

Міністерство освіти і науки України
Шосткинський інститут сумського державного університету
— Центр заочної та дистанційної форми навчання
— Кафедра системотехніки та інформаційних технологій
Спеціальність 6.151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

на тему:

"Система управління процесом подріблення продукту"

Керівник роботи

викладач, к.т.н.

Г.М.Худолей

Дипломник:

студент групи СУз-81Ш

Д.О. Мезеря

Номер залікової книжки:

РЕФЕРАТ

Мезеря Денис Олександрович. Система управління процесом подріблення продукту. Дипломний проект Шосткінський інститут Сумського державного університету. Шостка, 2022 рік.

Дипломний проект містить 73 аркушів пояснювальної записки, з урахуванням 18 малюнків, 7 таблиць; конструкторську документацію, що містить 7 креслень та 1 специфікація;

У роботі автоматизований процес подріблення продукту шляхом регулювання параметрів системи на основі мікропроцесорної техніки.

Розроблено технічне завдання. Розроблено систему автоматизації технологічного процесу подріблення продукту.

Ключові слова: автоматизація, функціональна схема, технологічний процес, система управління, мікропроцесорний контролер, централізований щит управління, схема сигналізації, регульований параметр.

SUMMARY

D.Mezerya. Automation of technological process of crushing of the product. The degree project. Shostka Institute of Sumy State University. Shostka, 2022.

The degree project contain 73 Sheets of explanatory notes, with the account 18 pictures 7 tables, design documentation, which contains 7 drawings 1 specification;

In the work automated the process of crushing the product by controlling the parameters of the system based on microprocessor technology.

The technical task developed. A system of automation of technological process of product fragmentation developed.

Keywords: automation, functional diagram, technological process, system, microprocessor controller, a central control shield, the signaling circuit, an controlled parameter.

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ

АСУ ТП – автоматизована система управління технологічним процесом.

ПТК – програмно-технічні комплекси.

ІВ – виконавчий орган.

ОР – об'єктом регулювання.

ПК – програмований контролер.

ШІМ – широтно-імпульсна модуляція.

УСО – пристрої зв'язку з об'єктом.

Зміст

1 Вступ.....	14
2 Конструктивно-технологічний аналіз об'єкта автоматизації.....	15
3 Вибір каналів управління, сигналізації та блокувань.....	17
4 Вибір сучасних засобів автоматизації.....	20
5 Вибір пристрою керування.....	30
6 Розрахункова частина проекту.....	32
Висновки.....	73
10. Список джерел інформації.....	74

Вступ

Системи дроблення порошу було побудовано переважно у період 70-80 гг. ХХ століття, характеризуються значними обсягами відходів, високим енергоспоживанням та значним зносом інфраструктури.

Ці проблеми є актуальними для більшості підприємств України.

Для зношених систем дроблення продукту найбільш характерним є збереження високої аварійності, значні обсяги втрат продукту, що виходять у відходи, надмірне енергоспоживання. Це призводить не лише до неефективного використання таких ресурсів, як порохова маса, електроенергія тощо, але й до нерационального використання фінансових ресурсів.

Чинники, що визначають показники роботи системи дроблення продукту:

- 1) роботи споруд подрібнення в умовах постійного змінного навантаження;
- 2) залежність режиму роботи споруд від якості вихідного продукту;
- 3) складність технологічного процесу обробки порошу та необхідність забезпечувати високу якість продукту;
- 4) необхідність забезпечення найбільш економічної роботи приводних двигунів, які є дуже великими споживачами електроенергії.

Ці фактори знижують можливості комплексного управління функціонуванням систем дроблення продукту.

Вирішення цих завдань можливе за допомогою впровадження систем моніторингу виробництва, постачання, транспортування, споживання, що дозволить:

- формувати об'єктивний енергетичний баланс з допомогою отримання належної, достовірної інформації;
- оцінити реальний стан енергетичної, економічної, соціальної, екологічної безпеки та визначити шляхи їх зміцнення.

Використання засобів автоматизації з урахуванням інформаційно-комп'ютерних технологій дозволяє частково вирішити сформовані завдання.

1 Конструктивно-технологічний аналіз об'єкта автоматизації

Порохи завозять на остаточне розбирання та сортування в опалювальному приміщенні.

Транспортування порохів на операцію подрібнення здійснюється за допомогою електрокар з вагонкою або на спеціально обладнаному транспорті.

Подрібнення порохів у порохову крихту виробляють шляхом різання порохових елементів у водному середовищі у двох послідовно з'єднаних млинах.

Перед подрібненням порох у мішках завантажують у ванну, заливають водою і витримують у водному середовищі щонайменше півгодини. При цьому артезіанське та оборотне середовище циркулює по системі за допомогою циркуляційного насоса приводів М4, також при цьому включений привід сепаратор М3.

Спочатку включається в млин ДМК-2, а через 1 хвилину можна запустити млин ДМК-1, якщо при цьому головні параметри (наявність протоки артезіанської та оборотної води, тиск у системі, стан вхідних дверей) в нормі. При включенні млинів вони 10 хвилин працюють на неодруженому ході і вода постійно циркулює по системі, промиваючи всі апарати, і зливається до збірки води.

Після закінчення цього часу завантажувальний бункер завантажують порох певної фракції. Цей порох разом із водою надходить у млин ДМК-1 привід М1 для великого дроблення. При цьому навантаження на двигуні млина не повинно досягати 190 А.

Після більшого помелу порохова крихта надходить у млин ДМК-2 привід М2, в якому відбувається дрібніше дроблення разом з артезіанською та оборотною водою.

Дроблена порохова крихта з млина ДМК-2 надходить у сепаратор, в якому знаходиться кілька наборів сит. Порох класифікують за трьома фракціями: велика, робоча і дрібна. Робоча фракція надходить на роздільник і разом з водою зливається у фільтри, при цьому порох залишається у фільтрах, а вода з них стікає у піддон і зливається до збірки води для подальшого циркулювання по системі.

Дрібну фракцію відправляють на знищення у встановленому порядку. Велика фракція із сепаратора разом із водою надходить у млини ДМК-2 на доподрібнення, процес повторюється.

Після закінчення помелу млина працюють на холостому ходу і вода циркулює за системою, вимиваючи залишки порошу, у такому режимі млина працюють близько 30 хвилин. Потім млина відключаються.

2.1 Основне обладнання

Метою процесу подрібнення є отримання певного розміру подрібненого продукту, що досягається шляхом подрібнення продукту у двох послідовно з'єднаних млинах ДМК-1 та ДМК-2.

Головними апаратами у процесі подрібнення є млини. Замочений продукт надходить на операцію подрібнення у вологому стані.

Млини ДМК-1 і ДМК-2 є дробарками мокрого подрібнення, так як до млина разом із замоченим продуктом подається вода, при цьому подрібненні зменшується пилоутворення і частинки отриманого продукту мають більш рівномірні розміри, крім того забезпечується вивантаження продукту.

Подрібнення замоченого продукту відбувається у замкнутому циклі, оскільки подрібнений матеріал кілька разів проходить операцію подрібнення. Спочатку продукт подрібнюється, надходить у перший млин ДМК-1 для більшого дроблення, а потім у послідовно з'єднаний млин ДМК-2 для більш дрібного дроблення. Потім продукт класифікують за розміром дроблення та внаслідок невідповідності знову направляють на повторне дроблення до млина ДМК-2.

Подрібнення у млинах відбувається шляхом різання продукту системою ножів, що розташовані всередині апарату. Продукт, що надходить, за допомогою змішувача рухається і при цьому дробиться.

Подрібнення в замкнутому циклі дозволяє значно збільшити продуктивність установки і отримати більш рівномірний продукт. Для чіткішого уявлення автоматизованої системи дроблення продукту складемо схему матеріальних потоків, зображену на рис.1. Після упорядкування чітко видно весь технологічний процес системи дроблення порошу. Тепер можна

вибрати канали керування та зробити аналіз для автоматичного керування системою.

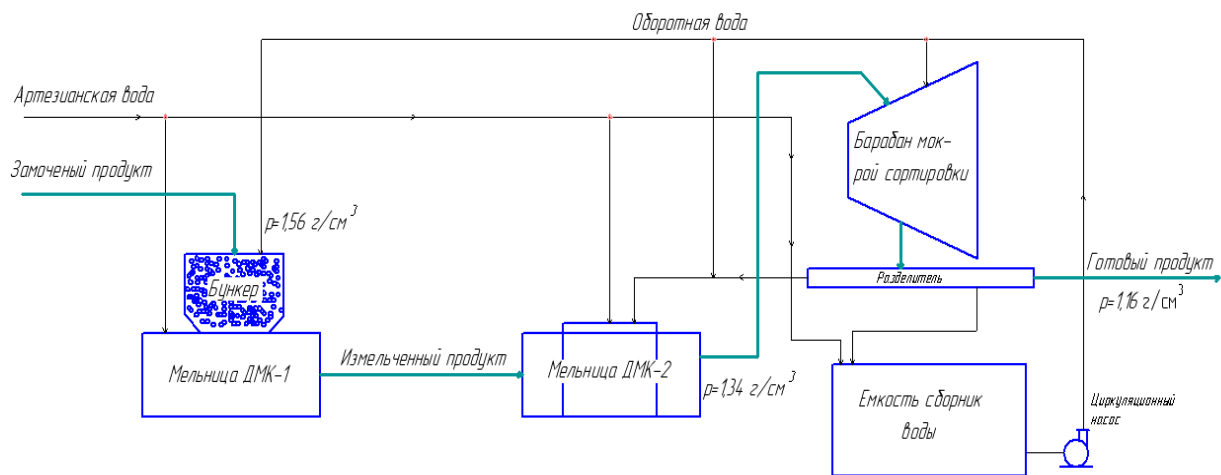


Рисунок 1 – Структурна схема матеріальних потоків.

3 Вибір каналів керування, сигналізації та блокувань

3.1 Огляд можливих структур побудови АСУ ТП

Системи управління об'єктом автоматизації можуть бути в окремих випадках однорівневими централізованими, і багаторівневими. Однорівневі системи управління, у яких управління об'єктом здійснюється з одного пункту управління, називають централізованими. Однорівневі системи, у яких окремі частини складного об'єкта управляються із самостійних пунктів управління, називаються децентралізованими.

Однорівневі централізовані системи застосовуються в основному для керування відносно нескладними об'єктами чи об'єктами, розташованими на невеликій території. Більшість промислових об'єктів, зокрема системи дроблення продукту, нині є складні комплекси.

Якщо управління такого комплексного об'єкта збудувати за однорівневою централізованою системою, то набагато ускладняться комунікації системи управління, різко зростуть витрати на її спорудження та експлуатацію, центральний пункт управління вийде громіздким. Переробка інформації, більшість якої є непотрібною безпосереднього ведення технологічного процесу, становить великі труднощі. Відстань пункту управління від того чи іншого допоміжного підоб'єкту ускладнює вживання оперативних заходів щодо усунення тих чи інших неполадок. І тут більш прийнятною стає однорівнева децентралізована система управління.

Проте з допомогою однорівневих систем який завжди є можливим оптимально вирішити питання управління технологічними процесами. Це насамперед належить до складних технологічних процесів. Тоді доцільно переходити до багаторівневих систем керування.

3.2 Вибір каналів керування, сигналізації та блокувань

У першому етапі розробки автоматизованої системи управління (АСУ) системи дроблення є доцільним будувати 2-х рівневу систему. Відповідно до класичних принципів побудови різних АСУ ТП, на верхньому рівні (центральний

диспетчерський пункт (ЦДП)) зазвичай вирішуються завдання диспетчеризації, відображення оперативної інформації та розрахунок економічних показників.

Нижній рівень, що складається з локальних систем збору та обробки інформації призначений для координації роботи локальних регуляторів через ЦДП.

Конкретизуючи завдання ЦДП (верхній рівень АСУ), виділимо головні:

- формування команд управління двигунами залежно від показників технологічного процесу;
- Відображення оперативної та аварійної інформації АСУ у вигляді мнемосхеми.

При управлінні процесу дроблення продукту вирішуються такі завдання:

- керування положенням шиберта;
- плавний пуск та зупинка двигуна насоса для виключення гідроударів та економії ресурсу двигуна насоса;
- управління оборотами двигунів для рівномірного помелу та найменшої кількості відходів;
- прийом інформації про параметри роботи системи:
 - тиску артезіанської води на вході в систему,
 - тиску оборотної води в системі,
 - температури у млинах,
 - температура подрібненого продукту
 - величина витрати води.

Враховуючи всі вищезазначені завдання, можна виділити відповідні канали управління, сигналізації та блокувань для системи дроблення продукту. Після вибору відповідних каналів управління, сигналізації та блокувань можна скласти таблицю параметрів, що вимірюються (табл.1), в якій вказується межі вимірюваних параметрів і необхідна точність вимірювань.

Таблиця 1 - Таблиця вимірюваних параметрів та їх меж вимірювання

Параметр	Діапазон	Похибка вимірювання
Тиск оборотної води	1,5-2,5 кгс/см ²	Не більше 2%
Тиск артезіанської води	2-3 кгс/см ²	Не більше 2%
Витрати води	4-6 м ³ /година	Не більше 5%
Температура пороху	25-40 0С	Не більше 1%
Температура у млинах	30-40 З	Не більше 2%
Положення шиберту	1/0	Не більше 4%
Оберти двигуна	2000-3000 с-1	Не більше 4%
Токове навантаження (МАХ)	150-190 А	Не більше 3%

4 Вибір сучасних засобів автоматизації

У проєкті застосовуються переважно однотипні прилади регулювання, контролю та сигналізації. Після вибору регулюючих, контрольованих і сигналізованих величин робимо вибір засобів автоматизації.

4.1 Контроль тиску

Для контролю тиску артезіанської та оборотної води найбільш доцільним є використання датчика тиску RPT 350.



Рисунок 2 - Зовнішній вигляд датчика тиску RPT 350

Технічні характеристики датчика RPT 350:

Діапазон вимірювань – від 65 до 6500 мбар;

Температурна компенсація - в діапазоні $-20 \dots +60$ ° C;

Тиск навантаження $-1,25 \times$ діапазон;

Тиск порушення герметичності -10 бар абсолютного тиску;

Напруга живлення -від 11 до 28 В постійного струму;

Споживаний струм -20 мА номінально;

Точність виміру $\pm 0,02\%$ діапазону (стандартно), $\pm 0,01\%$ діапазону (на замовлення);

Довготривала стабільність $\pm 0,015\%$ діапазону на рік (стандартно), $\pm 0,01\%$ діапазону на рік (на замовлення);

Діапазон компенсованих температур -від -20 до $+60$ ° C;

Опір ізоляції $\rightarrow \geq 100$ МОм при напрузі 50 пост.струму;

Вхідний штуцер -G1/4В із зовнішнім різьбленням, із плоским торцем;

Електричне з'єднання -4 житловий кабельний висновок. Довжина – на замовлення;

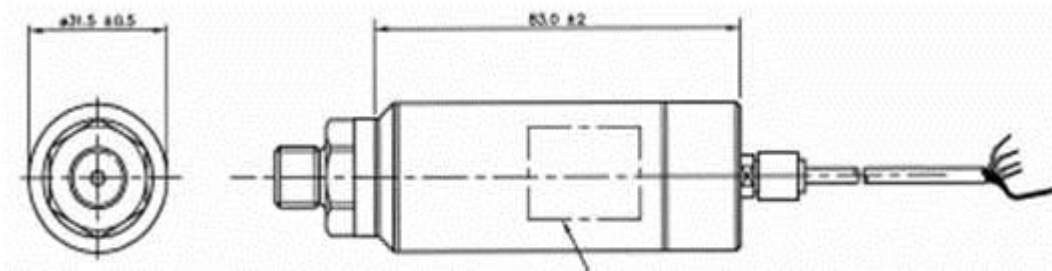


Рисунок 3 – Габаритне креслення датчика RPT 350.

4.2 Контроль температури

Для контролю температури в млинах та пороху найбільш доцільно використовувати датчик температури МВТ 3260. Застосовуються для вимірювання температури у трубопроводах вентиляційних установках, а також в інших галузях промисловості



Рисунок 4 – Зовнішній вигляд датчика МВТ3260.

Технічні характеристики датчика МВТ3260:

Макс. температура навколишнього середовища 120 °С

Макс. тиск середовища 75 бар

Клас захисту корпусу IP 54

Матеріал захисної гільзи

Матеріал різьблення Латунь

Електричне з'єднання Штепсельний роз'єм DIN 43650

Технологічне приєднання G1/2A

Довжина занурювальної частини 50...250 мм.

Похибка вимірювання температури, °C EN60751 клас B: $\pm(0,3 + 0,005 \cdot t)$

4.3. Контроль рівня

Для контролю та сигналу рівня води у збірнику води можна використовувати один із перелічених датчиків: Сигналізатор рівня рідини триканальний «ОВЕН САУ-М6»



Рисунок 5 – Зовнішній вигляд датчика контролю рівня ОВЕН САУ-М6.

Сигналізатор рівня САУ-М6 призначений для автоматизації технологічних процесів, пов'язаних із контролем та регулюванням рівня рідини. САУ-М6 є функціональним аналогом приладів ESP-50 та РОС 301.

Технічні характеристики датчика САУ-М6:

Номінальна напруга живлення приладу 220 частотою 50 Гц;

Допустимі відхилення напруги живлення від номінального значення - 15...+10 %;

Потужність, не більше 6 ВА;

Кількість каналів контролю рівня 3;

Кількість вбудованих вихідних реле 3;

Максимально допустимий струм, комутований контактами вбудованого реле 4 А при 220 50 Гц ($\cos > 0,4$);

Напруга на електродах датчика рівня не більше 10 В частотою 50 Гц;

Тип корпусу настінний Н;

Габаритні розміри корпусу 130x105x65 мм;

Ступінь захисту корпусу IP44;

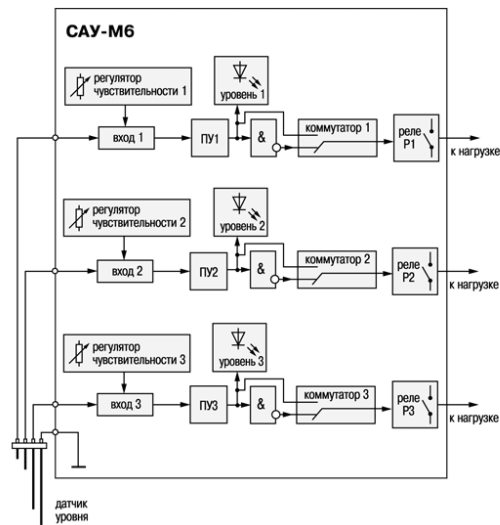


Рисунок 6 – Схема підключення для сигналізатора рівня рідини ОВЕН САУ-М6

Контроль рівня здійснюється за допомогою 4-х електродного кондуктометричного датчика, три сигнальні електроди якого розташовані в резервуарі на заданих за умовами технологічного процесу відмітках: рівень 1, рівень 2, рівень 3 - і підключаються до входів приладу 1-3. Живлення датчика рівня здійснюється змінною напругою.

Три незалежні канали контролю

САУ-М6 включає три незалежні канали контролю, до складу кожного каналу входять:

- Вхід для вимірювання опору кондуктометричного датчика на змінному струмі;
- Регулятор чутливості, що дозволяє змінювати чутливість каналу контролю рівня до електропровідності рідини;
- порогове пристрій (ПУ), що фіксує досягнення робочої рідиною заданого рівня, а також формує сигнали управління вихідним реле;
- Кутатор для перемикання каналу в інверсний режим роботи;

-Вихідне реле для управління зовнішнім обладнанням; спрацьовування реле відбувається при контакті електрода з рідиною.

4.4 Контроль засувки

Для управління, контролю та сигналізації положення виконавчих механізмів засувки доцільним є використання пристрою управління та захисту електроприводу засувки без застосування кінцевих вимикачів ПКП1.



Рисунок 7 – пристрої керування та захисту електроприводу засувки ПКП1

Прилад ПКП1 призначений для керування засувками та затворами. Захист їх механізмів та електроприводів при заклинюванні без застосування кінцевих вимикачів

Функціональні можливості:

- Автоматична зупинка електроприводу при досягненні засувки крайнього положення без застосування «кінцевиків»
- Контроль та індикація поточного положення засувки у відсотках
- Вимкнення керування приводом з видачею сигналу «Аварія» при заклинюванні засувки або прослизання механізмів електроприводу
- Збереження інформації про положення засувки під час знеструмлення

- Контроль засувки при встановленому модулі з струмовим виходом 4...20 мА або контроль та керування при встановленому модулі інтерфейсу зв'язку RS-485

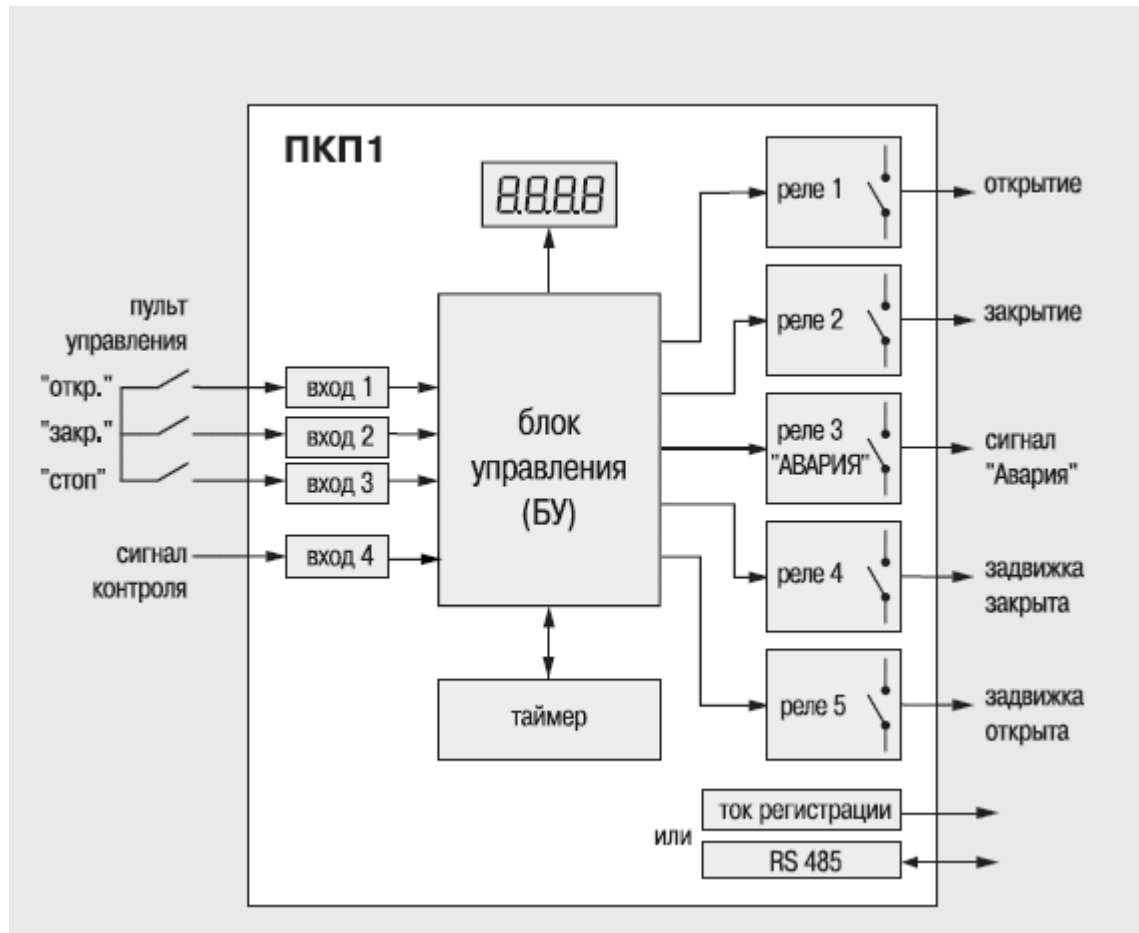


Рисунок 8 – Функціональна схема приладу ПКП1

ПКП1 являє собою мікропроцесорний пристрій, що має 4 входи, таймер і блок управління 5-ма вихідними реле.

4.5 Контроль оборотів

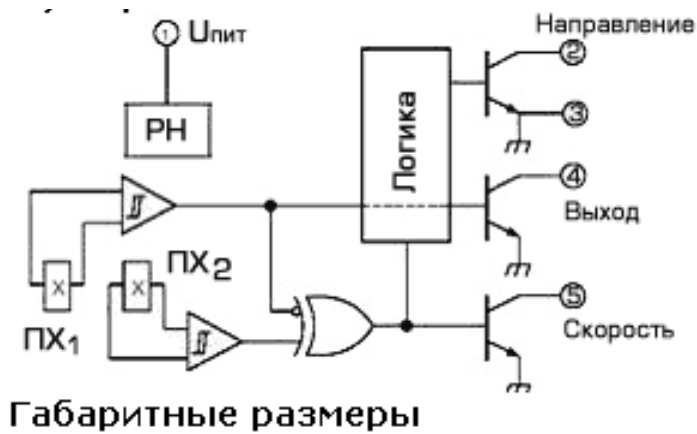
Для контролю оборотів двигуна доцільним є використання датчика оборотів (датчик холу) А3422LKA.

Спеціалізований, високочутливий, термостабільний датчик магнітного поля А3422LKA з логічними виходами призначений для визначення швидкості та спрямування поступального або обертального руху об'єктів. Управляється датчик двополярним (біполярним) магнітним полем, тобто. спрацьовує при вплив магнітним полем позитивної полярності, а відключається при вплив негативної.

Датчик містить два незалежні перетворювачі Холла (ПХ) з клямкою, КМОП логіку, яка декодує сигнал швидкості та напрямку, вбудований регулятор напруги (РН) та три цифрові виходи з відкритим колектором. Робочий діапазон температур від -40 до +150 °С.

Таблиця 2 – Електричні та магнітні параметри датчика холоу А3422LКА:

Параметр	Значення		Примітка
	мін.	Мак с.	
Напруга живлення $U_{пит}$, В	4.5	18	
Вихідний струм витoku $I_{ут}$, мкА	1	10	$U_{вых} = U_{пит} = 18$ В
Вихідна напруга насичення $U_{нас}$, мВ	210	500	$I_{вих} = 20$ мА
Час увімкнення живлення $t_{пит}$, мкс	-	50	$U_{пит} > 4.5$ В
Час наростання вихідного сигналу t_n , нс	200	200	$R = 820$ Ом, $C = 20$ пФ
Час спаду вихідного сигналу t_c , нс	200	200	$R = 820$ Ом, $C = 20$ пФ
Затримка зміни напрямку t_z , мкс	0.5	5	$R = 820$ Ом, $C = 20$ пФ
Струм споживання I_p , ма	5	18	$U_{пит} = 8$ В
Індукція спрацьовування $B_{спр}$, мТл	2.9	8.5	
Індукція відключення $B_{ось}$, мТл	-8.5	-1.7	
Гістерезис B_g , мТл	1	4.6	



Габаритные размеры

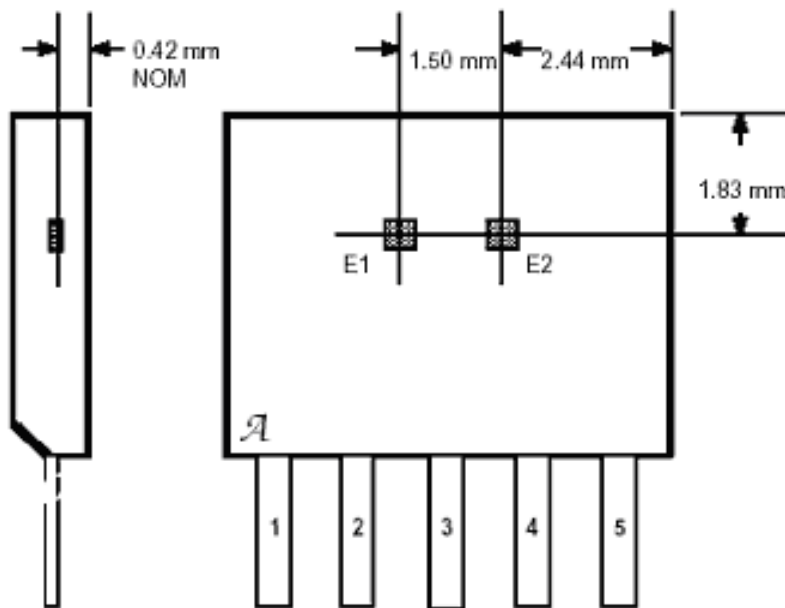


Рисунок 9-Функціональна схема датчика холу А3422LКА.

4.6 Контроль струму в електроприводі

Для контролю струму в електроприводах є доцільним використання приладу МТД-RS.



Рисунок 10 – Зовнішній вигляд приладу МТД-RS

Прилад МТД-RS застосовується у системах контролю, управління та захисту електродвигунів та електроустановок при виконанні технологічних процесів у галузях промисловості, сільського господарства та житлово-комунальної сфери. Монітор струму двигуна з функцією обміну даними та управлінням по інтерфейсу RS-485 (МТД-RS) в комплекті з первинними перетворювачами – датчиками струму ДТ.005.007-02 призначений для вимірювання струму та захисного відключення навантаження в мережах змінного струму частотою 50 Гц, /380 В та номінальними струмами навантаження від 1 до 250 А. Для місцевого візуального контролю застосований РКІ-індикатор 16x2 з постійним підсвічуванням.

Функції датчика струму:

- Активація функцій та зміна заводських уставок споживачем.
- Захисне відключення електроустановок у системах змінного струму при:
 - тривалого навантаження,
 - дворазового навантаження споживаного струму,
 - при обриві будь-якого з фазних проводів навантаження,
 - виході напруги живлення за допустимі межі;
- контроль та індикація струму, напруги та частоти кожної фази.
- передача інформації через послідовний стик RS-485 на ЕОМ верхнього рівня за протоколом Х.3, що забезпечує захист інформації від спотворення та втрат.
- дистанційне встановлення налаштувань самого приладу та налаштувань на навантаження:
 - допустимих меж струму,
 - напруги,
 - часу тривалого навантаження,
 - часу спрацьовування захисту перевищення допустимих параметрів,
 - часу спрацьовування захисту обриву фази,

- о захисного часу перемикання реверсу живильних фаз;

- дистанційна діагностика функцій приладу

Таблиця 3 - Технічні характеристики датчика струму

Найменування параметру	Значення
Напруга живлення МТД-RS	220 В +10-15%, 50 Гц ± 1 Гц
споживана потужність	не більше 6 ВА
Кількість контрольованих каналів струму	3
Кількість контрольованих каналів (фаз) напруги	3
Кількість вихідних каналів	два електромагнітних реле (НО-контакт: 0,1...4А при 220В та $\cos\phi \geq 0,6$)
Період опитування контрольованих каналів	640мс (0,65 сек.)
Діапазон контрольованих напруг	10...255 В
Дискретність контролю напруги	0,25 В
Діапазон контрольованих струмів	4/D...250/D А
Номінальна потужність контрольованого навантаження	1...110кВт (1...250А)
Коефіцієнти розподілу струму (D)	1, 2, 4, 8
Дискретність контролю струму	1/D
Діапазон контролю частоти	10...99 Гц
Дискретність контролю частоти	0,1 Гц
Діапазон налаштування часу спрацьовування захисту	1с...59 хв.
Крок налаштування часу	1 с
Інтерфейс зв'язку з комп'ютером	RS-485
Рекомендоване число МТД-RS на одному каналі інтерфейсу	не більше 8
Швидкість обміну інформацією з ЕОМ	9600 бод/с

Максимальна довжина лінії зв'язку з керуючою ЕОМ	не більше 1000 м
Ступінь захисту корпусу	IP20
Маса приладу	не більше 0,5 кг

5 Вибір контролера та програмного забезпечення

5.1 Обґрунтування вибору контролера

Під час роботи над дипломним проектом було розглянуто кілька сімей програмованих контролерів різних виробників, представлених нижче.

1) SCADAPack.

Це сімейство контролерів, що поєднують переваги програмованих логічних контролерів, вільно програмованих систем управління, простоту та надійність телемеханічних пристроїв. Контролери призначені для побудови розподілених систем управління та телемеханіки, що працюють у необслуговуваних умовах. Їх відмінними рисами є:

- 1) робочий температурний діапазон: від -40 до +70 ° С;
- 2) мале енергоспоживання;
- 3) великий обсяг пам'яті зберігання даних протягом 2-х років;
- 4) вбудований Ethernet, бездротовий модем, до 4-х портів RS232/485, до 1152 вх/вих.

2) Програмовані контролери НІТАСНІ [4].

Вони є одними з найменших і найкомпактніших систем, що продаються по всьому світу, були розроблені з урахуванням можливості з'єднання, міжнародних стандартів і зменшення шумів ЕМС. Все це було досягнуто завдяки впровадженню найсучасніших та інноваційних складових програмованих контролерів. Завдяки розширеному набору команд, чудовим можливостям обміну даними та гарній гнучкості управління кожна серія встановлює нові стандарти у своєму класі. Система ANYBUS забезпечує сумісність із усіма стандартними системами. Дані контролери випускаються серіями, такими як, ЕС, ЕН-150, Н-Board, Н-302, Н-200 та Micro ЕН.

3) SIMATIC S7-200 – сімейство мікроконтролерів SIEMENS.

Мікроконтролери SIMATIC S7-200 призначені для вирішення завдань керування та регулювання у невеликих системах автоматизації. При цьому SIMATIC S7-200 дозволяють створювати як автономні системи управління, так і

системи управління, що працюють у спільній інформаційній мережі. Область застосування контролерів SIMATIC S7-200 винятково широка і простягається від найпростіших задач автоматизації, для вирішення яких у минулому використовувалися прості реле та контактори до завдань комплексної автоматизації. SIMATIC S7-200 дедалі інтенсивніше використовується під час створення таких систем управління, котрим у минулому з міркувань економії необхідно розробляти спеціальні електронні модулі.

Області застосування:

- 1) управління пакетувальними пресами;
 - 2) системи очищення;
 - 3) керування деревообробними верстатами;
 - 4) керування автоматичними воротами;
 - 5) управління ліфтами та підйомниками;
 - 6) керування конвеєрними лініями;
 - 7) харчова промисловість;
 - 8) системи віддаленого контролю.
- 4) SLC 500, фірми Allen Bradley.

Завдяки своїй потужності, гнучкості та невисокій ціні контролери SLC 500 стали одними з найбільш широко застосовуваних у світі програмованих контролерів. Ці контролери для автоматизації виробництва побудовані за модульним принципом, мають можливість розширення, і велика кількість різних модулів вводу-виводу та комунікаційних модулів.

До переваг цих контролерів можна віднести:

- 1) швидкодіючі потужні процесори (64К¹пам'яті);
 - 2) локальні та розподілені виконання введення-виводу;
 - 3) інтегровані порти Ethernet, а також опції для DeviceNet, ControlNet та інших мереж до 4096 входів та 4096 виходів.
-

До переваг можна віднести і той факт, що комунікаційні модулі та модулі вводу-виводу містяться в одному каркасі, що дозволяє розмістити кілька програмованих контролерів для реалізації мультипроцесорної системи.

Для виконання завдань, пов'язаних з контролем та управлінням процесом у СКП при розробці системи автоматичного регулювання (САР) було обрано сімейство контролерів фірми Allen Bradley SLC 500, виходячи з таких параметрів, як:

- 1) витрати, пов'язані на використання, освоєння та технічну підтримку контролера;
- 2) надійності, що складається з: відсутності відмов (рекламацій), затребуваності контролерів у галузях промисловості РФ, затребуваності контролерів у галузях світової економіки.
- 3) обмін даними: підтримка стандартних мережевих протоколів та форматів даних, продуктивність;
- 4) зручність роботи, тобто універсальність та наявність стандартних мов математичного опису даних та процесів.

5.2 Вибір проектної конфігурації контролера

При конфігурації контролера проводиться вибір відповідного процесора, виходячи з вимог до швидкодії системи, з урахуванням рентабельності використання контролера та кількості сигналів, що надходять на нього. Вибір модулів складає основі аналізу сукупності технологічних параметрів, які впливають на протікання технологічного процесу. Список та кількість сигналів у додатку А.

Виходячи із сумарного енергоспоживання системи, вибирається блок живлення. Конфігурація контролера наведено у таблиці 5.1. А зовнішній вигляд контроллера зображено на рисунку 31.



Рисунок 11 – контролер фірми Allen Bradley SLC 500

Таблиця 9 - Проектна конфігурація контролера

№ шасі	№ слота	Каталоговий номер	Джерело живлення		Опис модулів
			5В	24В	
0	0	1746-L553	1000	200	ЦП SLC 5/05
1746 – A10	1	1746-NI16I	125	75	Аналоговий вхідний 16 каналів
	2	1746-NI8I	125	75	Аналоговий вхідний 8 каналів
	3	1746-N08I	125	75	Аналоговий вихідний 8 каналів
	4	1746-0W16	550	200	Релейний вихідний 16 каналів
	Разом	I, A	1,925	0,625	Блок живлення 1746-P2
	БП	I, A	5	0,96	
	Запас	I, A	3,075	0,335	

Характеристики модулів

Характеристика процесорного модуля SLC 5/05



SLC 5/05

Рисунок 12 - процесорний модуль SLC 5/05

Процесор SLC 5/05 дає такі ж функціональні можливості, як і SLC 5/04 зі стандартними зв'язками через Ethernet.

Ethernet-зв'язок виконуються зі швидкістю 10 Мб/с або 100 Мб/с, забезпечуючи мережі високу продуктивність під час завантаження/вивантаження програм, редагування в реальному часі та одноранговому обміні повідомленнями.

Модульні системи введення/виводу можуть бути налаштовані максимум з трьома шасі (із загальним числом слотів до 30) і з кількістю точок введення/виводу від 4 до 4096.

Таблиця 10 - Технічні характеристики модульних контролерів SLC 500 5/05

Розмір пам'яті (слів) 64К
Струм на задній шині (мА) при 5В 1000мА
Струм на задній шині (мА) при 24В 100мА
Максимальна кількість цифрових вводів/виводів 8192
Максимальна кількість локальних шасі/слотів 30
Вбудовані засоби зв'язку Ethernet та RS-232
Додатковий модуль пам'яті flash EEPROM

Програмування RSLogix 500
Інструкції програмування 107
Типовий час сканування 0.9 мс/к
Час затримки для сканування програм після втрати живлення Від 20 мс до 3 с (залежно від навантаження на джерело живлення)
Обробка біту (XIC) 0.37 мкс
Точність годин/календаря ± 54 секунд/місяць при $+25^{\circ}\text{C}$ ($+77^{\circ}\text{F}$) ± 81 секунд/місяць при $+60^{\circ}\text{C}$ ($+140^{\circ}\text{F}$)

Характеристики модулів Релейного виходу 1746-OW16

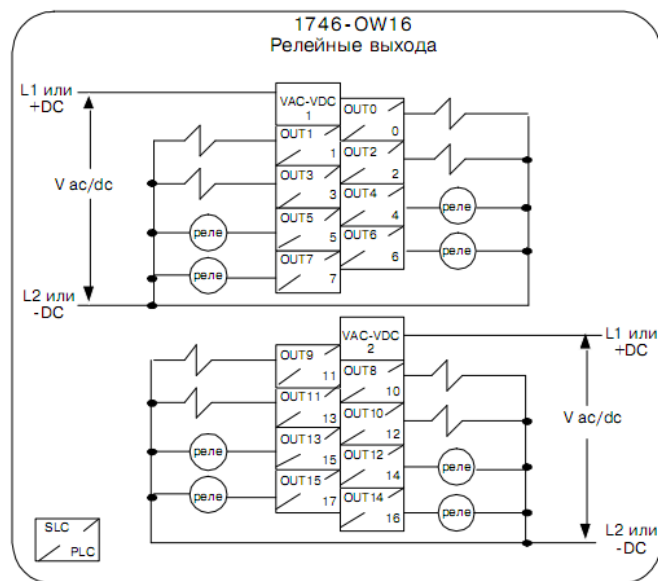


Рисунок 13 - Схема з'єднання модуля

Характеристики контактів реле вихідних модулів 1746-OW4, -OW8, -OW16

Напряження:	Ток, А ^①		Непрерывный ток, А ^②	Мощность, VA	
	Замык	Размык		Замык	Размык
Максимальное напряжение (ac)	120	15	2.5	1800	180
	240	7.5			
Максимальное напряжение (dc)	125	0.22 ^③	1.0	28	
	24	1.2 ^③	2.0	28	

Характеристики модулів аналогових входів 1746-NI16I

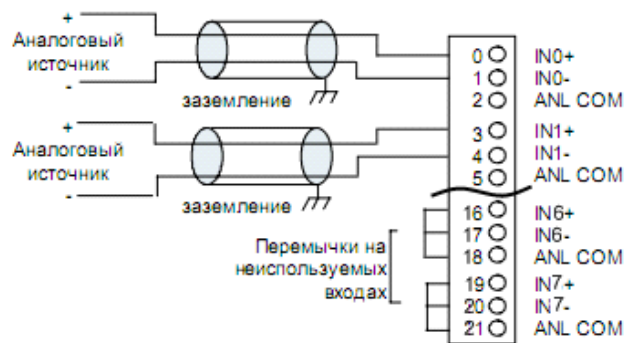


Рисунок 14 - Схема з'єднання модуля 1746-NI16I

Таблиця 11 - Технічні характеристики модулів аналогових входів 1746-NI16I

Струм на задній шині (мА) при напрузі 5В 125 мА
Струм на задній шині (мА) при напрузі 24В 75 мА
Потужність на задній шині
Максимум 2.425 Вт (0.625 Вт при 5 В dc, 1.8 Вт при 24 В dc)
Гранична напруга на ізоляції Витримує 500 В і 710 В dc протягом 1 хв.
Кількість входів 16
Роздільна здатність 16 біт
Метод аналогово-цифрового перетворення Сигма-дельта
Діапазон напруг у загальному режимі ± 10.25 В на клему загального дроту аналогового сигналу (20.5 В максимум між будь-якими двома клемми сигнального дроту)
Частоти фільтрації входу
6 Гц 10 Гц 20 Гц 40 Гц 60 Гц 80 Гц 100 Гц 250 Гц
Тип входу (настроюваний)
0-20 мА ± 20 мА 4-20 мА 0-1 мА
Тип даних (настроюваний) Інженерні одиниці
Масштабовані для ПІД-регулювання
Пропорційні відліки (в діапазоні від -32768 до +32767)
Пропорційні відліки (в заданому користувачем діапазоні, тільки Класу 3)

Формат даних 1746-NI4
Вхідний імпеданс 249 Ом
Максимальна вхідна напруга без пошкодження $\pm 8\text{В}$ між клемою загального дроту
аналогового сигналу та будь-якою вхідною клемою
Макс. вхідний струм $\pm 30\text{ мА}$ між клемою загального дроту аналогового сигналу та будь-якою вхідною клемою
Час виявлення розмикання ланцюга Менш 5 с
Роздільна здатність входу 640 нА
Роздільна здатність дисплея 0.3%
Похибка модуля на повному робочому діапазоні температур 0.08% від верхньої межі при 25°C (77°F) 0.15% від верхньої межі при 60°C (140°F)
Температурний дрейф усунення входу 360 нА/°C
Температурний дрейф посилення 20 ppm/°C
Точність калібрування при 25°C точніше 0.15% від діапазону

Характеристики модулів аналогових виходів 1746-N08I

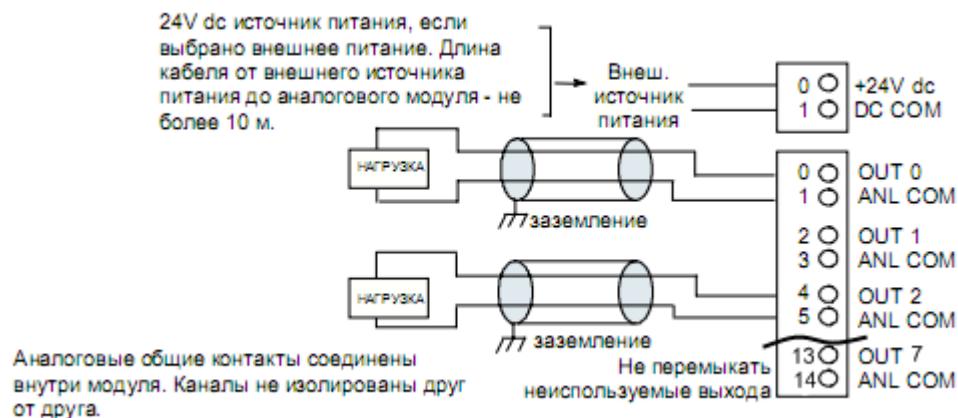


Рисунок 15 - Схема з'єднання модуля 1746-NI16I

Таблиця 12 - Технічні характеристики виходу для 8-каналних модулів 1746-N08I

Струм на задній шині (мА) при напрузі 5В 120 мА 120 мА
Струм на задній шині (мА) при напрузі 24В 250 мА* 160 мА*
Потужність на задній шині 5.6 Вт 5.6 Вт

Розсіювання тепла максимум 6.6 Вт 4.44 Вт
Гранична напруга на ізоляції 500 В dc 500 В dc
Кількість виходів 8
Тип виходу струм напруга
Діапазон виходу 0-21.5 мА ±10.25 dc
Кодування виходу (пропорційне масштабування) 0-32767 Від -32768 до +32767
Роздільна здатність 16 біт 366 нА/рахунок 16 біт 320 мкВ/рахунок
Нелінійність 0.06% від верхньої межі
Метод цифроаналогового перетворення Релейна схема R-2R
Перехідна характеристика виходу 1 мс (0-95% верхньої межі)
Час оновлення каналу (типовий)
Клас 1: 5 мс на оновлення всіх 8 каналів
Клас 3: 10 мс на оновлення всіх 8 каналів
Діапазон навантаження 0-500 Ом 1 кОм та більше
Струм навантаження Не застосовується 10 мА (максимум)
Вихідний імпеданс Більше 1 МОм Менш 1.0 Ом
Здатність перевищення
діапазону 7.5% (21.5 мА) 2.5% (±10.25 В)
Загальна точність 0.1% від верхньої межі при 25°C (77°F) 0.2% від верхньої межі при 0-60°C (32-140°F)
Дрейф загальної точності ±33 ppm/°C від верхньої межі (максимум)
Похибка посилення 0.08% від верхньої межі при 25°C (77°F) 0.15% від верхньої межі при 0-60°C (32-140°F)
Дрейф похибки посилення ±25 ppm/°C від верхньої межі (максимум)

Характеристики модуля живлення 1746-P2

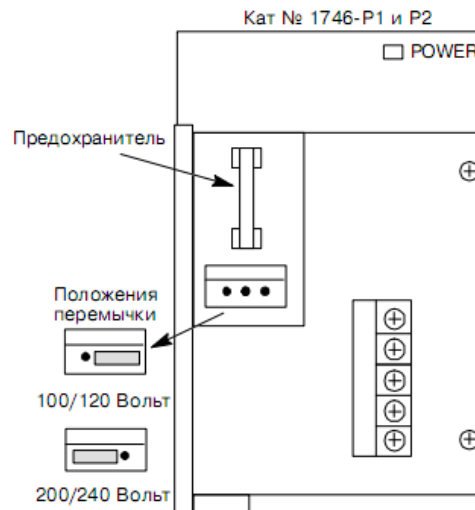


Рисунок 16 – Задня панель модуля 1746-P2

Таблица 13 - Технические характеристики модуля живления 1746-P2

Номер за каталогом 1746-P2
Лінійне (мережеве) напруга 85...132/170...265 В ас, 47...63 Гц
Допустиме навантаження по струму (Ампер) при 5В 5А
Допустиме навантаження по струму (Ампер) при 24В 0,96А
Користувальне допустиме навантаження за струмом 0.2 А @ 24 В dc
Максимальний кидок струму 20А

5.3 Верхній рівень керування. Робоче місце оператора

Робоче місце оператора є ІВМ-сумісний комп'ютер у промисловому виконанні, із встановленим програмним забезпеченням фірми Rockwell Software і мають доступом до локальної мережі підприємства, з виходом кошти виведення інформації у друкованому вигляді (принтер).

5.4 Опис розробленого інтерфейсу оператора та вибір системи SCADA.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) - це програмне забезпечення, призначене для надання інженеру допомоги у створенні в найкоротший термін надійної та швидкодіючої системи керування процесом.

Під час розробки дипломного проекту було розглянуто такі системи SCADA.

1) RSView32 [6].

Виробник RSView32, Rockwell Automation, є визнаним світовим лідером у виробництві комплексних засобів автоматизації. SCADA-система RSView32 є інтегрованим програмним забезпеченням людино-машинного інтерфейсу для збору даних, оперативного контролю та управління автоматизованими пристроями та технологічними процесами.

RSView32 є одним з компонентів комплексу засобів для візуалізації технологічних процесів ViewAnyWare. Це інтегроване, засноване на компонентах програмного забезпечення людино-машинного інтерфейсу, для контролю та управління автоматизованими пристроями та процесами. У RSView32 використовуються лише відкриті комунікаційні стандарти, що забезпечує максимально ефективний зв'язок не тільки з іншими продуктами Rockwell Software, але й з продуктами Microsoft та сторонніми програмами. RSView32 є першим програмним продуктом людино-машинного інтерфейсу, в якому повністю використовувалися переваги передових технологій компанії Microsoft для того, щоб:

- 1) відкривати графічні дисплеї RSView32 у вигляді OLE-контейнерів для елементів керування ActiveX, що дає можливість вбудовувати у власні проекти вже готові рішення, вибираючи з тисяч елементів керування ActiveX сторонніх постачальників;
- 2) розробити модель об'єкта, щоб виділити окремі частини його функціональних можливостей, що дозволяє RSView32 легко взаємодіяти з іншими програмними продуктами, що базуються на компонентах;

- 3) інтегрувати популярний Visual Basic for Applications компанії Microsoft як вбудована мова програмування, надаючи практично необмежену кількість способів налаштування та розширення проектів RSVIEW32;
- 4) підтримувати стандартні OPC як для сервера, так і для клієнта, з метою здійснення швидкого та надійного зв'язку з безліччю апаратних пристроїв різних постачальників;
- 5) реалізувати технологію Add-On Architecture з метою розширення функціональних можливостей RSVIEW32 та інтеграції нових властивостей у ядро RSVIEW32.

Система RSVIEW32 підтримує всі передові технології Windows та легко взаємодіє з більшістю апаратних платформ за допомогою OPC та DDE, а також інтегрується з іншими програмними продуктами, ефективно використовуючи технології ActiveX, VBA, OLE та ODBC.

Особливості RSVIEW32:

- 1) інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс для створення графічних уявлень ділянок технологічного процесу (екранів), включаючи складні графічні об'єкти, такі як тренди або звіти сигналів тривоги;
- 2) передача візуальної інформації з допомогою анімації екранів;
- 3) вбудований Visual Basic for Applications розширення можливостей RSVIEW32;
- 4) комплекс засобів для оповіщення оператора: відстеження трендів; виявлення подій; контроль сигналів тривоги;
- 5) протоколювання даних;
- 6) високопродуктивні стандарти OPC або DDE для зв'язку з керованими пристроями;
- 7) унікальні засоби тестування та налагодження, включаючи зміну проекту в режимі on-line;
- 8) 16 рівнів захисту проекту та захисту на рівні системи.

2) SCADA-система iFIX виготовлена компанією Intellution.

Перша характеристика цього пакета – це надійність. Для підприємства будь-якої галузі життєво необхідна безпомилкова та безвідмовна робота систем автоматизації.

Не менш важливим є питання безболісної інтеграції системи автоматизації у існуючу інфраструктуру підприємства. Для вирішення цієї задачі в iFIX включено підтримку різних протоколів обміну даними: OPC (клієнт, сервер), OLEDB, ODBC, DDE. З їхньою допомогою також здійснюється передача виробничої інформації в архіви історичних даних та системи вищого рівня. Також для iFIX існують драйвери до багатьох програмованих контролерів.

Для критичних виробництв використовуються системи автоматизації на базі SCADA-системи iFIX із резервуванням. У таких системах всі основні функції продубльовані, наприклад, збирання технологічної інформації здійснюють два незалежні SCADA-сервери iFIX. При порушенні зв'язку з одним із них, другий продовжує виконувати свої функції. Резервування дозволяє забезпечити контроль та управління виробничими процесами в будь-яких ситуаціях.

Створення проектів в iFIX здійснюється у зручному та багатофункціональному середовищі розробки Intellution Workspace. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, велика кількість майстрів-помічників (анімації, зафарбовування, відкриття/закриття/заміни малюнків, перемикання дискретних тегів тощо) та вбудована бібліотека об'єктів Dynamo дозволяють значно скоротити час розробки проекту та зосередити основні зусилля не на освоєнні пакету, а на реалізацію завдань, що стоять перед розробником.

До складу iFIX також включено демо-систему з прикладами проектів з різних галузей: хімічна, фармацевтична, водопостачання та дискретне виробництво. Демо-система дозволяє як швидше освоїти можливості пакету, а й використовувати ці приклади цілком або частково розробки власних систем.

Для вирішення складних або нестандартних завдань у SCADA-пакет вбудовано одну з найпоширеніших у світі мов програмування MS VBA.

Для безпечного використання об'єктів ActiveX компанія Intellution розробила технологію Secure Containment. Використання цієї технології дозволяє запобігти

збою або відмови від роботи системи автоматизації при виникненні помилки в об'єкті ActiveX.

Багаторівнева система безпеки iFIX здійснює контроль доступу персоналу до системи управління та надає кожному співробітнику функції відповідно до його прав доступу.

iFIX підтримує клієнт-серверну архітектуру, що робить його гнучким засобом для побудови систем автоматизації. При цьому SCADA-сервер виконує збирання даних, їх аналіз та зберігання в архіві, генерацію тривоги, організацію диспетчерського управління. Вузли-клієнти iClient отримують всю необхідну інформацію від SCADA-серверів та реалізують функції візуалізації та диспетчерського керування.

Крім того, система управління на базі SCADA-паketу iFIX може бути побудована з використанням термінального режиму, в якому всі обчислення виконує один потужний комп'ютер, а підключені до нього термінали служать лише для введення інформації та відображення результатів.

3) Sitex, SCADA пакет, розроблений фірмою Jade Software [8].

Sitex - програмний пакет класу SCADA був розроблений англійською фірмою Jade Software в 1995 р. Sitex увібрав у себе сучасні теоретичні погляди на побудову SCADA-пакетів та практичний досвід роботи в галузі промислової автоматизації.

Пакет Sitex спроектований так, щоб задовольнити найвибагливіші запити в галузі моніторингу та систем управління. Цей SCADA-пакет забезпечує багато можливостей, які зазвичай відсутні у його аналогів, що базуються на ПК, і його ціна нехарактерна для пакетів реального часу, що працюють у середовищі операційних систем у стандарті POSIX. Потужністю та структурою Sitex зобов'язаний операційній системі QNX. Завдяки системі абсолютних пріоритетів, реалізованих в архітектурі мікроядра, QNX ідеальна для таких програм. Ця операційна система має власні засоби для роботи в мережі, що забезпечують швидкий зв'язок, стійкий до відмов (FLEET), рівномірне завантаження та

надмірність мережі. QNX повною мірою реалізує можливості, що надаються сучасними процесорами, так як програми у цьому середовищі працюють у захищеному режимі, повністю використовуючи 32-розрядний код. Механізм абсолютних пріоритетів QNX дозволяє вести паралельну обробку: наприклад, в одному вікні можна стежити в реальному часі за трендом на дисплеї, що відображає процес, і водночас модифікувати бази даних в онлайн-режимі.

POSIX-подібна, надійна файлова система робить дані користувача більш захищеними. Графічний інтерфейс Open Look, що забезпечується графічним середовищем QNX Windows і використовується в Sitex, полегшує його вивчення і використання. Декілька вікон можуть бути відкриті одночасно, причому всі вони будуть оновлюватися в режимі реального часу. Основу Sitex становлять кілька серверів (баз даних, введення-виводу, передісторії та швидкої передісторії) та адміністраторів (доступу, управління, повідомлень, вихідних даних).

Далі скрізь під сервером розуміється програмний компонент, а чи не окремий комп'ютер. Кожен сервер Sitex може підтримувати одночасно роботу декількох серверів введення-виводу.

У Sitex реалізовано дуже потужну систему управління тривогами, яка має 99 пріоритетів. Для числових даних контролюються значення параметра за такими рівнями: hi ("верхнє"), hi-hi (верхнє критичне), lo ("нижнє"), lo-lo (нижнє критичне), а також швидкість зміни параметра. Sitex веде багатосторінковий журнал тривоги з можливістю перегляду за пріоритетом та хронологією, в який включає крім "штатних" та повідомлення по тривогах, що визначаються користувачем. Крім того, виявлені тривоги залишаються у списку до моменту підтвердження і запис проводиться у добові файли тривоги/подій з автоматичною обробкою послідовностей подій.

Sitex надає тимчасові позначки записам тривоги з роздільною здатністю 1 мс, проте він здатний реєструвати кілька сотень повідомлень в секунду з цією інтенсивністю. При перегляді журналу тривоги вкрай корисною є можливість, натиснувши мишею на рядку тривоги, що цікавить, відразу побачити місце (на екранній формі), де ця тривога відбулася.

Оцінивши всі переваги та недоліки перерахованих SCADA-пакетів, для розробки людино-машинного інтерфейсу був обраний пакет RSVIEW32, як найбільш доступний і надає найсучасніші та перевірені на сьогоднішній день рішення в галузі програмного забезпечення для сфер діяльності підприємств від цехів до верхнього рівня та за його межами у вигляді мережі Internet.

5.5 Опис програми

Під час запуску програми інтерфейсу оператора відкривається вікно з пропозицією ввести ім'я користувача та пароль.

Програма складається з 4 вікон:

- 1) головне вікно програми;
- 2) вікно аварій;
- 3) вікно трендів;
- 4) вікно історичних трендів;

При правильному введенні пароля та імені користувача, відкривається вікно із зображенням головного екрана. На головному екрані показано весь об'єкт автоматизації повністю. У цьому вікні відображаються аварії, зміна параметрів, що вимірюються приладами. Внизу кожного вікна є меню навігації, з якого можна здійснювати перехід між екранами. Також така можливість реалізована за допомогою гарячих клавіш.

На кожному вікні відображаються вимірювані параметри та аварії. На вікні трендів є можливість відстеження зміни значень параметрів у графічному вигляді. Є можливість прокручування зображення по осях, зміни масштабу даних.

На вікні аварій фіксуються всі, що відбуваються на об'єкті аварії. Ведеться підрахунок загальної кількості аварій, також можна виставляти пріоритет, з яким аварії будуть відображатися.

Також є спливаюче вікно подій, що з'являється при виникненні аварії, до якої прив'язане це вікно (задається розробником).

Управління засувками і двигунами передбачено як автоматичне, і ручне, зміни способу завдання відсотка відкриття є спеціальна кнопка, розташована поруч із зображенням механізму.

Для виходу із системи можна натиснути кнопку в меню навігації або скористатися поєднанням клавіш Ctrl+End.

5.6 Розробка алгоритму керування технологічним процесом

При першому проході програми відбувається ініціалізація аналогових вхідних модулів, спочатку 1746-NI16I, 1746-NI4 шляхом відправки на відповідні порти виведення процесора слів конфігурації, що визначають режим роботи модуля. Після ініціалізації відбувається безумовний перехід до підпрограми, що забезпечує функціонування об'єктів виробництва. У цій підпрограмі відбувається обробка даних, що надходять із датчиків, встановлених на технологічних блоках та об'єктах. Регулювання параметрів, передбачених технічним завданням, здійснюється за допомогою інструкції ПД-регулювання.

Блок-схеми алгоритмів пуску, робочого режиму та останову наведені на рисунках 16, 17,18

Алгоритм пуска

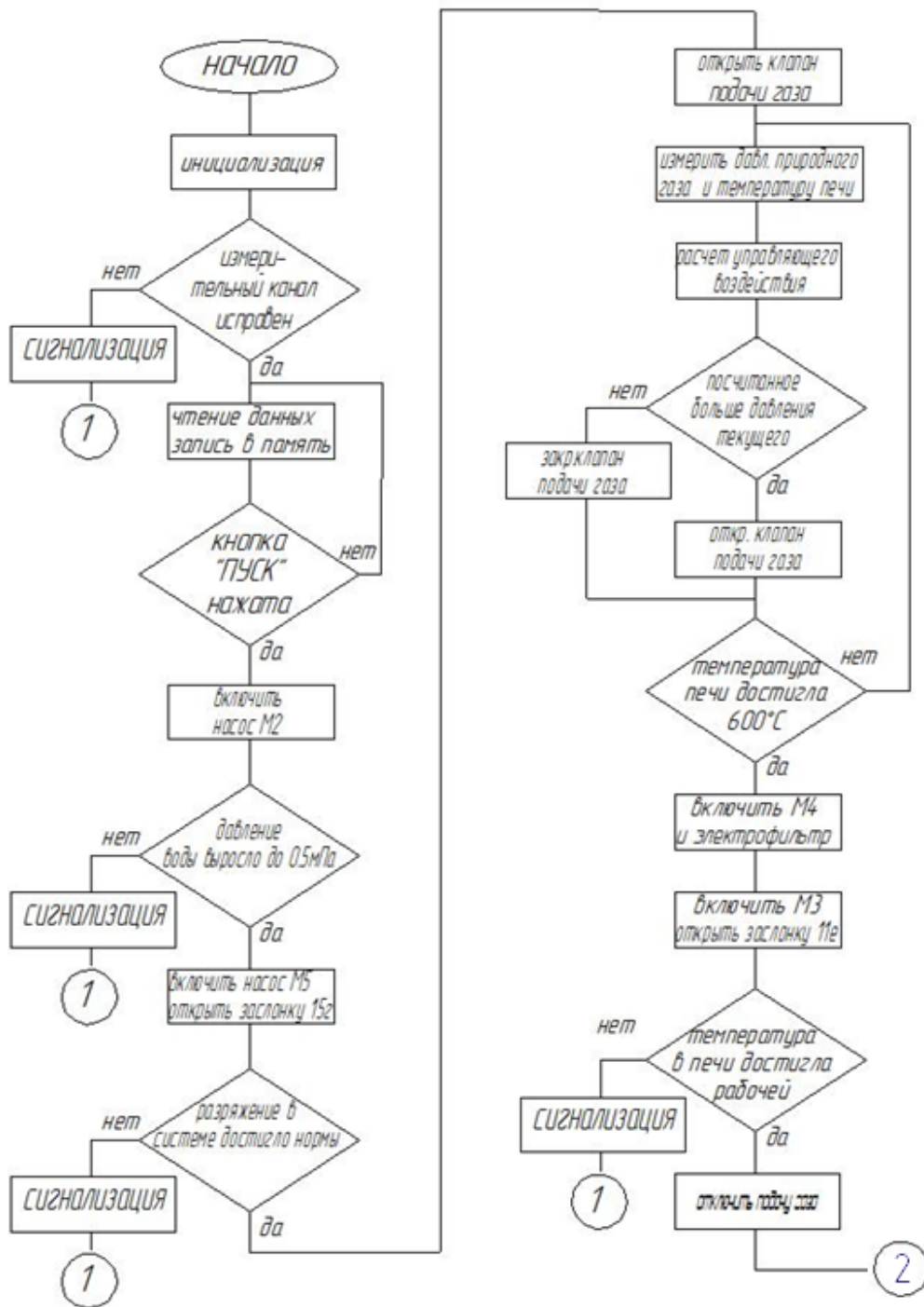


Рисунок 36 – Блок-схема алгоритму пуска системы

Алгоритм рабочего режима

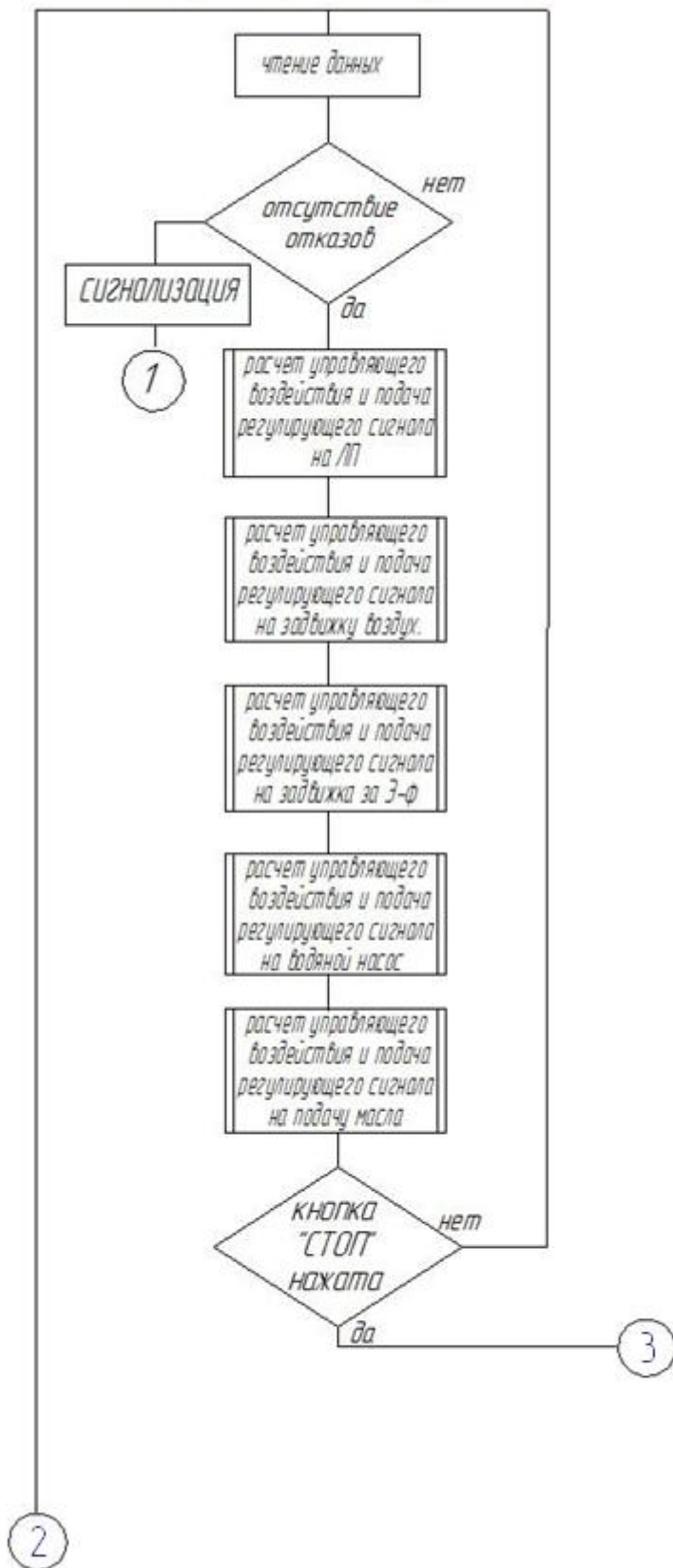


Рисунок 37 – Блок-схема алгоритму рабочего режима.

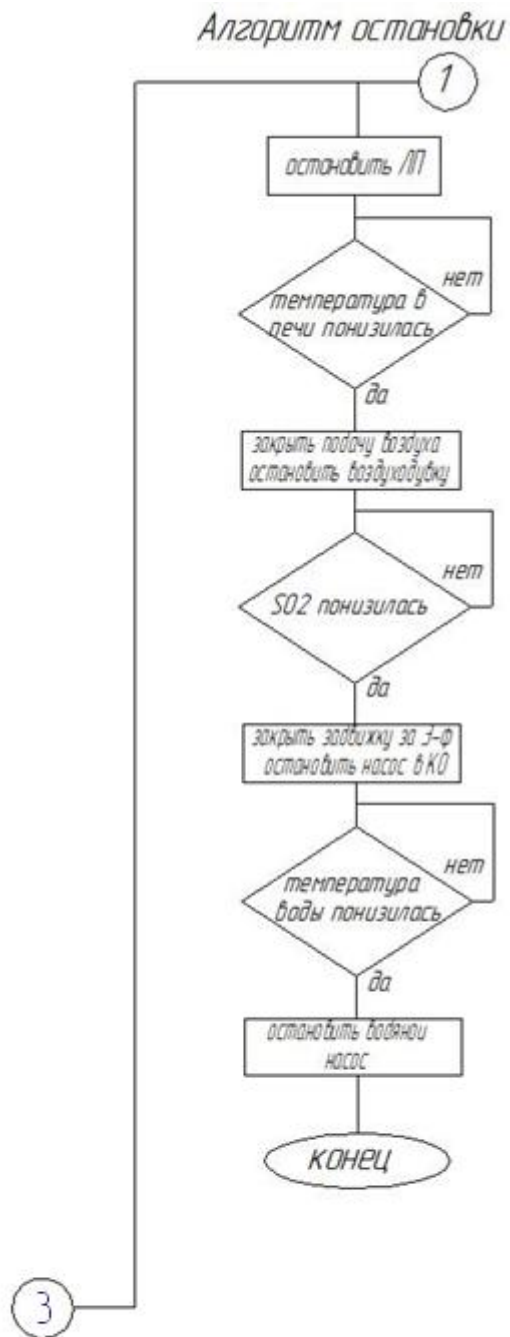


Рисунок 38 – Блок-схема алгоритму зупинки системи.

5.7 Вибір протоколу обміну інформацією між контролером та верхнім рівнем

АСУ ТП

Для зв'язку контролера з АРМ оператора використовують мережевий протокол Ethernet. Термінали Ethernet можуть взаємодіяти з одним або декількома контролерами SLC 500 або MicroLogix через мережу Allen-Bradley [6].

Ethernet добре підходить для таких застосувань, коли локальні засоби комунікації повинні обробляти інтенсивний трафік за високих пікових швидкостей передачі даних.

Ethernet є мовленнєвою ЛОМ. Це означає, що всі станції бачать усі кадри, незалежно від того, призначені ці кадри для них чи ні. Кожна станція має досліджувати прийняті кадри, щоб визначити, чи вони спрямовані до неї чи ні. Якщо до неї, то кадр передається на протокол вищого рівня відповідної обробки.

Ethernet забезпечує сервіс, що відповідає рівням 1 та 2 моделі OSI. Характеристики Ethernet наводяться у таблиці 14.

Під час створення інтерфейсу оператора задіяно 269 змінних (додаток 3).

Таблиця 14 - Характеристики Ethernet

Характеристика	Значення
Швидкість передачі (Мбіт/сек)	10
Метод передачі сигналу	Вузькосмуговий сигнал
Максимальна довжина сегмента (м)	500
Носій	Коаксіальний 50-му (товстий)
Топологія	Шина

6 Розрахункова частина проекту

6.1 Аналіз об'єкта регулювання

Одним з важливих технологічних параметрів процесу дроблення продукту є підтримка обертів ножів у млині.

Об'єкт - млин ДМК

Регульований параметр - обороти

Необхідні обороти -750 про/хв.

Мінімально допустима-730 про/хв.

Максимально допустима-770 про/хв.

6.2 Критерії вибору датчика обертів

6.2.2. Відповідність міцності корпусу датчика до умов експлуатації

6.2.3. Відповідність вимірюваних обертів робочим діапазнам обертів, що вимірюються

Перетворення обертів на стандартний електричний сигнал реалізуємо за допомогою датчика холу марки:

A3422LKA

діапазон вимірів – 500-2000про/хв.

допустимі відхилення - (-0,1про/хв.+0,2про/хв.)

Розмір робочого струму трохи більше 20мА

Схема з'єднання внутрішніх провідників-4-х провідна

Ступінь захисту згідно з ГОСТ 14254 IP54

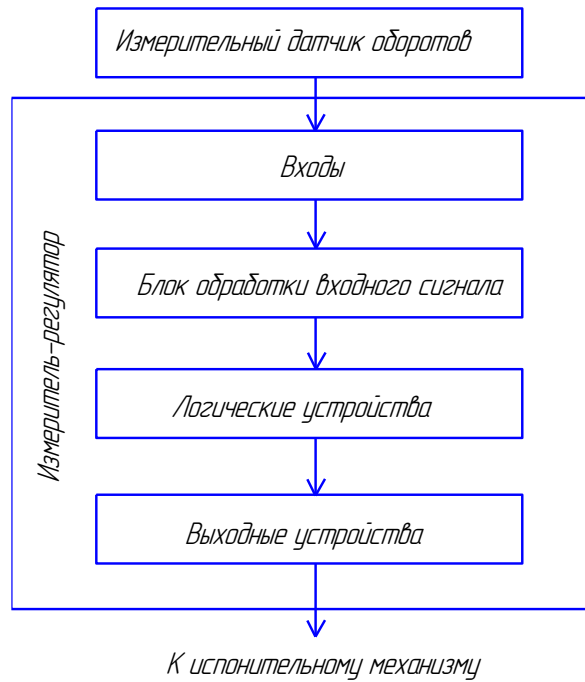


Рисунок 11- Узагальнена функціональна схема вимірювача - оборотів

При визначенні динамічних характеристик об'єкта з його кривої розгону на вхід подамо прямокутний імпульс. Тобто. збільшимо обороти на 15%.

При знятті кривої розгону необхідно виконати низку умов:

- Криві розгону необхідно знімати як при позитивних, так і негативних стрибках керуючого сигналу. З вигляду кривих можна будувати висновки про ступеня асиметрії об'єкта. При невеликій асиметрії розрахунок налаштувань регулятора рекомендується вести за усередненими значеннями параметрів передавальних функцій. Якщо проектується система стабілізації, то крива розгону має зніматися на околиці робочої точки процесу.

- При знятті кривої розгону амплітуда пробного вхідного сигналу має бути, з одного боку, досить великою, щоб чітко виділялася крива розгону на фоні шумів, а, з іншого боку, вона повинна бути достатньо малою, щоб не порушувати нормальний хід технологічного процесу.

- За наявності зашумленого виходу бажано знімати кілька кривих розгону з їх подальшим накладенням один на одного та отриманням усередненої кривої.

- При знятті кривої розгону необхідно вибирати найстабільніші режими процесу, наприклад, нічні зміни, коли дія зовнішніх випадкових збурень

малоймовірна. Знявши криву розгону, і оцінивши характер об'єкта управління (у разі з самовирівнюванням) визначимо параметри відповідної передавальної функції.

Перед введенням точок кривої перехідного процесу в програму функції необхідно привести до безрозмірного вигляду (діапазон зміни нормованої кривої 0 - 1).

Після розрахунку отримуємо передатну функцію об'єкта:

$$W(S) = \frac{1}{0,3S^3 + 1,2S^2 + 0,6S + 1}$$

6.3 Аналітичні дослідження об'єкта управління

Передатна функція має три полюси:

$$-0,1485 - 0,9371 * i; -0,1485 + 0,9371 * i; -0,703.$$

Тимчасові показники.

Найважливішою характеристикою САР та її складових елементів є перехідні та імпульсні функції. Графічне уявлення перехідних та імпульсних функцій називають тимчасовими характеристиками. Тимчасові характеристики представляють процеси, які у динамічному і статичному режимах.

Перехідною функцією $h(t)$ називають функцію, що описує сигнал на виході за умови, що на вхід подано одиничний ступінчастий вплив за нульових початкових умов. Графік перехідної функції, що є залежність функції $h(t)$ від часу t , називають перехідною характеристикою.

Імпульсною функцією $\omega(t)$ називають функцію, що описує реакцію на одиничний імпульсний вплив за нульових початкових умов. Графік залежності функції $\omega(t)$ від часу називають імпульсною характеристикою.

Аналітичне визначення перехідних функцій та характеристик ґрунтується на наступних положеннях. Якщо задана передатна функція системи або складової частини $W(S)$ і відомий вхідний сигнал $X(t)$, вихідний сигнал $y(t)$ визначається наступним співвідношенням:

$$L\{y(t)\} = L\{x(t)\}W(s)$$

Таким чином, зображення вихідного сигналу $L\{y(t)\}$ є твір передавальної функції на зображення вхідного сигналу $L\{x(t)\}$. Сигнал $y(t)$ у явному вигляді отримав після переходу від зображення $L\{y(t)\}$ до оригіналу $y(t)$.

Оскільки зображення одиничного ступінчастого впливу одно $\frac{1}{S}$, то зображення перехідної функції визначається співвідношенням:

$$L\{h(t)\} = \frac{W(S)}{S}$$

Отже, для знаходження перехідної функції необхідно передавальну функцію поділити на S та виконувати перехід від зображення до оригіналу.

Зображення одиничного імпульсу дорівнює 1. Тоді зображення імпульсної функції визначається виразом:

$$L\{\omega(t)\} = W(S)$$

Таким чином, передавальна функція є зображенням імпульсної функції.

Так як $\delta(t) = \frac{d1(t)}{dt}$, то між імпульсною та перехідною функціями існує наступна залежність:

$$\frac{dh(t)}{dt} = \omega(t)$$

Імпульсна та перехідна функції, як і передавальна функція, є вичерпними характеристиками системи за нульових початкових умов. Їх можна визначити вихідний сигнал при довільних вхідних впливах.

6.4 Перехідна характеристика.

$$L\{h(t)\} = \frac{W(S)}{S}; h(t) = 3,333 - 0,8697e^{-0,165 t} \sin(1,041t) + 0,0493e^{-0,165 t} \cos(1,041t) - 3,3826 - e^{-0,2701-t};$$

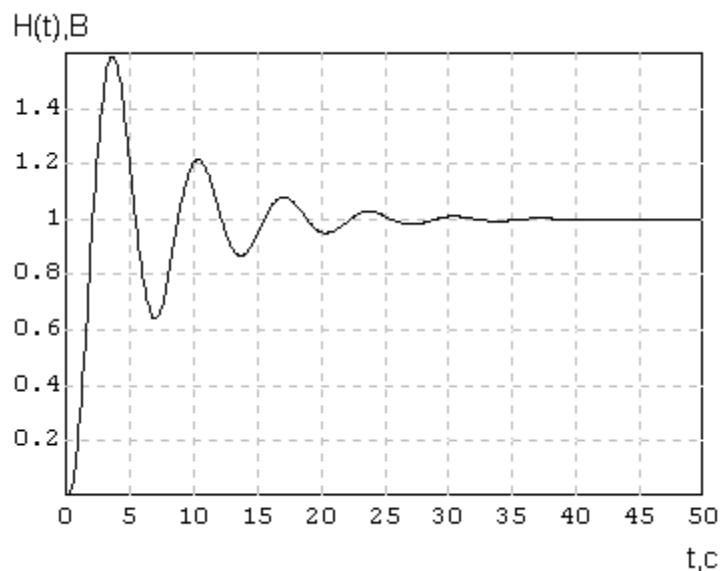


Рисунок 12 – Перехідна характеристика

Висновок: Об'єкт управління стійкий, перехідний процес схожий, коливається. Є близько 4 коливань.

6.5 Імпульсна характеристика.

$$L\{\omega(t)\} = W(S); \omega(t) = 0,0922e^{-0,165 \cdot t} \cdot \sin(1,041t) - 0,9135e^{-0,165 \cdot t} \cdot \cos(1,041t) + 0,9135e^{-0,2071-t};$$

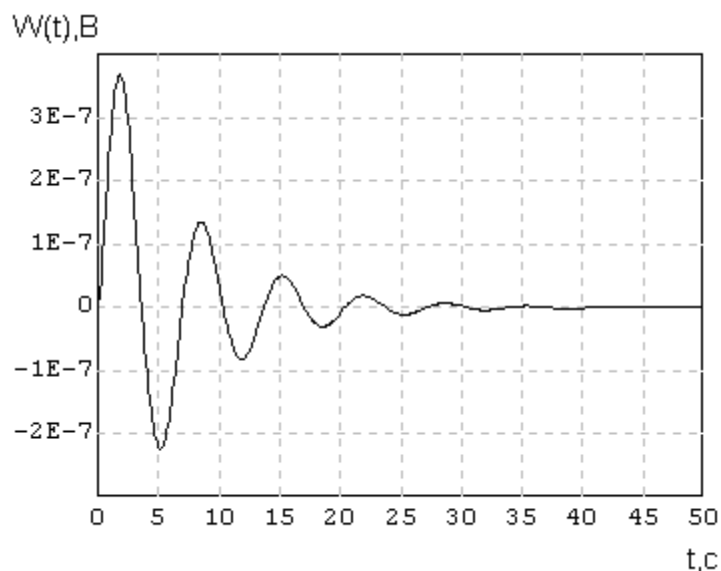


Рисунок 13 – Імпульсна характеристика

Висновок: При різкій зміні рівня вхідного сигналу від 1 до 0, вихідний сигнал зменшується до 0 за час, приблизно дорівнює 36 с, при цьому є близько 4 коливань.

6.6 Частотні показники.

У разі реальної експлуатації САР часто виникає необхідність визначити реакцію на періодичні сигнали, тобто. визначити сигнал на виході САР, якщо на один із входів періодично подається сигнал гармонійної форми. Вирішення цієї задачі можна отримати шляхом використання частотних характеристик. Частотні характеристики можуть бути отримані експериментальним чи аналітичним шляхом. При аналітичному визначенні вихідним моментом є одна з передавальних функцій САР (з управління або з обурення). Можливе також визначення частотних характеристик виходячи з передавальних функцій розімкненої системи та передавальної функції помилково.

Якщо задана передавальна функція $W(S)$, то шляхом підставки $S = j\omega$ отримуємо частотну передатну функцію $W(j\omega)$, яка є комплексним виразом тобто.

$$W(j\omega) = A(\omega) + jK(\omega),$$

де $A(\omega)$ речова складова, а $K(\omega)$ уявна складова. Частотна передавальна функція може бути представлена у показовій формі:

$$W(j\omega) = M(\omega)e^{j\cdot\phi(\omega)}$$

$$\text{де } M(\omega) = \sqrt{A^2(\omega) + K^2(\omega)} - \text{модуль;}$$

$$\phi(\omega) = \arctg \frac{K(\omega)}{A(\omega)} - \text{аргумент частотної передавальної функції}$$

Функція $M(\omega)$, представлена при зміні частоти від 0 до ω , отримала назву амплітудної частотної характеристики (АЧХ).

Функція $\phi(\omega)$, представлена при зміні частоти від 0 до ω , називається фазовою частотною характеристикою (ФЧХ).

Частотна передатна функція $W(j\omega)$ може бути представлена комплексної площині. У цьому випадку для кожної з частот у діапазоні від 0 до ω проводиться визначення вектора на комплексній площині та будується годограф вектора. Годограф буде амплітудно-фазовою частотною характеристикою (АФЧХ). Таким чином, для певної частоти маємо вектор на комплексній площині, що характеризується модулем M та аргументом ω . Модуль є чисельним відношенням амплітуди вихідного гармонійного сигналу до амплітуди вхідного. Аргумент являє собою зсув фази вихідного сигналу по відношенню до вхідного. При цьому негативний фазовий зсув є обертанням вектора на комплексній площині за годинниковою стрілкою щодо реальної позитивної осі, а позитивний фазовий зсув є обертанням проти годинникової стрілки.

Для спрощення графічного представлення частотних характеристик, а також для полегшення аналізу процесів у частотних областях використовуються логарифмічні частотні характеристики: логарифмічна амплітудна частотна характеристика (л.а.ч.х.) та логарифмічна фазова частотна характеристика (л.ф.ч.х.) .

$$W(S) = W(j\omega) = \frac{kT_1}{T_2(j\omega)^3 + T_3(j\omega)^2 + T_4j\omega + 1} = \frac{1}{-0,3j\omega^3 - 1,2\omega^2 + 0,6j\omega + 1};$$

$$W(S) = W(j\omega) = \frac{(1 + 1,2\omega^2)}{(1 + 1,2\omega)^2 + (0,6\omega - 0,3\omega^3)^2} - j \frac{(0,6\omega - 0,3\omega^3)}{(1 + 1,2\omega^2)^2 + (0,6\omega - 0,3\omega^3)^2};$$

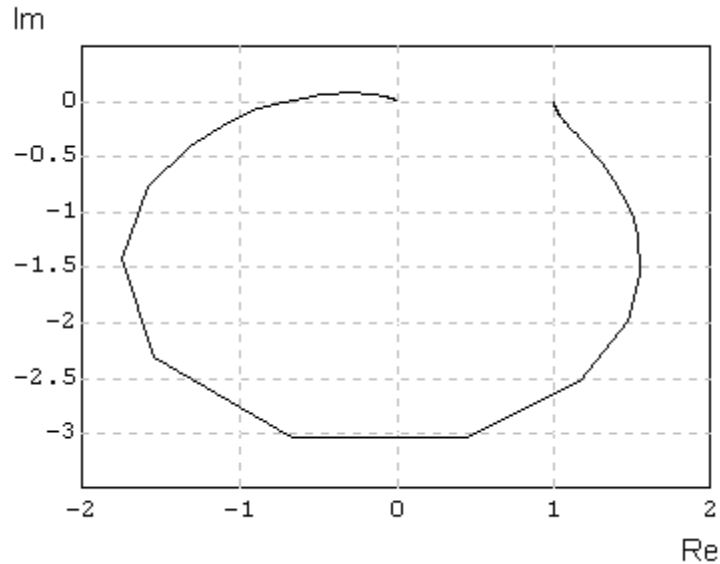


Рисунок 14 – АФЧХ

Висновок: При меншій частоті $0,1 \text{ с}^{-1}$ зсув фази становить 0° . Збільшення частоти від $0,1 \text{ с}^{-1}$ до 1 с^{-1} зсув фази збільшується до -270° . При частоті $1,5 \text{ с}^{-1}$ зсув фази становить -180° .

6.7 Оптимізація параметрів регулювання

Наведемо перелік основних етапів, які необхідно виконати

1. -задати параметри, що варіюються
2. -Сформувати критерії оптимізації, які необхідні для вирішення основного завдання оптимізації;
3. -ввести в діалогові вікна необхідні дані, включаючи:
 - -імена змінних параметрів, межі їх зміни та похибка розрахунку;
 - -імена локальних критеріїв та допустимі межі їх значень;
 - -Розрахунковий метод оптимізації та його параметри.

1. Завдання параметра, що варіюється.

Процедура завдання глобального параметра виконується у вікні Редактора Глобальних параметрів Проекту (Субмоделі).

Змінимо значення коефіцієнтів посилення, ввівши замість числа параметри k_s (для інтегратора), k_p (для підсилювача).

2. Формування локальних критеріїв оптимізації.

Застосуємо блоки Максимум (бібліотека Нелінійні ланки). Субмодель "Вимірник" часу ПП реалізує вимірювання часу перехідного процесу та автоматичне присвоєння цього значення змінної trp.

3. Встановлення параметрів оптимізації.

Задамо змінні ks, kp як параметри, що оптимізуються. Мінімальним значенням їм вкажемо нуль, максимальним – 100.

Критеріями приймемо trp та u_{max}. Максимальне значення trp дорівнює двом секундам, мінімальне – нулю. Для u_{max} мінімальне значення дорівнює нулю, максимальне одиниці.

4. Проведення оптимізаційного розрахунку.

Зробимо розрахунок. Наприкінці розрахунку отримаємо вікно з результатами: ks = 0.4; kd=7.2831; t=0.77356;

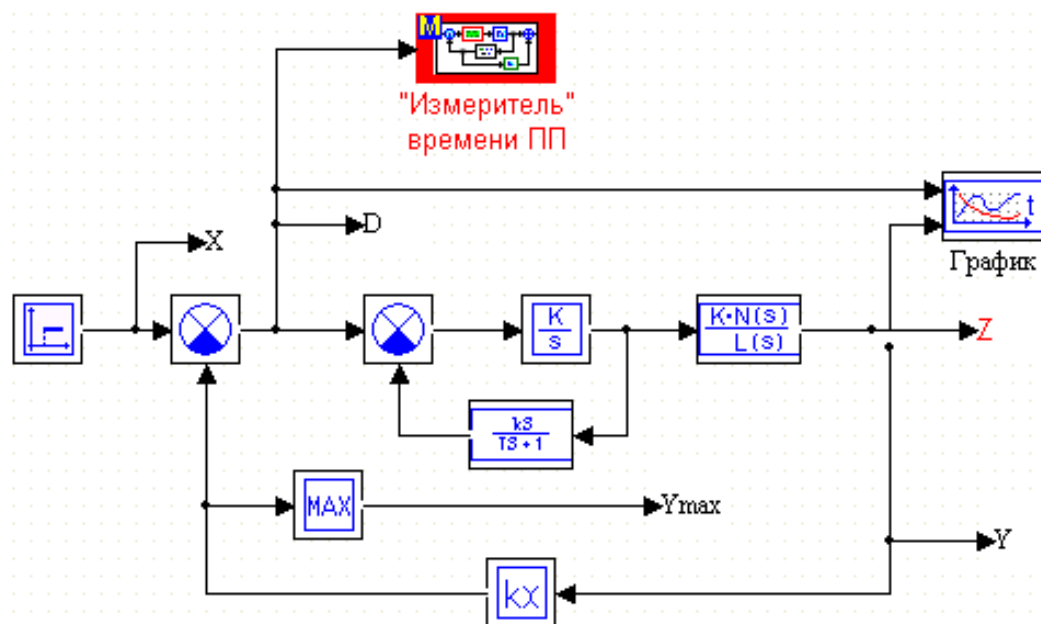


Рисунок 15 – Структурна схема системи автоматичного регулювання

6.8 Часові та частотні характеристики системи

$$W(s) = \frac{0,7736s + 1}{0,2321s^5 + 2,873s^4 + 8,244s^3 + 4,663 \{s^2 + 7,257s + 1\}}$$

$$W_{\text{шиб}} = \frac{0,2321s^5 + 2,873s^4 + 8,244s^3 + 4,663s^2 + 6,483s}{0,2321s^5 + 2,873s^4 + 8,244s^3 + 4,663 \{s^2 + 7,257s + 1\}}$$

$$W(s) = \frac{-1 - 0,7736S}{0,2321S^5 + 2,873S^4 + 8,244S^3 + 4,663 \{S^2 + 7,257S + 1}$$

$$W_p = \frac{0,1542 + 0,1193S}{0,0358S^5 + 0,4432S^4 + 1,272S^3 + 0,7193 \{S^2 + S}$$

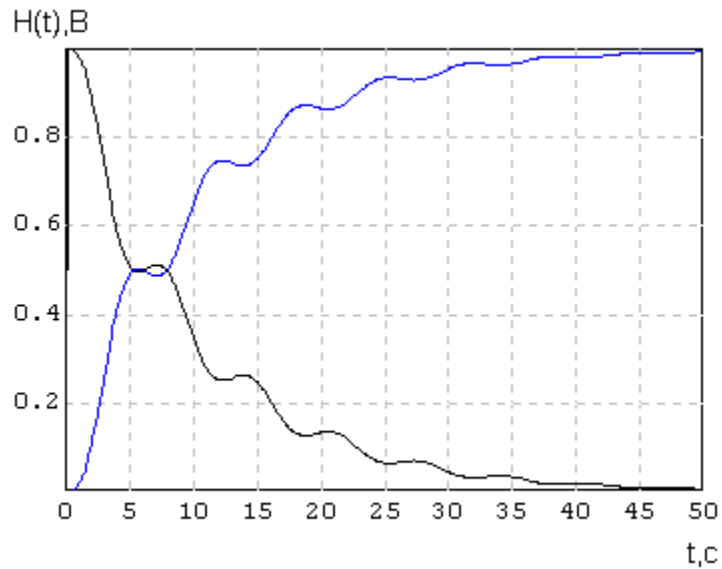
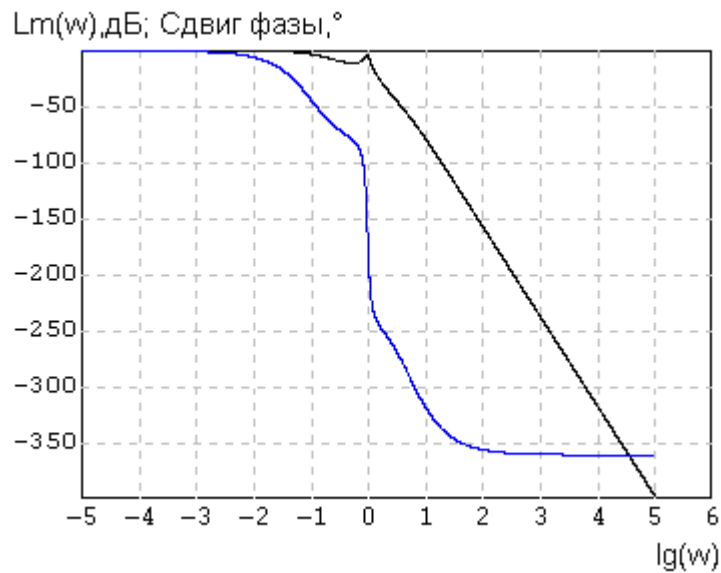


Рисунок 16 – Перехідна характеристика та помилка



Малюнок 17 – ЛАХ, ФЧХ

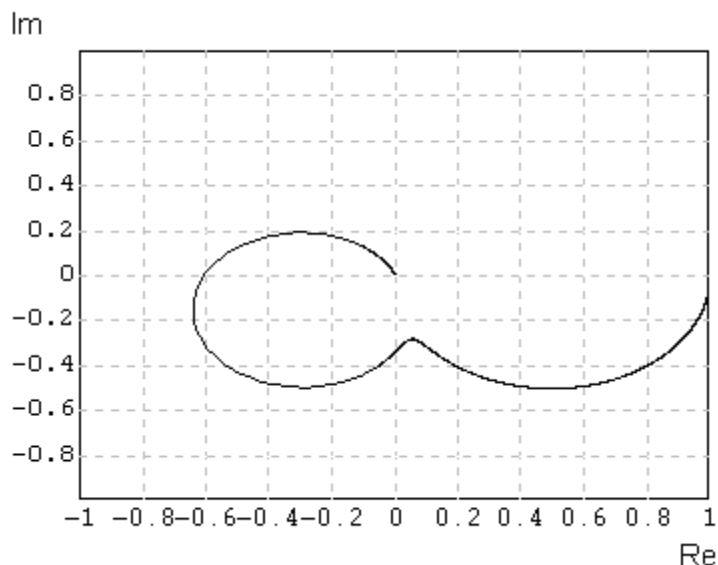


Рисунок 18 – Годограф Найквіста

6.9 Визначення стійкості спроектованої системи управління

Основні умови сталості.

Поняття сталості є найважливішою якісною оцінкою динамічних властивостей САР. Стійкість САР пов'язані з характером її поведінки після припинення зовнішнього впливу. Ця поведінка описується вільною складовою рішення диференціального рівняння, яке визначає систему. Якщо вільна складова робочого параметра об'єкта управління після припинення зовнішнього впливу прагне нулю, така система є стійкою. Інакше кажучи – стійкість системи це згасання її перехідних процесів.

Якщо вільна складова прагне кінцевого значення або має вигляд гармонійних коливань з постійною амплітудою, то система вважається нейтральною. У тому випадку, якщо вільна складова необмежено зростає або має вигляд гармонійних коливань зі зростаючою амплітудою, система вважається нестійкою.

Оцінка стійкості проводиться на основі результатів дослідження вільної складової, яка є рішенням однорідного диференціального рівняння за заданих початкових умов:

$$(a_0 S^n + a_1 S^{n-1} + \dots + a_n) y = 0.$$

Рішення рівняння є сумою доданків, від яких визначається значеннями коренів характеристичного рівняння: $a_0 S^n + a_1 S^{n-1} + \dots + a_n = 0$

Якщо система представлена як передавальної функції, то аналізу стійкості використовується її власний оператор (знаменник передавальної функції).

Отримані коріння характеристичного рівняння можуть бути представлені у вигляді точок на комплексній площині.

Для стійких систем необхідно і достатньо, щоб усі корені характеристичного рівняння лежали ліворуч від уявної осі комплексної площини. Якщо хоча б один речовий корінь або пара комплексних сполучених коренів знаходиться праворуч від уявної осі, то система є нестійкою. Якщо є нульовий корінь або пара чисто уявного коріння, то система вважається нейтральною (що знаходиться на межі стійкості та нестійкості). Таким чином, уявна вісь комплексної площини є межею стійкості.

З метою спрощення аналізу стійкості систем розроблено низку спеціальних методів, які отримали назву критерії стійкості. Критерії стійкості поділяються на два різновиди: алгебраїчні та частотні. Алгебраїчні критерії є аналітичними, а частотні – графоаналітичними. Критерії стійкості дозволяють оцінити вплив параметрів системи на стійкість.

Частотний критерій стабільності Найквіста.

Цей критерій дозволяє за амплітудно-фазовою частотною характеристикою розімкнутої системи оцінити стійкість системи. АФЧХ може бути отримана експериментально чи аналітично. Аналітичне побудова АФЧХ виробляється стандартними способами.

Для стійкості замкнутої системи необхідно і достатньо, щоб АФЧХ розімкнутої системи при зміні частоти від 0 до ∞ не охоплювала точку з координатами $(-1; j0)$. Якщо АФЧХ розімкнутої системи проходить через точку з координатами $(-1; j0)$, то система буде нейтральною.

Критерій Найквіста дозволяє наочно простежити вплив зміни параметрів передавальної функції на стійкість системи.

Оцінка якості регулювання.

Крім стійкості САР аналізуються з погляду якості регулювання. У загальному випадку якість регулювання являє собою сукупність точності в режимі, що встановився, і якості перехідних процесів.

Оцінки якості можуть бути прямими та непрямими. У свою чергу прямі та непрямі можуть бути статичними та динамічними. Динамічні оцінки характеризують перехідний процес, а статичні – встановлений режим. Прямі оцінки визначаються безпосередньо за перехідною характеристикою каналу управління чи обурення.

Якщо перехідна характеристика є загасаючими коливаннями, то система вважається стійкою. У цьому допускається трохи більше 2-3 коливань. До основних прямих оцінок відносяться такі: Δ - регулювання, t_p - час регулювання, ψ - декремент згасання, ω - частота коливань, n - число коливань, яке має перехідна характеристика за час регулювання t_p , t_H - час наростання перехідного процесу, t_{max} - час досягнення першого максимуму.

Перерегулювання є різницю між максимальним значенням h_{max1} перехідної характеристики і її значенням, що встановилася, виражена у відсотках:

$$\sigma = \frac{|h_{уст} - h_{max}|}{h_{уст}} \cdot 100\%$$

Найчастіше потрібно, щоб перерегулювання вбирається у 10 – 30%.

Час регулювання оцінює тривалість перехідного процесу. Оскільки теоретично тривалість перехідного процесу ідеальних систем дорівнює \square , під час регулювання приймається той інтервал часу, після якого відхилення перехідної характеристики від значення не перевищує деякої заданої величини q . Значення q вибирають зазвичай рівним 5%.

При заданих значеннях τ і t_p перехідна характеристика має виходити з певної області, що називається областю допустимих відхилень.

У статичному режимі САР оцінюється коефіцієнтом статизму (астатизму):

$$\Delta = \frac{x - y_{уст}}{x} = 1 - W(S)$$

де x - Завдання; $y_{уст}$ – значення робочого параметра, що встановилося.

Розглянуті вище оцінки якості відносяться до прямих. Натомість існують непрямі, серед яких найбільшого поширення набули інтегральні оцінки. Існує два різновиди інтегральної оцінки: лінійна та квадратична. Чисельно лінійна інтегральна оцінка дорівнює площі, обмеженої кривою помилки іди різниці $X - Y$. Значення Y береться в межах часового інтервалу від 0 до t_p . Лінійна інтегральна оцінка визначається наступним виразом:

$$J_0 = \int_0^{t_p} (x - y) dt$$

Ця оцінка може бути застосована лише за монотонних перехідних процесів за відсутності коливань.

Квадратична інтегральна оцінка застосовується як при монотонних, так і при коливальних перехідних процесах і визначається таким співвідношенням:

$$J_0 = \int_0^{t_p} (x - y)^2 dt$$

Нестача квадратичної інтегральної оцінки полягає в тому, що різні за характером перехідні процеси можуть мати ту саму величину оцінки.

6.9.1 Оцінки якості.

Час наростання: $t_n = 50c$

Час регулювання: $t_p = 50c$

Число коливань під час регулювання: $n = 4$

Час досягнення максимуму: $t_{max} = 34c$

$h_{max} = 0,99B$

$h_{min} = 0,6 B$

$$\sigma = \frac{|h_{уст} - h_{max}|}{h_{уст}} \cdot 100\%$$

$\sigma = 1\%$.

6.9.2 Стійкість системи:

По годографу Найквіста видно, що АФЧХ розімкненої системи не охоплює точку $(-1; j0)$. Отже, система є стійкою. Запас стійкості за амплітудою становить 4 ДБ. Запас стійкості за фазою становить 166.

9. Висновки

У бакалаврській роботі розроблено інформаційне, технічне забезпечення системи автоматизації.

Впровадження у виробництво сучасної мікропроцесорної техніки значно перевищило ефективність роботи як технологічного обладнання, так і самого обслуговуючого персоналу. Цей крок дав підприємству можливість йти в "ногу з часом" і бути конкурентоспроможним по відношенню до інших успішних виробництв.

Що стосується питання про вдосконалення систем управління, то на мою думку це ціла низка питань, які дуже актуальні в даний час. Необхідно поповнювати склад робочого колективу молодими працівниками з відповідним освітою, дати можливість розвивати цю область вкладаючи у ній деякі кошти та здійснювати постійний контроль над розвитком ринку мікропроцесорної та іншої техніки.

Після модернізації система автоматизації забезпечує:

- роботу споруд дроблення в умовах постійного навантаження;
- Висока якість продукту;
- економну роботу приводних двигунів, які є дуже великими споживачами електроенергії;
- Зменшення чисельності основних робочих;
- Зниження вибухонебезпечності об'єкта.

Впровадження у виробництво сучасної мікропроцесорної техніки значно перевищило ефективність роботи як технологічного обладнання, так і самого обслуговуючого персоналу.

10. Список використаної літератури

1. Автоматика та управління в технічних системах. У 11 кн. / Відп. ред. С.В. Смелянов, В.С. Михалевич.-Кн.1. Електричні елементи систем управління промисловими роботами/А.А. Краснопрошина та ін. – К.: Вища шк., 1990.
- 2.Методичні вказівки щодо оформлення курсових та дипломних проєктів. Інструктивні матеріали. Для студентів спеціальності 7.091401 "Комп'ютеризовані системи управління та автоматики". – Суми.: СумДУ, 1998. – 77 с.
3. Проектування систем автоматизації технологічних процесів: Справ сел. / А.С. Ключев Д.В. Глазов, А.Х. Дубровський, С.А. Ключев. -М: Енергоатоміздат, 1990.-464 с.
4. Довідник з автоматизованого електроприводу / За ред. Єлісєєва В.А., Шинянського А.В. - М: Вища школа, 1983. - 588 с.
5. Довідник з електричних машин. - М: Енергоатоміздат, т.1Д988; т.2,1989.
6. Москаленко В.В. Електричний привід. - М: Вищ.шк., 1991.
7. Курсове та дипломне проектування з автоматизації виробничих процесів / Ф.Я. Ізаков та ін. - М: Агропромиздат, 1989.
8. Налагодження засобів вимірювань та систем технологічного контролю: Справ. сел./А.С. Ключев та ін; За ред. А.С.Ключєва. - М: Енергоатоміздат, 1990.
9. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів та Правила техніки безпеки під час експлуатації електроустановок споживачів. - М: Енергоатоміздат, 1986.
10. Правила влаштування електроустановок (ПУЕ). -М: Енергоатоміздат, 1987.
11. Системи керування. Завдання. Проектування. Реалізація/В.М. Захаров та ін. - М: Енергія, 1977.
12. Проектування, монтаж та експлуатація систем автоматизації у харчовій промисловості /В.Г. Трегут та ін-М.: Агропромиздат, 1991.

13. Електротехнічний довідник. У 3 томах: т.1; т.2; т.3, кн.1,2. // За заг. ред. В.Г. Герасимова, П.Г. Грудинського, В.А. Лабунцова, І.М. Орлова та ін. - М: Енергоатоміздат, 1985 (т.1), 1986 (т.2), 1989 (т.3).

14. Орлов І.М. Системи автоматизованого проектування електромеханічних пристроїв - М: Енергоатоміздат, 1989.