВУ8 здійснюється за допомогою ПК через адаптер інтерфейсу RS-485 / RS-232 або RS-485 / USB (наприклад, ОВЕН АС3-М або АС4, відповідно) за допомогою програми «Конфігуратор МВУ8», що входить в комплект поставки.

Прилад відповідає вимогам по стійкості до впливу перешкод відповідно до ГОСТ Р 51522 для обладнання класу А.

Зовнішній вигляд модуля виведення аналогових сигналів представлений на рисунку 3.10.

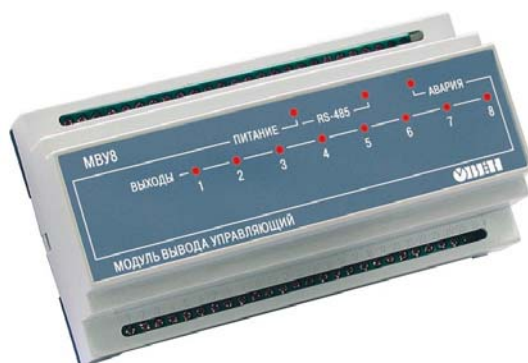


Рисунок 3.10 – ОВЕН МВУ8

Основні особливості модуля швидкісного виведення аналогових сигналів МУ110-8І

- 8 каналів аналогового виходу 0 ... 10В.

- Напруга живлення: ~ 220 В або -24 В (універсальне джерело живлення)

Приклад позначення при замовленні: ОВЕН МВУ8-У

Вартість модуля - 3 915,77 грн.

Вибір виконавчих механізмів

Для регулювання параметрів рівня і витрати необхідно вибрати виконавчі механізми, які змінюють положення клапана згідно керуючому сигналу.

В якості виконавчого механізму можна використовувати регулюючі кульові крани BELIMO R2032-16-S3 з електроприводом NR24A-SR.

Кульові регулюючі крани і приводи BELIMO використовуються як виконавчі механізми в системах автоматичного регулювання та керування технологічними процесами шляхом зміни витрати теплоносія або холодоагенту. Найбільш широко застосовуються в системах вентиляції, кондиціонування та опалення. Регулюючий клапан управляється за допомогою поворотного електроприводу. Поворотні електроприводи управляються стандартним сигналом 0 ... 10 В.

Зовнішній вигляд виконавчого механізму представлений на рисунку 3.11.



Рисунок 3.11 – Кран BELIMO R2032-16-S3 з електроприводом NR24A-SR

Основні технічні характеристики електропривода наведені в таблиці 3.8.

Таблица 3.8 – Основные технические характеристики электропривода.

Тип	NR24A-SR
Номинальна напруга живлення	-24 В, 50/60 Гц
Споживана потужність	1.5 Вт
Керуючий сигнал	0...10 В
Ступінь захисту корпусу	IP54 в будь-якому положенні установки

Загальна вартість крана з електроприводом становить - 7 677 грн.

3.2 Розробка системи сигналізації

Система сигналізації здійснюється за допомогою програмованого логічного контролера ПЛК 160, до дискретних виходів якого підключена сигнальна арматура. При перевищенні сигналізованого параметра, контролер замикає той дискретний вихід, до якого підключена лампа, призначена для оповіщення перевищення норми цього параметра. Так само передбачена звукова сигналізація, при перевищенні будь-якого з параметрів. Для її зняття, оператору необхідно задіяти вимикач зняття звукової сигналізації SA2.

Принципова схема сигналізації зображена на рисунку 3.12.

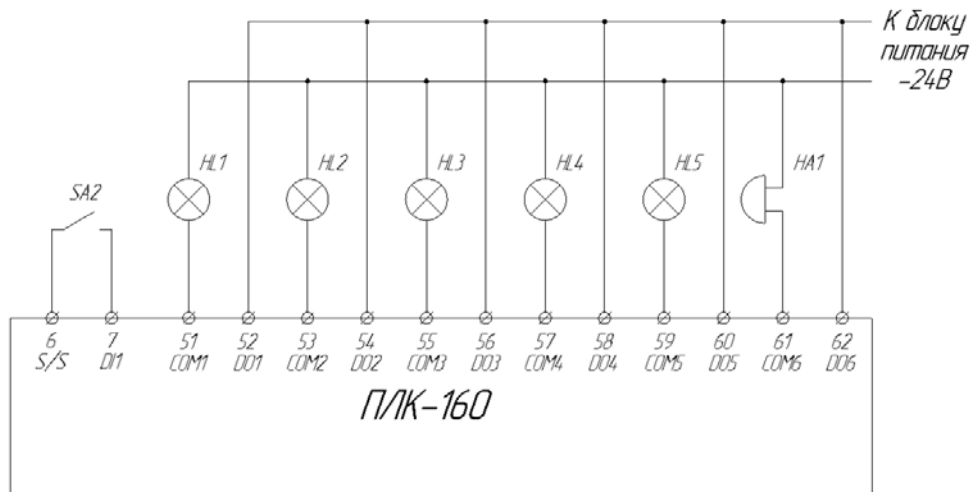


Рисунок 3.12 – Принципова схема сигналізації.

4 АЛГОРИТМ РОБОТИ СИСТЕМИ

Опис алгоритму роботи системи

У загальному вигляді система працює за алгоритмом, представленим на рисунку 4.1.

Після включення живлення система перевіряє працездатність всіх пристроїв, і потім, в разі несправності, система видасть повідомлення про несправності, після чого буде очікувати подальших дій оператора.

У разі вдалої перевірки система виконує ініціалізацію всіх пристроїв і чекатиме команди старту роботи. Після надходження команди старту запускається програма запуску системи. Дана програма необхідна для того щоб уникнути аварійних ситуацій під час пуску.

Коли програма запуску виконає повний запуск системи, система переключиться на основну програму, за якою і продовжує працювати

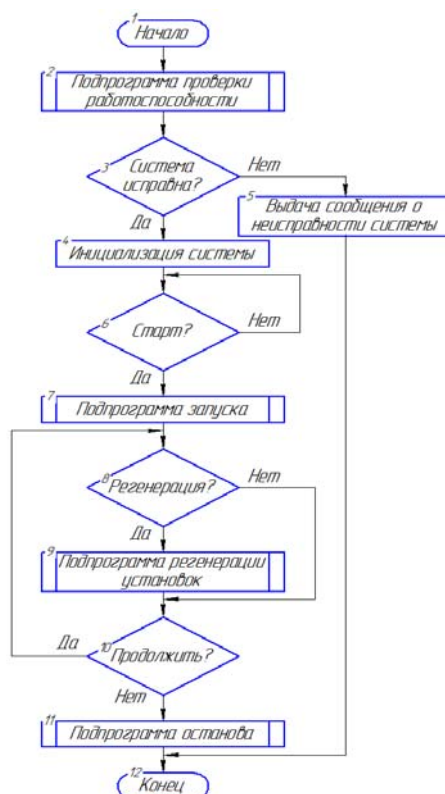


Рисунок 4.1 – Схема алгоритму роботи основної програми.

Програма перевірки працездатності

Алгоритм перевірки працездатності представлений на рисунку 4.2. Спочатку система подасть запит готовності контролера і чекатиме відповіді

протягом деякого часу, до спрацьовування сторожового таймера. Якщо контролер не відповідає протягом цього часу, то робиться висновок, що системанеісправна, якщо ж все контролер відповідає на запит, то система переходить к проверке датчиків, послідовно відправляючи запити кожному з них і чекаючи відповіді. Якщо хоча б один пристрій не відповідає, система робить висновок про несправності. У разі якщо всі датчики справні, система виходить з програми.

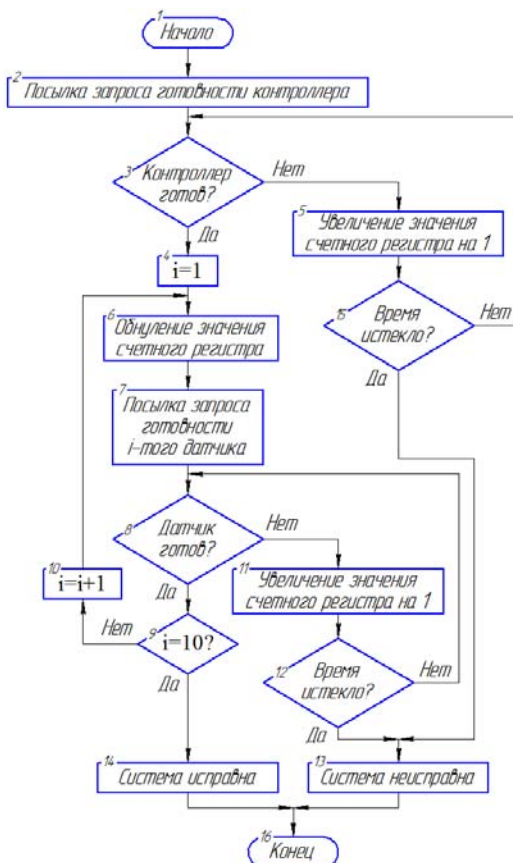


Рисунок 4.2 – Схема алгоритму роботи, підпрограми перевірки працездатності.

Програма запуску і роботи системи

Основна програма роботи системи є складним циклічний алгоритм, що складається з двох підпрограм: підпрограма запуску (роботи) системи (рисунок 4.3) і підпрограма процесу регенерації (рисунок 4.4). В процесі виконання основного алгоритму система виробляє опитування датчиків, запис значень в пам'ять, визначення сигналів неузгодженості, коригування та сигналізацію параметрів. Процес регенерації складається з двох частин

(режимів): швидка промивка і регенерація. При закінченні процесу або при виникненні аварійної ситуації передбачена програма зупинки системи для уникнення погіршення ситуації і запобігання виходу ситуації з-під контролю.

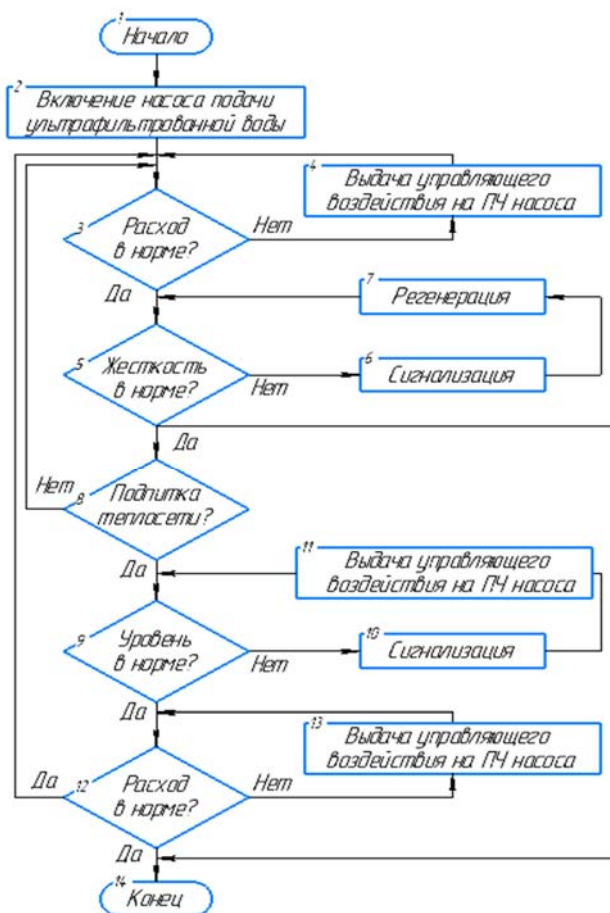


Рисунок 4.3 – Схема програми запуску системи.

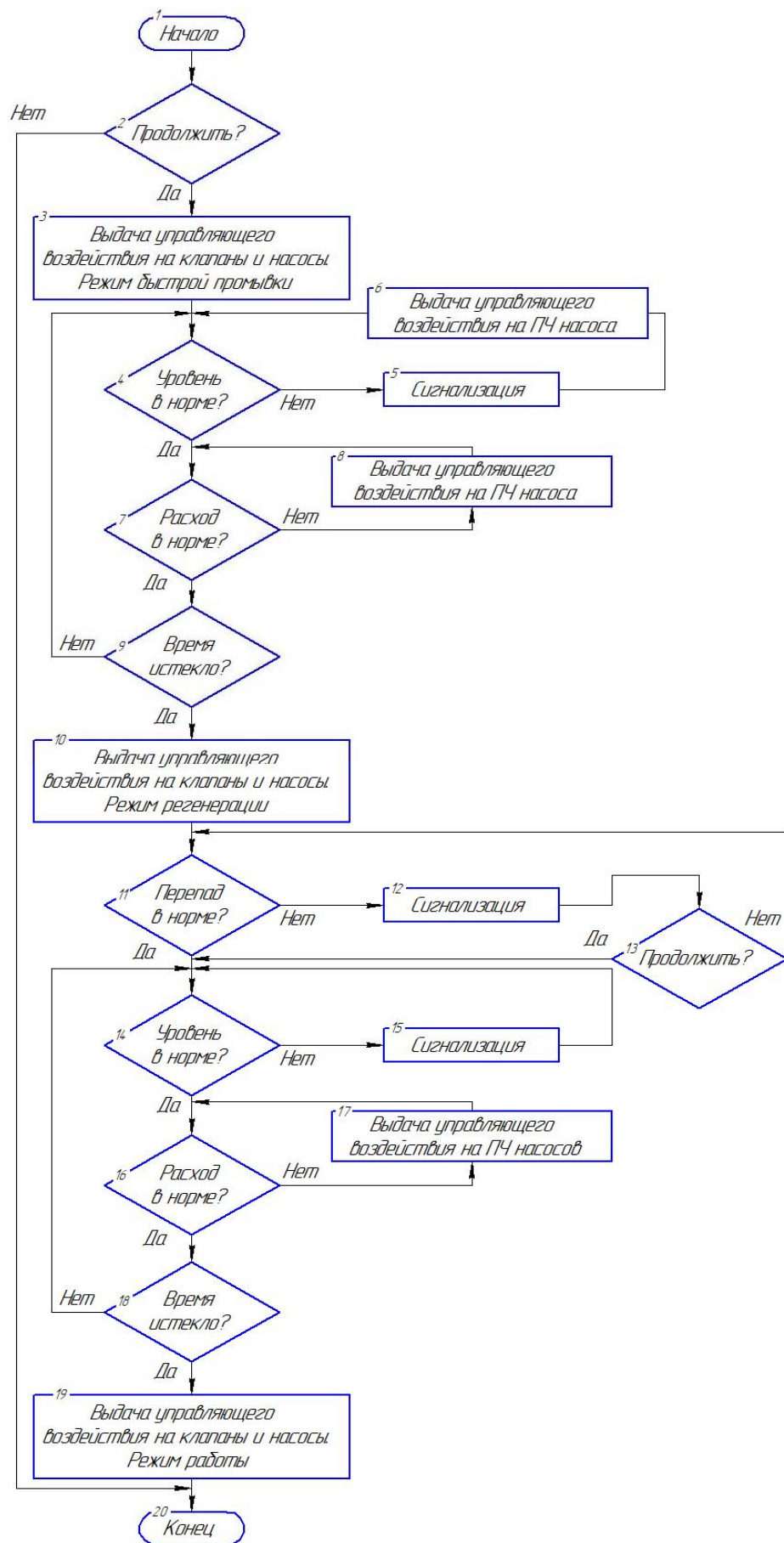


Рисунок 4.4 – Схема алгоритму роботи програми регенерації.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

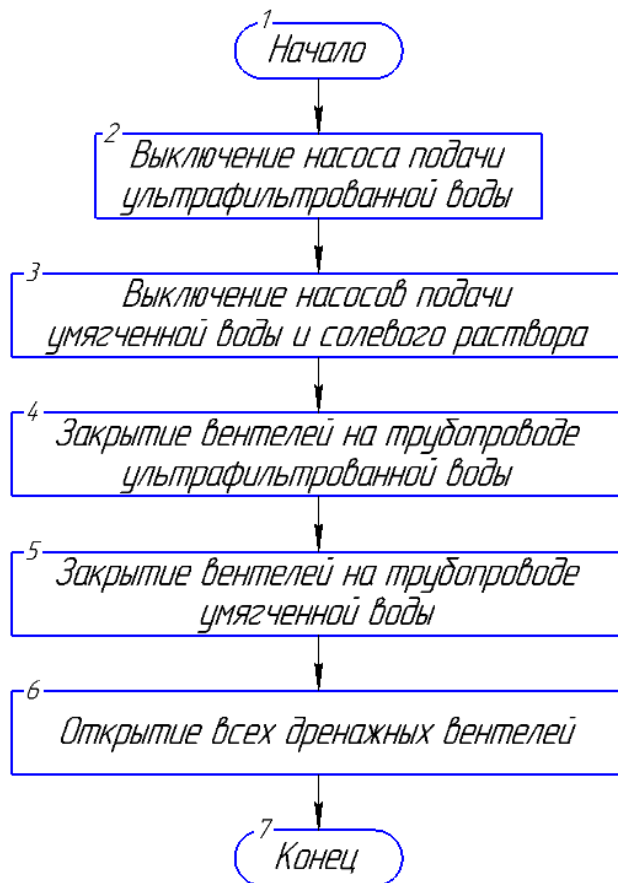


Рисунок 4.5 – Схема алгоритму работи програми зупинки.

5 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

Досліджуваний об'єкт є основним апаратом в процесі іонного обміну на ділянці ХВО, ключовим параметром зазначеного об'єкта є витрата готового продукту, який змінює своє значення в межах 45 ... 45,8 м³ / год.

В результаті синтезу ми повинні отримати перехідний процес з такими показниками якості:

- час перехідного процесу - $t_p = 1200$ мс
- перерегулювання - $\sigma = 20\%$
- витрата - $F = 44 \dots 45,8$ м³ / год
- статична точність $S_0 = 1\%$

5.1 Отримання математичного опису об'єкта управління

При подачі на вхід одиничного ступінчастого сигналу отримуємо криву розгону такого вигляду (рисунок 5.1):

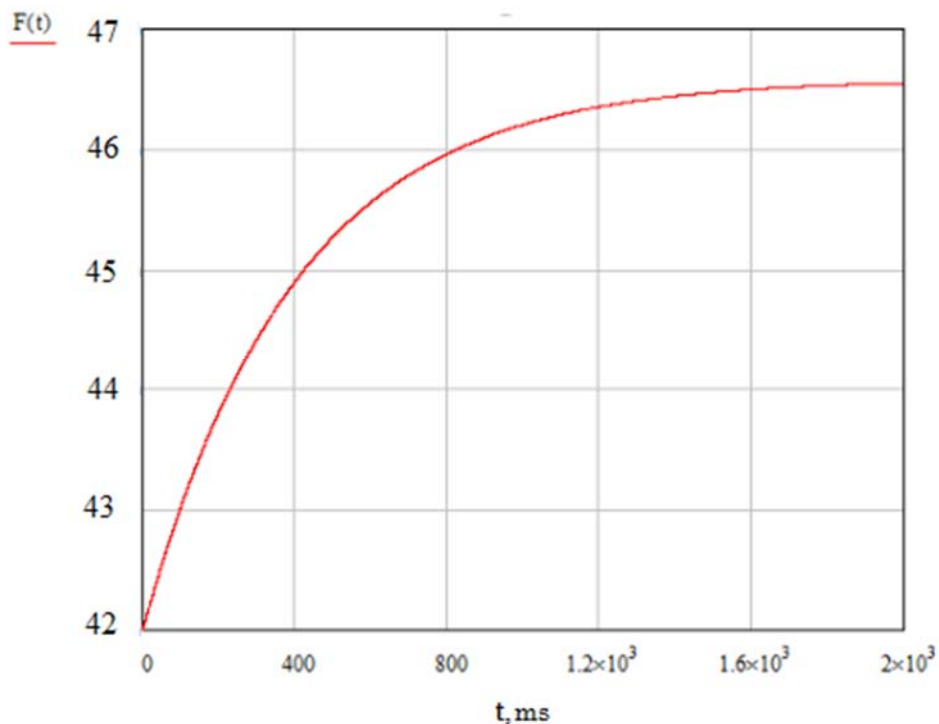


Рисунок 5.1 – Крива розгону об'єкта управління.

5.1.1 Отримання передавальної функції об'єкта управління

Для цього необхідно всі значення вихідної змінної поділити на сталі значення ($F_{уст} = 45.8 \text{ м}^3 / \text{год}$). Крива розгону в нормованому вигляді представлена на рисунку 5.2.

Для спрощення розрахунків крива розгону нормується, тобто значення вихідної змінної наводяться до діапазону 0..1, що відповідає одиничному вхідному впливу.

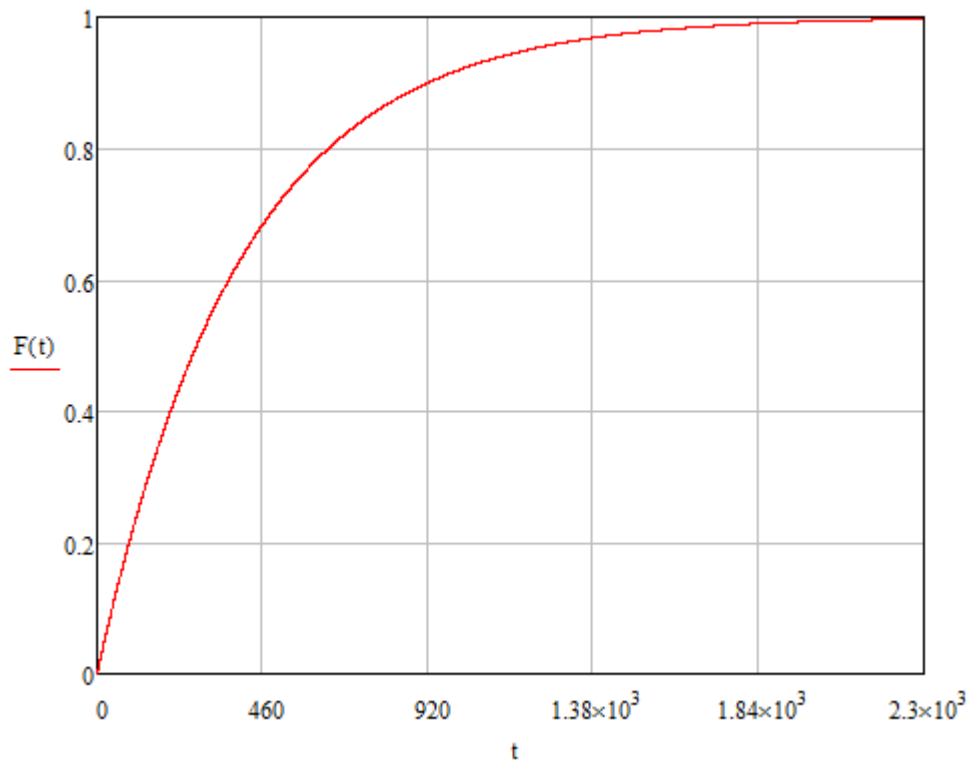


Рисунок 5.2 – Крива розгону в нормованому вигляді.

Для визначення передавальної функції скористаємося методом Орманса.

Цей метод дозволяє по нормованій кривій розгону визначити дві домінуючі постійні об'єкта управління для моделі виду:

Отримання передавальної функції об'єкта управління виконуватися в такій послідовності:

1) З нормованої кривої розгону визначаємо час, що відповідає значенню $h_n = 0,7$ і позначаємо його t_7 . З графіка цей час дорівнює 483 мілісекунди.

2) Отриманий інтервал ділимо на три частини. Піднімаємо перпендикуляр до кривої розгону і визначаємо величину h_{H4} . З нашого графіка $h_{H4} = 0,33$. Всі необхідні побудови показані на рисунку 5.3.

3) Аналітично доведено зв'язок між точками кривої розгону і параметрами моделі, а саме $t_7 = 1,2 (T_1 + T_2)$.

4) Постійні часу об'єкта управління T_1 і T_2 визначаються за допомогою допоміжної величини Z_2 , для знаходження якої використовується номограма (рисунок 5.4).

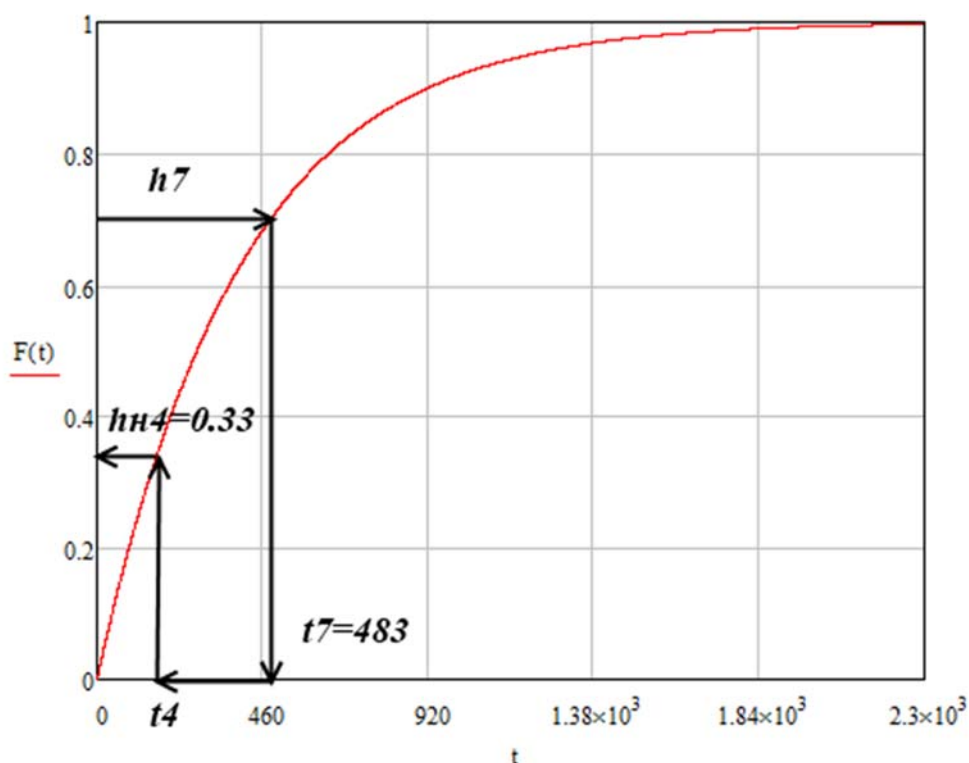


Рисунок 5.3 – Крива розгону з необхідними побудовами.

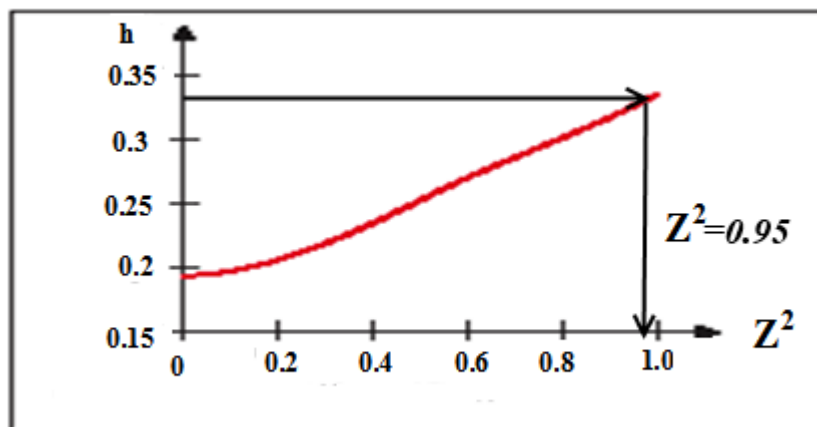


Рисунок 5.4 - Номограма для визначення величини Z^2

1) Постійні часу об'єкта управління T_1 і T_2 визначаються за такими формулами 5.1:

$$T_1 = \frac{t_7}{2.4}(1+z) \quad T_2 = \frac{t_7}{2.4}(1-z) \quad (5.1)$$

$$T_1 = \frac{483}{2.4}(1 + 0.975) = 397 \text{ мс}$$

$$T_2 = \frac{483}{2.4}(1 - 0.975) = 5 \text{ мс}$$

Якщо $T_1 \gg T_2$, то можна перейти до моделі першого порядку:

$$W(p) = \frac{Ke^{-\tau p}}{1+Tp}$$

Підсумкова передатна функція без впливу на неї зовнішніх впливів може бути отримана в результаті поділу коефіцієнта $k = 45,8 \text{ м}^3 / \text{год}$ вихідної ПФ на $P = 1 \text{ кгс} / \text{см}^2$:

$$k = \frac{45,8}{1 \text{ кгс/см}^2} = 45,8 \text{ м}^3 \text{ см}^2 / \text{год} * \text{кгс}$$

І підсумкова передавальна функція набуде вигляду:

$$W(p) = \frac{45,8}{397p + 1}$$

Побудуємо перехідну характеристику отриманої передавальної функції об'єкта управління і порівняємо її з вихідної кривої розгону. Нормовані графіки перехідних характеристик показані на малюнку 5.5. На графіку крива розгону з експерименту відзначається як $F(t)$, а перехідна характеристика, отримана аналітично - $h(t)$.

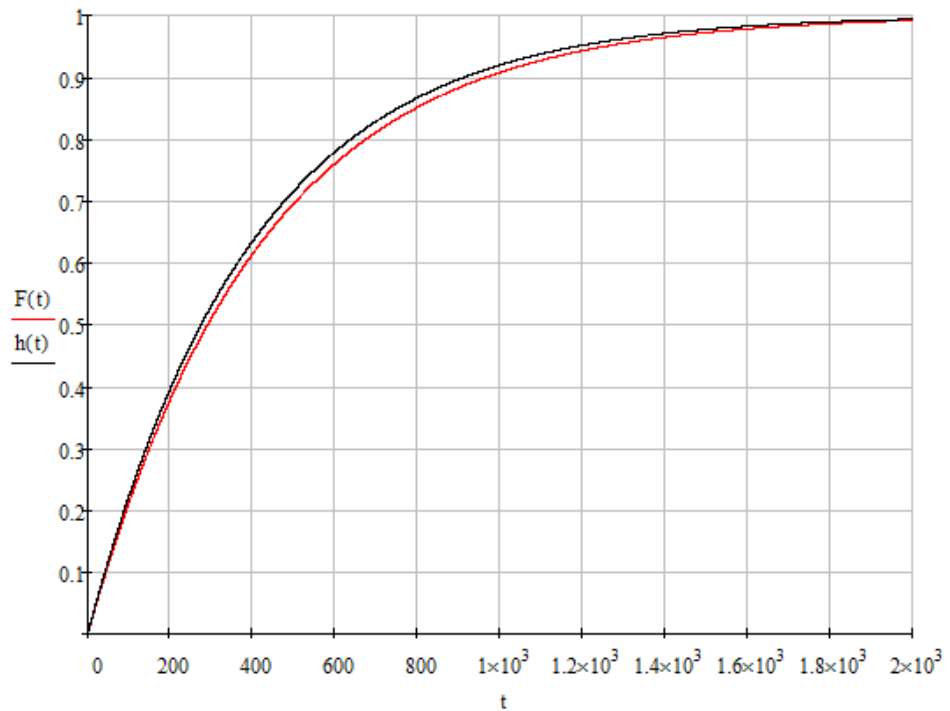


Рисунок 5.5 – Перехідні характеристики об'єкта

5.1.1 Перевірка адекватності отриманих кривих розгону

Використовуючи метод Фішера, перевіримо відповідність перехідних характеристик (отриманих аналітично і експериментальним шляхом). Для цього весь інтервал часу ділимо на 10 частин і визначаємо Y_i екс і Y_i мод. Ці значення зведені в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 - Значення, отримані з перехідних характеристик

$Y_{\text{екс}}$	0.37	0.61	0.75	0.85	0.9	0.94	0.96	0.97	0.99	1
$Y_{\text{мод}}$	0.39	0.63	0.77	0.86	0.92	0.95	0.97	0.98	0.99	1
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Визначаємо оцінку дисперсії за формулою 5.2:

$$S_{\text{екс, мод}} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{10} (Y_i - \bar{Y})^2 \quad (5.2)$$

Розрахунок проводимо в математичному пакеті MathCad.

$$Y_1 := 0.37 \quad Y_2 := 0.61 \quad Y_3 := 0.75 \quad Y_4 := 0.85 \quad Y_5 := 0.9 \quad Y_6 := 0.94 \quad Y_7 := 0.96 \quad Y_8 := 0.97$$

$$Y_9 := 0.99 \quad Y_{10} := 1$$

$$S_{eks} := \frac{1}{9} \cdot \sum_{i=1}^{10} (Y_i - 0.834)^2$$

$$S_{eks} = 0.042$$

$$Y_1 := 0.39 \quad Y_2 := 0.63 \quad Y_3 := 0.77 \quad Y_4 := 0.86 \quad Y_5 := 0.92 \quad Y_6 := 0.95 \quad Y_7 := 0.97 \quad Y_8 := 0.98$$

$$Y_9 := 0.99 \quad Y_{10} := 1$$

$$S_{mod} := \frac{1}{9} \cdot \sum_{i=1}^{10} (Y_i - 0.8346)^2$$

$$S_{mod} = 0.04$$

Визначаємо критерій з формули:

$$K = \frac{S_{max}}{S_{min}} \quad (5.3)$$

$$K = \frac{0.042}{0.04} = 1.05$$

По таблиці Фішера для $f_1 = 10$, $f_2 = 10$ визначаємо критерій Фішера. Для цих значень він дорівнює 2,98.

Оскільки отриманий критерій менше ніж критерій Фішера ($1,05 < 2,98$), то робимо висновок, що модель адекватна.

5.1 Синтез системи управління методом логарифмічних амплітудних характеристик

5.2.1 Побудова асимптотичної ЛАЧХ незмінної частини системи $L_n(\omega)$

Для передавальної функції об'єкта управління $W_o(p)$ необхідно побудувати асимптотическую ЛАЧХ.

$$W(p) = \frac{45.8}{397p + 1}$$

					СУЗ-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Фіксація низькочастотної асимптоти ЛАЧХ проводиться на частоті $\omega = 1$ Гц на рівні, визначеному з виразу $L_n(1) = 20 \lg(k) = 20 \lg(45.8) = 33,217 \text{дБ}$, де до- коефіцієнт посилення постійної частини розімкнутої САУ.

Знайдемо сполучні частоти і ранжируємо їх в порядку зростання.

$$\omega_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{397} = 0,0025 \text{ с}^{-1}$$

Зробимо побудову асимптотической ЛАЧХ із застосуванням математичного пакета MathCad (рисунок 5.6).

$$j := \sqrt{-1} \quad T := 0.002 \quad W(\omega) := \frac{45.8}{397j \cdot \omega + 1}$$

$$Li(\omega, T, k) := \begin{cases} 20 \cdot \log(k) & \text{if } \omega \leq \frac{1}{T} \\ 20 \cdot \log(k) - 20 \log(T \cdot \omega) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$Ln(\omega) := Li(\omega, 397, 45.8)$$

$$\omega := 0.0001, 0.00011 \dots 1$$

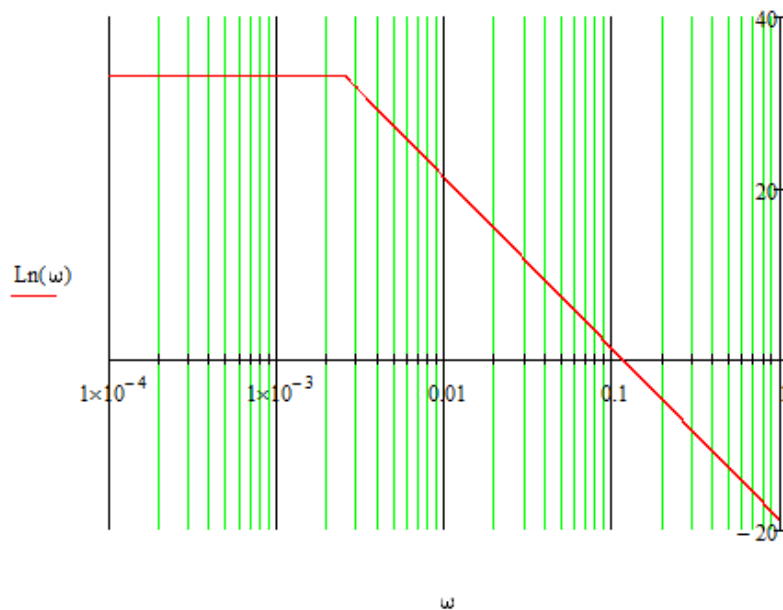


Рисунок 5.6 - Графік асимптотической ЛАЧХ незмінної частини системи $L_n(\omega)$

5.2.2 Побудова бажаної ЛАЧХ по В.В. Солодовникову

Будуємо низькочастотную частина бажаної асимптотической ЛАЧХ.

Нахил і положення низькочастотної асимптоти бажаної ЛАЧХ залежить від вимог до статичної точності проєктованої системи:

а) так як за завданням є додаткова вимога до статичної точності, то з формули $k_y = 1 - S_{0S0}$ знаходимо новий коефіцієнт посилення і не змінюючи нахилу низькочастотної асимптоти, фіксуємо її нове положення щодо осі абсцис на рівні $L_n(1) = 20 * \log(k_y) = 33,217 \text{дБ}$.

Побудова середнечастотної частини бажаної асимптотичної ЛАЧХ і її сполучення з низькочастотної частиною є важливим етапом, тому що вони визначають динамічні властивості системи, стійкість, запас стійкості і якість перехідного процесу:

а) Визначення частоти зрізу ω_c бажаної ЛАЧХ

Для визначення мінімально допустимого значення частоти зрізу ω_{cr} ЛАЧХ бажаної системи скористаємося номограми В.В. Солодовникова.

По заданому значенню $\sigma = 20\%$ за допомогою кривої $\sigma(P_{max})$ номограми визначаємо відповідне значення $P_{max} = 1,4$, за яким за допомогою кривої $t_n(P_{max})$ визначаємо значення для часу регулювання t_n , виражене через частоту зрізу ω_{cr} співвідношенням $3.3\pi / \omega_c$. З рівняння $t_n = 3.3\pi / \omega_c$ визначаємо частоту зрізу на рисунку 5.7.

$$\omega_c = \frac{3,3\pi}{t_n} = 0,009 \text{ с}^{-1}$$

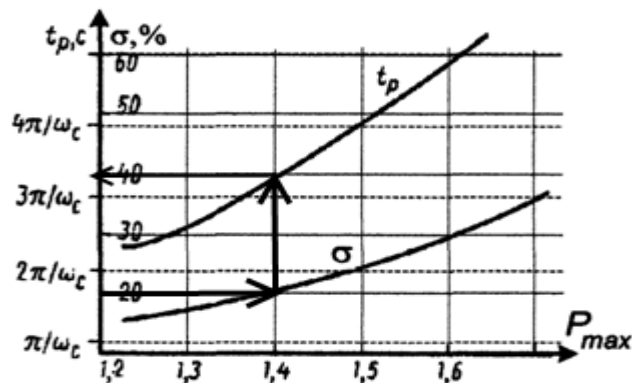


Рисунок 5.7- Номограма Солодовникова для статичних систем

Вибране значення ω_c наносимо на графік (рисунок 5.9).

Будуємо середнечастотную асимптоту. Її проводимо через точку ω_c на осі абсцис з нахилом -20 дБ / дек (рисунок 5.9). Менший нахил важко здійснити, а при більшому нахилі важко забезпечити необхідний запас стійкості.

б) Визначення діапазону частот середнечастотной частини ЛАЧХ

За номограмі (рисунок 5.8) за певним раніше значенням $P_{\max} = 1,4$ знаходимо необхідний запас по фазі $\gamma_{\min} = [35]^0$ і відповідні йому ординати середнечастотной ЛАЧХ $L_y = \pm 11$ Дб.

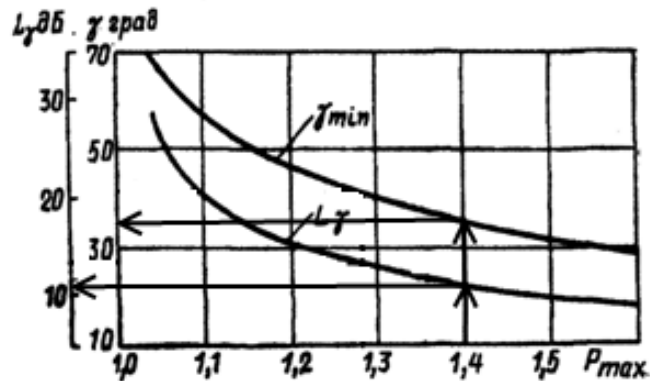


Рисунок 5.8 - Графік для визначення ординат $\pm L_y$ контрольних точок та необхідного надлишку фази γ_{\min}

Лінії паралельні осі частот, проведені на рівні $L_y = \pm 11$ Дб, дають в точках перетину з середнечастотной асимптотой частоти сполучення середнечастотной асимптоти з низькочастотної $\omega_1 = 0,002\text{с}^{-1}$ і високочастотної $\omega_2 = 0,025\text{с}^{-1}$.

с) сполучення низькочастотної і середнечастотной бажаної ЛАЧХ зробимо в точці ω_1 . Через точку $\omega_1 = 0,002\text{с}^{-1}$ середнечастотной частини проведемо асимптоту з нахилом $-40\text{Дб} / \text{дек}$ і в точці перетину низькочастотної асимптоти з середнечастотной отримаємо частоту сполучення низькочастотної частини бажаної ЛАЧХ рівну $\omega_{н1} = 0,001\text{с}^{-1}$.

Побудова високочастотної частини і сполучення її з середньочастотною асимптотою.

Побудова високочастотної частини бажаної ЛАЧХ виконується таким чином, щоб вид бажаної ЛАЧХ в цій області менше відрізнявся від виду незмінною ЛАЧХ.

Високочастотну частину сполучаємо в точці $\omega_2 = 0,025\text{с}^{-1}$, через яку проводимо асимптоти з нахилом $+20\text{Дб} / \text{дек}$.

Побудована таким чином бажана ЛАЧХ розімкнутої системи управління $L_{ж}(\omega)$ представлена на рисунку 5.9.

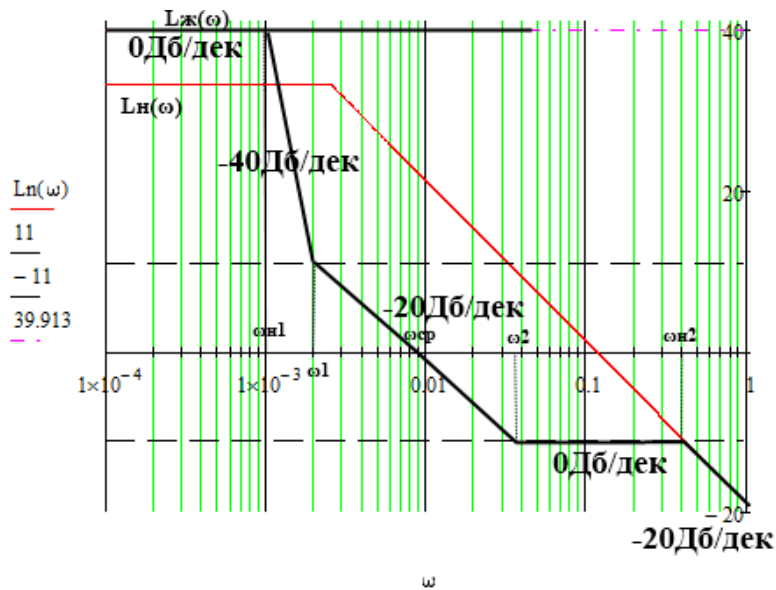


Рисунок 5.9 - Асимптотична ЛАЧХ незмінної частини системи $L_{н}(\omega)$ і бажана асимптотична ЛАЧХ

5.2.3 Отримання передавальної функції розімкнутої ланцюга бажаної системи

Для отримання передавальної функції розімкнутої ланцюга бажаної системи $W_{ж}(s)$ по виду асимптотической ЛАЧХ $L_{ж}(s)$ застосуємо методику, яка впливає з методики побудови асимптотичної ЛАЧХ по виду передавальної функції:

1) Визначаємо сполучають частоти побудованої бажаної ЛАЧХ $L_{ж}(s)$ і маємо в своєму розпорядженні їх в порядку зростання:

$$\omega_{н1} = 0,001\text{с}^{-1}, \omega_1 = 0,002\text{с}^{-1}, \omega_2 = 0,025\text{с}^{-1}, \omega_{н2} = 0,04\text{с}^{-1}$$

2) Визначаємо порядок астатизма бажаної ЛАЧХ на першу нахилу низькочастотної асимптоти, тому що перший нахил 0дБ / сек, то дана система буде статична.

3) Знаходимо вираження для сомножителей чисельника і знаменника передавальної функції розімкнутої системи, послідовно аналізуючи поведінку асимптотической ЛАЧХ:

- після частоти сполучення $\omega_{н1} = 0,001 \text{ с}^{(-1)}$ (праворуч) нахил асимптоти збільшується на 40 Дб / дек, що відповідає наявності в знаменнику співмножника

$$\frac{1}{\omega_3} s + 1 = \frac{1}{0,001} s + 1 = (1000s + 1)^2;$$

- після частоти сполучення $\omega_1 = 0,002 \text{ с}^{(-1)}$ нахил асимптоти зменшується на 20 Дб / дек, що відповідає наявності в чисельнику сомножителя

$$\frac{1}{\omega_a} s + 1 = \frac{1}{0,002} s + 1 = 500s + 1;$$

- після частоти сполучення $\omega_2 = 0,025 \text{ с}^{(-1)}$ нахил асимптоти зменшується на 20 Дб / дек, що відповідає наявності в чисельнику сомножителя

$$\frac{1}{\omega_b} s + 1 = \frac{1}{0,025} s + 1 = 40s + 1;$$

- після частоти сполучення $\omega_{н2} = 0,04 \text{ с}^{(-1)}$ нахил асимптоти збільшується на 20 Дб / дек, що відповідає наявності в знаменнику співмножника

$$\frac{1}{\omega_a} s + 1 = \frac{1}{0,04} s + 1 = 25s + 1;$$

$$v = 1 \text{ и } k = 39.913.$$

Таким чином передавальна функція бажаної розімкненої системи матиме вигляд:

$$W_{ж}(s) = \frac{39,913(40s + 1)(5s + 1)}{(1000s + 1)^2(25s + 1)}$$

5.2.4 Аналіз якості перехідних процесів

Для отримання перехідної характеристики скористаємося математичним пакетом MathCad, формули розрахунку і графік представлений на рисунку 1.10.

$$W_{zel}(s) := \frac{39.913 \cdot (40s + 1) \cdot (500s + 1)}{(25s + 1) \cdot (1000s + 1)^2}$$

$$W_{zam}(s) := \frac{W_{zel}(s)}{1 + W_{zel}(s)}$$

$$\frac{W_{zam}(s)}{s} \begin{cases} \text{invlaplace} \\ \text{float, 3} \rightarrow -0.597 \cdot e^{-0.0137 \cdot t} + -0.41 \cdot e^{-0.0582 \cdot t} + 0.0311 \cdot e^{-0.00206 \cdot t} + 0.975 \\ \text{simplify} \end{cases}$$

$$h(t) := -0.597 \cdot e^{-0.0137 \cdot t} + -0.41 \cdot e^{-0.0582 \cdot t} + 0.0311 \cdot e^{-0.00206 \cdot t} + 0.975$$

$$t := 0, 1.. 600$$

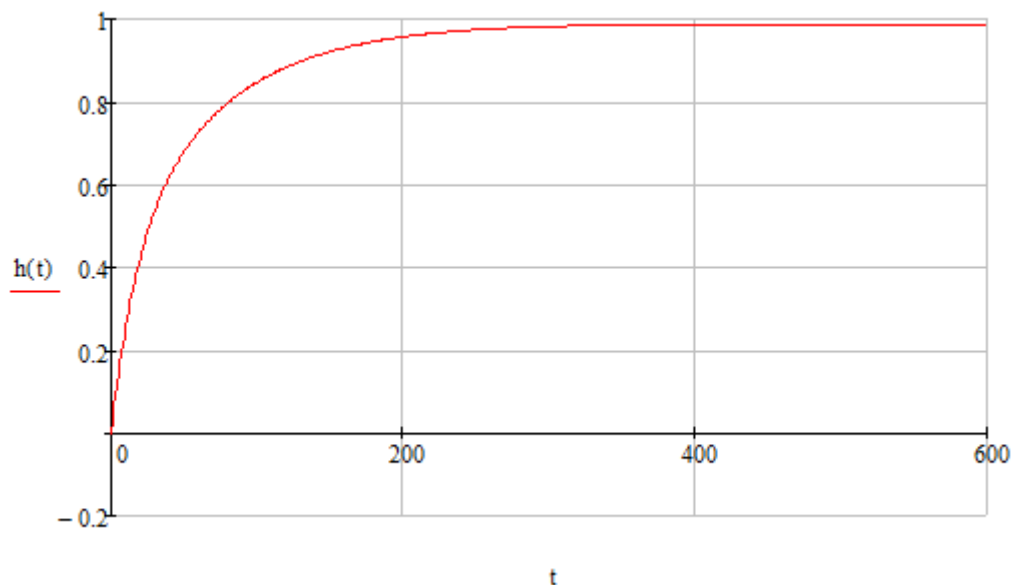


Рисунок 5.10 – Графік перехідної характеристики бажаної системи.

Аналізуючи перехідний процес, отримуємо такі показники якості:

- Час перехідного процесу $t_p = 200$ мс
- Перерегулювання $\sigma = 0\%$

Дані показники якості цілком влаштовують умови, викладені в завданні.

5.2.5 Розрахунок корегуючого пристрою

Коригуючий пристрій визначимо шляхом ділення передавальної функції бажаної $W_{ж}(s)$ системи на незмінну систему $W_n(s)$.

$$W1(s) := \frac{45.8}{397s + 1} \quad W_{zel}(s) := \frac{39.913 \cdot (40s + 1) \cdot (500 \cdot s + 1)}{(25s + 1) \cdot (1000s + 1)^2}$$

$$W_k(s) := \frac{W_{zel}(s)}{W1(s)}$$

$$W_k(s) \text{ float, 3} \rightarrow \frac{(8.67 \cdot s + 0.0218) \cdot (1596.0 \cdot s + 39.9) \cdot (500.0 \cdot s + 1.0)}{(25.0 \cdot s + 1.0) \cdot (1000.0 \cdot s + 1.0)^2}$$

Так як система управління буде реалізована за допомогою мікроконтролера, і доцільно знайти різницеве рівняння корекції.

Завдання переобладнання полягає в тому, щоб замінити безперервний регулятор, що забезпечує системі всі істотні безперервної системи, цифровим при періодах квантування: $T_0 = 0,001\text{с}$, який відповідає постійної часу об'єкта.

Знайдемо дискретну передавальну функцію для синтезованого регулятора:

$$W_k(s) = \frac{(1596s + 39,9)(500s + 1)(8.67s + 0.0218)}{(25s + 1)(1000s + 1)^2}$$

Знаходимо дискретну передавальну функцію регулятора за допомогою перетворення Ейлера, заміною $s = \frac{z-1}{T_0}$, где T_0 – період квантування, с.

Отримуємо:

$$T_0 := 0.001$$

$$\frac{(8.67 \cdot s + 0.0218) \cdot (1596.0 \cdot s + 39.9) \cdot (500.0 \cdot s + 1.0)}{(25.0 \cdot s + 1.0) \cdot (1000.0 \cdot s + 1.0)^2} \quad \left| \begin{array}{l} \text{substitute, } s = \frac{z-1}{T_0} \\ \text{float, 3} \end{array} \right. \rightarrow \frac{-6921.0 \cdot z + 3459.0 \cdot z^2 + 3459.0}{-25000.0 \cdot z + 12500.0 \cdot z^2 + 12500.0}$$

$$W_k(z) := \frac{-6921.0 \cdot z + 3459.0 \cdot z^2 + 3459.0}{-25000.0 \cdot z + 12500.0 \cdot z^2 + 12500.0}$$

При

$$T_0 = 0,001\text{с}$$

5.2.6 Моделювання системи управління в математичному пакеті

MatLab

Засобами пакету MatLab була зібрана аналогова схема системи управління, яка показана на рисунку 5.11.

					СУЗ-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

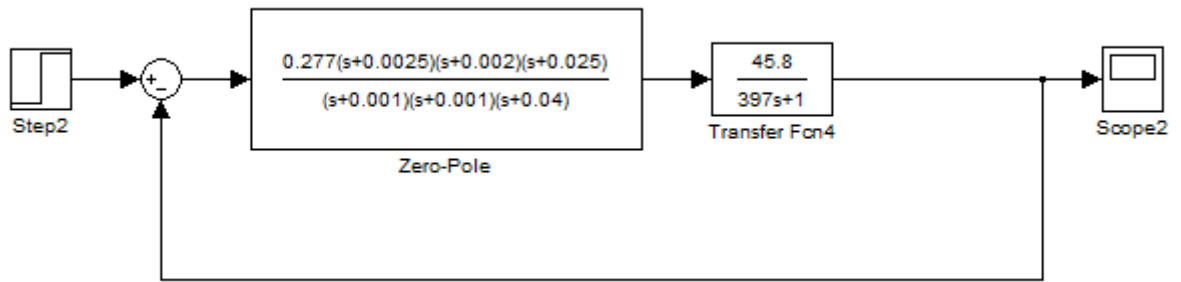


Рисунок 5.11 – Модель системи управління

В результаті моделювання була отримана перехідна характеристика, яка показана на рисунку 5.12.

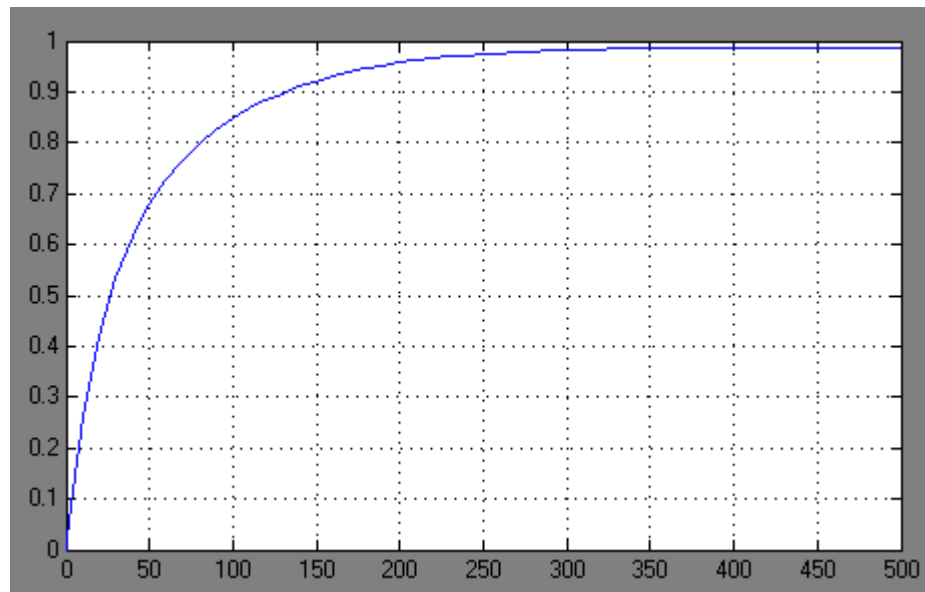


Рисунок 5.12 – Перехідна характеристика системи управління

Аналізуючи перехідний процес, отримуємо такі показники якості:

- Час перехідного процесу $t_p = 200\text{мс}$
- Перерегулювання $\sigma = 0\%$

Дані показники якості цілком влаштовують умови, викладені в завданні.

Засобами пакету MatLab була зібрана цифрова схема системи управління, яка показана на рисунку 5.13. Перехідна характеристика приведена на рисунку 5.14.

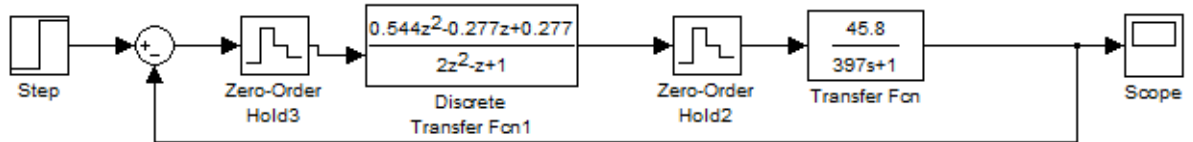


Рисунок 5.13 - Модель цифрової системи управління

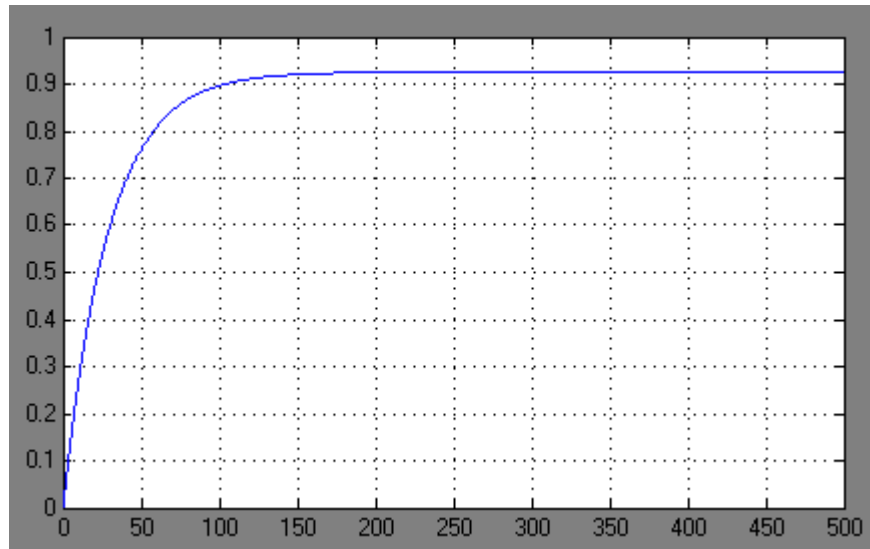


Рисунок 5.14 - Перехідна характеристика системи управління

Аналізуючи перехідний процес, отримуємо такі показники якості:

- Час перехідного процесу $t_p = 150\text{мс}$
- Перерегулювання $\sigma = 0\%$

Дані показники якості цілком влаштовують умови, викладені в завданні.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВИСНОВКИ

На підставі технічного завдання було розроблено інформаційне та технічне забезпечення системи автоматизації.

Система являє собою 3-х рівневу АСУ ТП, до складу якої входять:

- датчики, встановлені безпосередньо на технологічному обладнанні;
- виконавчі органи, які відпрацьовують отримане від контролера вплив;
- контролер, який виконує первинну обробку даних отриманих від датчиків, видає керуючий вплив для регулюючих органів, а так само виступає сполучною ланкою межу об'єктом управління і автоматизованим робочим місцем;

- автоматизоване робоче місце (АРМ) до складу якого входить IBM PC комп'ютер з встановленою операційною системою Windows 7, процесором Intel Pentium G4560, ОЗУ 4096МВ.

Використання сучасних методів управління технологічним процесом, а також новітніх технічних засобів автоматизації дало можливість реалізувати якісно нову технологію управління і підвищило ефективність виробництва, що призвело до:

- підвищення якості продукції, що випускається;
- зниження витрат сировинних і енергетичних ресурсів за деякими статтями витрат на ТП;
- підвищення обсягу продукції, що випускається;
- скорочення простоїв через неполадки;
- збільшення міжремонтних термінів роботи обладнання;
- використовувати мінімальну кількість працівників, необхідних для підтримки ТП в робочому стані і ліквідації аварійних ситуацій.

					СУз-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ пос. / А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, С.А. Ключев. -М.: Энергоатомиздат, 1990.- 464с.
2. Інструктивні вказівки до виконання курсових і дипломних проектів / укладачі :
В. Д. Черв'яков, О.Ю. Журавльов, І.В. Щокотова. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 69с.
3. Голубятников В.А., Шувалов В.В., Автоматизация производственных процессов в химической промышленности.- СПб.: Химия, 1985. - 352 с.
4. Волощенко А.В., Горбунов Д.Б., Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования.-Томск.: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 109 с.
5. Сольнищев Р.И., Автоматизация проектирования систем автоматического управления —М: Высш. шк., 1991. — 335 с.
6. Методичні вказівки з оформлення графічної частини конструкторської документації проектів автоматизації. Структурні, функціональні та принципові схеми / укладач О.Ю. Журавльов. – Суми: Вид-во СумДУ, 2006. – 48с.
7. Методичні вказівки з оформлення графічної частини конструкторської документації проектів автоматизації. Схеми з'єднань, підключення, загальні та розміщення / укладач О.Ю. Журавльов. – Суми: Вид-во СумДУ, 2006. – 28с.
8. Худолей Г.М. Лекції з теорії автоматичного управління.
9. Зайцев Г.Ф. Теория автоматического управления и регулирования. - 1975

					СУЗ-51Ш 6.050201.05 ДП	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		