

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНН ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 681.536.5:631.445.5

ПОГОДЖЕНО

Директор ІНН енергетики,
автоматики і енергозбереження
(назва ІНН)

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри автоматики
та робототехнічних систем
ім. акад. І.І. Мартиненка
(назва кафедри)

В.В. Каплун

(підпис)

(ПІБ)

В.П. Лисенко

(підпис)

(ПІБ)

«__» 2023 р.

«__» 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

02.06.-КМР.323"С".2023.03.06.025.ПЗ

на тему «ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ НА МАСЛОЗАВОДІ З ВИКОРИСТАННЯ КТЗ ОБЕН»

Спеціальність: 151– «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(цифр і назва)

Освітньо-професійна програма:

Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(назва)

Гарант освітньої програми

(підпис)

І.М. Болбот, д.т.н., професор

(П.І.Б., науковий ступінь та вчене звання)

Виконав

(підпис)

О.А. Юсєков

(П.І.Б. студента)

Керівник магістерської роботи

(підпис)

М.О. Кікєв, к.т.н., доцент

(П.І.Б., науковий ступінь та вчене звання)

КИЇВ-2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
автоматики та робототехнічних
систем ім. акад. І.І. Мартиненка
В.П. Лисенко
2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ
(бакалаврської, дипломної)

Юєвкову Олександрю Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Тема магістерської роботи «**ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ НА МАСЛОЗАВОДІ З ВИКОРИСТАННЯ КТЗ ОВЕН**»,

затверджена наказом ректора НУБіП України від 06.03.2023 року №323 «С»

Термін подання студентом магістерської роботи 18.11.2023 року

Вихідні дані до магістерської роботи: завдання кафедри на виконання магістерської роботи; нормативні документи по проектуванню об'єктів автоматизації; матеріали дослідження та аналізу; наукова література з тематики магістерської роботи.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Технологічні характеристики автоматизованого робочого місця.
2. Розробка функціональної схеми автоматизації.
3. Побудування SCADA системи.
4. Впровадження автоматизації процесу рафінації олії.

Дата видачі завдання «7» березня 2023 року

Керівник магістерської роботи

(Підпис)

Кіктер М.О.

(Прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(Підпис)

Юськов О.А.

(Прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА	8
1.1 Аналіз процесу рафінації.	8
1.2 Функціонально - технологічний аналіз процесу гідратації	10
1.3 Лужна рафінація (нейтралізація)	12
2. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ РАФІНАЦІЇ ОЛІЇ	16
2.1 Розробка функціональної схеми автоматизації процесу рафінації олії	16
2.2 Автоматизація процесу гідратації	17
2.3 Автоматизація процесу нейтралізації	18
2.4 Аналіз інформаційних і керуючих сигналів	21
3. ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ.	23
3.1 Вибір давачів	23
3.2 Вибір регулюючих органів	34
4. ПОБУДОВА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ РАФІНАЦІЇ.	37
4.1 Компонівка технічного забезпечення	37
4.2 Реалізація SCADA системи	38
5. СИНТЕЗ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ	48
5.1 Модель об'єкта керування	48
5.2 Критерії якості функціонування об'єкта керування	50
5.3 Модель системи керування	51
5.4 Структура регулятора	53
5.5 Висновки до розділу	57
Висновки	58
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	59
Додаток А	60
А.1 Модуль об'єкта керування	60

А.2	Модуль регулятора	63
Додаток Б		66
Б.1.1	Список програм	66
Б.1.2	Основна програма	66
Б.1.3	Об'єкт керування	66
Б.1.4	Засіб керування	67
Б.1.5	Перелік змінних Global variables	68
Додаток В		69

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АРМ – автоматизоване робоче місце оператора

АЦП – аналого цифровий перетворювач

БКВ – блок кінцевих вимикачів

БСП – блок сигналізації положення вихідного вала

ВМ – виконавчі механізми

ДУ – умовний діаметр

КВП – контрольно вимірювальний прилад

МК – Мікроконтролер

ПЕМ – Привод електричний багатооборотний

НМІ – людина машинний інтерфейс

ОРМ – програмне забезпечення Owen Process Manager

ПЧ – Частотний перетворювач

ПЗА – пускозахисна апаратура

ПК – промисловий комп'ютер

ПЛК – програмно-логічний контролер

ПО – Панель Оператора

НПТ – нормуючий перетворювач

ТСМ – термометр опору мідний

ТОК – технологічний об'єкт керування

АРМ – автоматизоване робоче місце оператор

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

Актуальність теми. Якість споживаної олії залежить від рівня технології, що використовується для видалення домішок і супутніх речовин з первинного продукту. Рафіновані олії та жири споживаються в багатьох секторах економіки, включаючи хлібопекарську, кондитерську, консервну та інші галузі промисловості. Вторинні олійно-жирові продукти використовуються для технічних цілей (наприклад, у нафтопереробці, машинобудуванні, хімічній та текстильній промисловості).

НУБІП України

Процес переробки олій та жирів вимагає безперервності, навіть якщо він розділений на кілька етапів. Оскільки якість кінцевого продукту та ефективність процесу залежать від параметрів проміжних стадій, процес рафінації вимагає постійного моніторингу як технічних, так і економічних показників на окремих етапах.

НУБІП України

На більшості олійно-жирових заводів автоматизація обмежена через низький рівень автоматизованих систем управління, обмеженість просторового охоплення та високу вартість. До недоліків контролю виробничих параметрів можна віднести використання ємнісних методів, які мають великі похибки і є малоефективними. Неточний контроль витрат і вхідних ресурсів для напівфабрикатів і готової продукції призводить до втрат продукції.

НУБІП України

Наступною проблемою є неефективний вплив на процес рафінації через незначні канали регулювання, що призводить до меншого впливу різноманітних перешкод та втручань на процес.

НУБІП України

Відсутність системного аналізу процесу рафінації робить підхід до структурування системи управління неефективним і знижує загальну надійність та ефективність процесу рафінації.

НУБІП України

Об'єктом дослідження є процес рафінації олії.

НУБІП України

Предметом дослідження є впровадження автоматизації в процес рафінації олії.

Автоматизація даного процесу забезпечує контроль якості з можливістю зберігання даних про витрату сировини, проміжних і кінцевих продуктів. Тому автоматизація контрольно-вимірвальних операцій є необхідною умовою для

досягнення сучасного рівня розвитку систем управління, заснованих на використанні мікропроцесорних контролерів.

Гіпотеза дослідження: Вирішальним фактором успішного вирішення цих завдань є впровадження сучасних високотехнологічних технологій і ліній для рафінації та дезодорації олій і жирів, ефективність яких гарантується застосуванням автоматизованих систем контролю та управління технологічними процесами. Засоби вимірювання витрат сировини, основних і допоміжних матеріалів у поєднанні з контролем температурних і гідродинамічних параметрів дозволяють значно підвищити ефективність переробки соняшникової олії.

Метою кваліфікаційної магістерської роботи є проведення дослідження і удосконалення засобів автоматизованої системи рафінації олії.

Найбільш об'єктивним показником якості олії є кислотне число, яке характеризує вміст вільних жирних кислот у продукті і, відповідно, ефективність процесу рафінації. Однак більшість відомих методів визначення кислотного числа засновані на методах титрування, а "людський фактор" вносить значний внесок у похибки вимірювань. Автоматизований контроль кислотного числа повинен забезпечувати не тільки об'єктивність вимірювань, але й умови інтеграції цих вимірювань в контур управління процесом нафтопереробки.

Таким чином, вирішення завдань підвищення якості продукції, забезпечення надійності обладнання та зниження витрат в значній мірі залежить від рівня автоматизації процесу рафінації олії. Цей рівень визначається масштабами використання програмного забезпечення та мікропроцесорних систем управління.

ВИРОБНИЦТВА**1.1****Аналіз процесу рафінації**

Процес рафінації є складним, оскільки хімічні та фізичні параметри взаємодіють і впливають на процес видалення тригліцеридів з олії.

Рафінація - це складний комплекс різних фізико-хімічних процесів, що використовуються для вибіркового впливу на доданкові речовини, відокремлення їх від тригліцеридів і виділення з олії. Необхідність використання конкретних процесів, що складають процес рафінації, визначається якістю сировини і рівнем очищення, якого необхідно досягти.

Класифікація методів рафінації жирів приведена в табл. 1.1

Табл. 1.1. Класифікація методів рафінації жирів

Процеси	Методи рафінації	Основне призначення
Гідромеханічні	Відстоювання	Поділ утворених фаз
	Центрифугування	
	Фільтрування	
Фізико-хімічні	Гідратація	Видалення фосфоліпідів та інших гідрофільних речовин
	Виморожування	Видалення високоплавких речовин
	Нейтралізація	Видалення вільних жирних кислот
	Промивання	Видалення мила та інших водорозчинних речовин
Масообмінні	Висушування	Видалення вологи
	Відбілювання	Видалення пігментів та інших забарвлених речовин
	Дезодорація	Видалення отруйних речовин
	Дистиляційна рафінація	Видалення вільних жирних кислот отруйних речовин

Табл. 1.1 підтверджує різноманітний характер процесів, що

використовують для рафінації жирно-олійних продукції.

Швидкість гідродинамічних процесів визначається згідно законами гідродинаміки. Їх використовують для розділення рідких неоднорідних

середовищ у гравітаційному полі. Інший метод - використання відцентрових сил і різниці тисків для пропускання продуктів через пористі матеріали.

Швидкість фізико-хімічних процесів залежить від характеру кінетики хімічної реакції та умов масопереносу реагентів. Стан цих процесів визначається ступенем фізичного впливу на умови масообміну.

Адсорбція, екстракція з розчину і дистиляція - це процеси масообміну, що характеризуються перенесенням одного або декількох компонентів вихідної суміші з однієї фази в іншу.

На додаток до основної мети переробки олії - отримання мінімально можливого вмісту вільних жирних кислот - існує також мета підвищення ефективності процесу і мінімізації втрат цінних побічних продуктів, які можуть бути використані як самостійні продукти. До таких побічних продуктів відносяться віск і фосфоліпіди.

Різні методи рафінації або різні комбінації цих методів використовуються в залежності від різних початкових умов процесу, таких як зміна параметрів жирів і олій, що надходять в процес рафінації і бажання виробника задовольнити потреби клієнтів з різними вимогами до кінцевого продукту.

Технологічна схема рафінації олії наведена на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Технологічна схема рафінації олії

1.2 Функціонально-технологічний аналіз процесу гідратації.

Для вилучення фосфатидів з сировини використовується процес гідратації, в якому сировина змішується з парою. Найпоширенішим методом є лужна переробка, коли фосфоровмісні сполуки виділяються в процесі гідратації.

Основні етапи процесу гідратації відбуваються в результаті дії наступних компонентів:

- 1) Змішування олії з водою або паром;
- 2) Витримка водно-олійової суспензії для забезпечення затвердіння фосфату;
- 3) Фазовий поділ гідратованої фосфатної емульсії;
- 4) Процес сушіння гідратованої олії;
- 5) Сушіння фосфатних емульсій і виробництво фосфатних концентратів.

Аналіз процесу гідратації показує, що основними технологічними параметрами, які визначають перебіг цього процесу, є час експозиції, кількість гідратуючого агента та температура гідратації.

Необхідна кількість гідратуючого агента визначається вмістом фосфатів та їх якісним складом. Діапазон зміни вмісту фосфатів становить 0,5-6,0 відсотків. Тому завдання управління процесом гідратації полягає в підтримці оптимального вмісту водяної пари. Це пов'язано з тим, що недостатня кількість водяної пари призводить до неповного відокремлення фосфатидів, тоді як надлишок водяної пари призводить до утворення стійких емульсій. Таке утворення призводить до додаткового споживання енергії, оскільки фазовий поділ гальмується.

Вибір оптимального температурного режиму для процесу гідратації ускладнюється широким діапазоном значень від 20° до 120°C, тому до уваги беруться такі ситуації

При температурі від 20°C до 40°C зберігаються міцні зв'язки між молекулами води та фосфоліпідів. Як наслідок, висока в'язкість олії обмежує дифузію води у фосфоліпідні міцели, і процес гідратації відбувається повільно. Тому для економії енергії використовували режими підтримки температури 50-

60°C і вмісту пари 1-4%. В результаті вміст фосфоліпідів після гідратації становив 0,15-0,25%. Підвищити ступінь очищення олії можна, впроваджуючи сучасні технології з використанням різних фізичних полів, які впливають на процес.

Процес гідратації є більш енергоємним і відбувається при температурі 105-120°C з подальшим охолодженням суспензії до 60-80°C. За цих умов збільшується швидкість дифузії та розчинення води в олії. В результаті збільшується дисоціація міцел на окремі молекули і прискорюється гідратація фосфоліпідів. При охолодженні суспензії міцність зв'язку фосфоліпідів з водою збільшується. Цей метод забезпечує вміст фосфоліпідів у сонячникової олії в межах 0,05-0,12%.

Ефективність розділення фосфоліпідних емульсій залежить від розміру агрегатів частинок фосфоліпідів і різниці густин фаз, що розділяються.

Набухання і розширення гідратної оболонки відбувається не миттєво, тому для досягнення необхідних параметрів потрібно 10-30 хвилин.

Двофазну систему розділяють на сепараторі для отримання гідратованої олійно-фосфатної емульсії. На наступному етапі систему сушать у вакуумній сушарці при температурі 80-90°C і залишковому тиску менше 3 кПа.

На рис. 1.2 зображено технологічну схему гідратації.

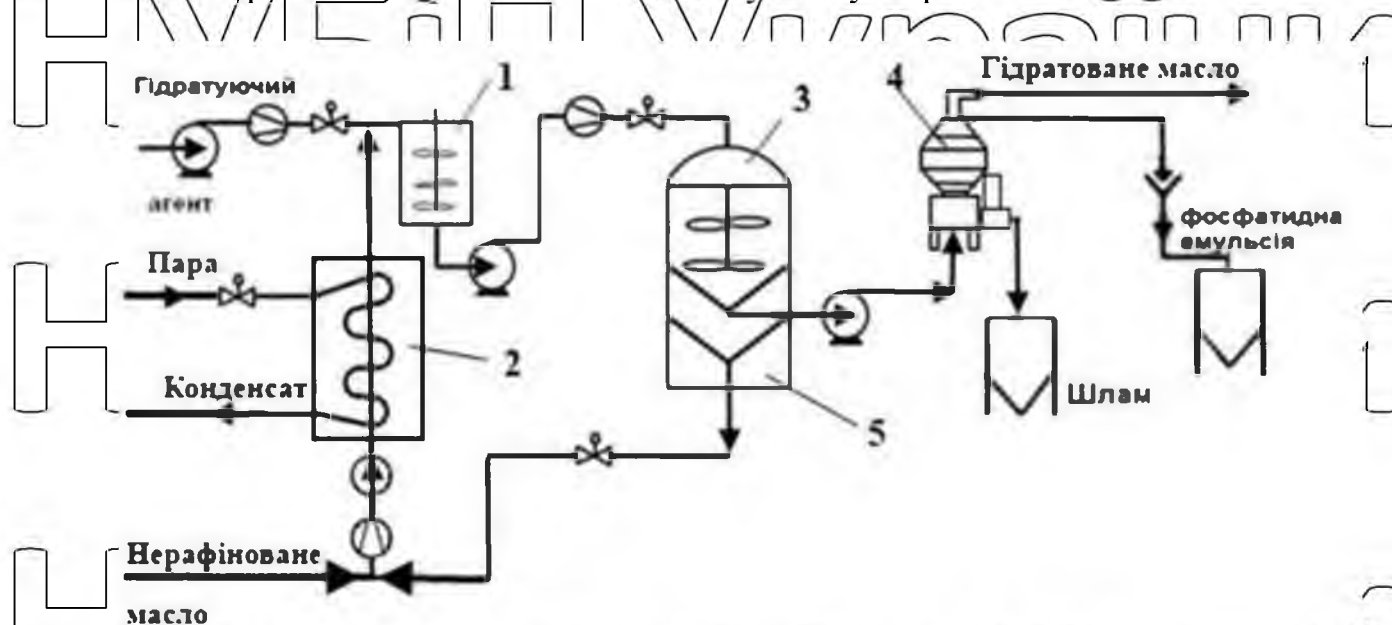


Рис. 1.2 Технологічна схема гідратації олії.

- 1) Змішувач; 2) Теплообмінник (нагрівач); 3) Коагулятор; 4) Сепаратор;
5) Бак.

Нерафінована олія та олія з резервуара 5 подаються через теплообмінник 2 до змішувача 1, який, у свою чергу, подає зволожувач до змішувача 1. Використання пропелерної мішалки зі швидкістю обертання пропелера 400 об/хв запобігає осадженню пластівців фосфатидів. Суміш перекачується насосом з коагулятора в герметичний сепаратор 4. Швидкість потоку насоса регулюється відповідно до швидкості потоку суміші в сепараторі.

Синхронізація швидкості потоку/втраг сприяє однорідності суміші. Завдяки спеціальній конструкції насоса зберігається структура агрегованих частинок фосфатидів.

В результаті сепарації суміш розділяється на три фази: гідратовану олію, фосфатну емульсію, що безперервно виводиться, і шлам, що накопичується в шламовій порожнині сепаратора.

1.3. Лужна рафінація (нейтралізація)

Лужна рафінація використовується для очищення олії від вільних залишків жирних кислот. Суть процесу полягає в обробці гідратованої олії 15-20% розчином NaOH або їдкою калію KOH та аміачної води NH₄OH. Для інтенсифікації процесу очищення нафту і розчин NaOH нагрівають до 80-90°C. Лужна рафінація відбувається в нейтралізаторі протягом деякого часу, після чого суміш розділяється за допомогою сепаратора. Крім видалення продуктів сульфатації та фосфатів, в процесі нейтралізації утворюється натрієве мило (соапсток), яке використовується як сировина для виробництва мила.

В даний час проводяться дослідження з метою вдосконалення лужної рафінації рослинних олій, яка базується на прискоренні лужної нейтралізації. Прискорена нейтралізація зменшує втрати сировини та матеріалів, покращує якість олії та вихід продукту.

Характерною особливістю процесу нейтралізації є утворення миль, які є солянокислими жирними кислотами. Мила лужних металів добре розчиняються у воді і, таким чином, утворюють мильний шлам, який є колоїдним розчином.

Оскільки нейтралізація жирних кислот є оборотною, додають надлишок

лугу і процес призводить до утворення мила. Швидкість нейтралізації визначається швидкістю найповільнішої стадії процесу – дифузії жирних кислот до межі розділу фаз.

Під час лужної переробки можуть відбуватися вторинні хімічні процеси, головним з яких є омилення нейтральних олій з утворенням гліцерину і мила.

Інші фізико-хімічні побічні продукти включають розчинення тригліцеридів у мильних міцелах. Ефективність і рентабельність процесу нейтралізації характеризується коефіцієнтом нейтралізації. В ідеалі фактор нейтралізації

дорівнює 1, що означає, що під час очищення відокремлюються тільки вільні жирні кислоти. На практиці він завжди більший за 1, оскільки нейтралізовані

олії, омилені олії, домішки та продукти їх розпаду присутні у відходах у різних кількостях. При використанні слабких лужних розчинів широко застосовується метод очищення олів у мильно-лужному середовищі (рис. 1.3). Цей метод заснований на безперервному пропусканні крапель олії через розбавлений лужний розчин з концентрацією 10 г/л.

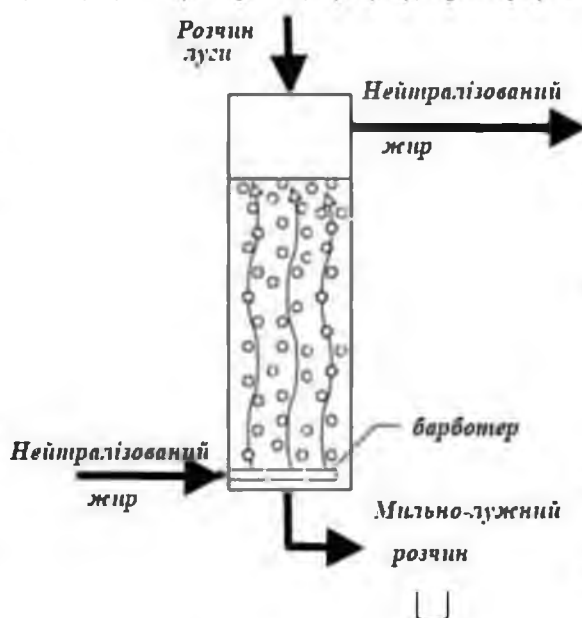


Рис. 1.3. Схема роботи нейтралізатора з протилежними течіями

Мило, що утворюється під час нейтралізації кислоти, майже повністю розчиняється в слабкому лужному розчині, а вільна олія відокремлюється від слабкого лужного мильного розчину в спеціальному протитечійному пристрої, відомому як нейтралізатор.

Перевагами цього методу є мінімальні відходи і втрати при обробці (Кп

< 1,3), мінімальний надлишок лугу (5-15%) і максимальне видалення вільних жирних кислот з жиру. Хороші результати отримують при використанні цього методу для очищення саяям.

Недоліком методу нейтралізації в мильно-лужному середовищі є утворення розбавленого мильного розчину, який необхідно додатково концентрувати шляхом винарювання під вакуумом.

Для використання цього методу у верхній частині циліндричного корпусу розміщується розширювач, який збільшує площу поверхні, на якій відбувається розділення нафти і мильно-лужного розчину.

Пристрій оснащений пароводяною сорочкою для забезпечення необхідної температури. Важливою передумовою нейтралізації цим методом є ретельна підготовка сировини. Ця підготовка не тільки забезпечує ефективне виконання процесу і успішне розділення масляної і водної фаз, але також забезпечує подальшу обробку мильно-лужного розчину і видалення омилених ліпідів.

Перед початком роботи нейтралізатор заповнюють лужним розчином з концентрацією 12-20 г/л. Розчин нагрівають до 70-95°C, а потім додають нагріте до тієї ж температури масло. Луг витрачається під час нейтралізації вільних жирних кислот, а обладнання переходить на безперервну роботу, коли концентрація в розчині знижується до 1-3 г/л.

На рис. 1.4. зображено технологічну схему нейтралізації олії

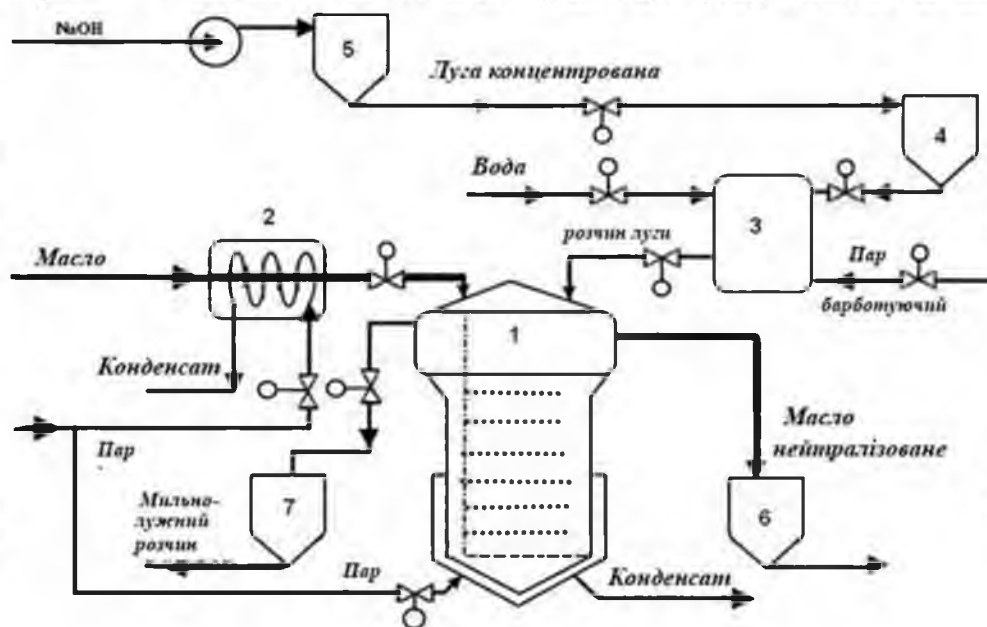


Рис. 1.4. Технологічна схема нейтралізації олії

1) Нейтралізатор; 2) Теплообмінник; 3) Змішувач; 4) Витратний бак; 5) Напірний бак; 6) Накопичувальний бак для масла; 7) Бак мильно-лужного розчину

Рослинна олія (салямі) подається в нижню частину нейтралізатора 1 через теплообмінник 2, де встановлена трубчаста розпилювальна форсунка. Олія, яка має меншу густину, ніж мильно-лужний розчин, подається у верхню частину нейтралізатора у вигляді крапель. У цьому процесі омилення жирних кислот в олії вступає в хімічну реакцію з лугом з утворенням мильно-лужного розчину.

Нейтралізована олія збирається у верхній частині і звідти відводиться в резервуар 6 для подальшої переробки. В результаті нейтралізації жирних кислот вміст луку (NaOH) зменшується, а вміст мила в розчині збільшується, для підтримки постійних параметрів мильно-лужного розчину щодо вмісту NaOH і мила у верхній частині нейтралізатора через трубчастий розпилювач подається розчин NaOH певної концентрації, а надлишок мильно-лужного розчину видаляється з нижнього конуса нейтралізатора в бак 7. Нижня частина нейтралізатора має сорочковий корпус і забезпечується парою для підтримки постійної температури процесу. Розчин луку постійної концентрації безперервно готується в змішувальному баку 3, куди концентрований луг, вода і барботажна пара подаються з витратного бака 4 і змішуються. Концентрований луг подається самопливом з напірного бака 5.

2 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ РАФІНАЦІЇ

ОЛІЇ

2.1 Розробка функціональної схеми автоматизації процесу рафінації олії

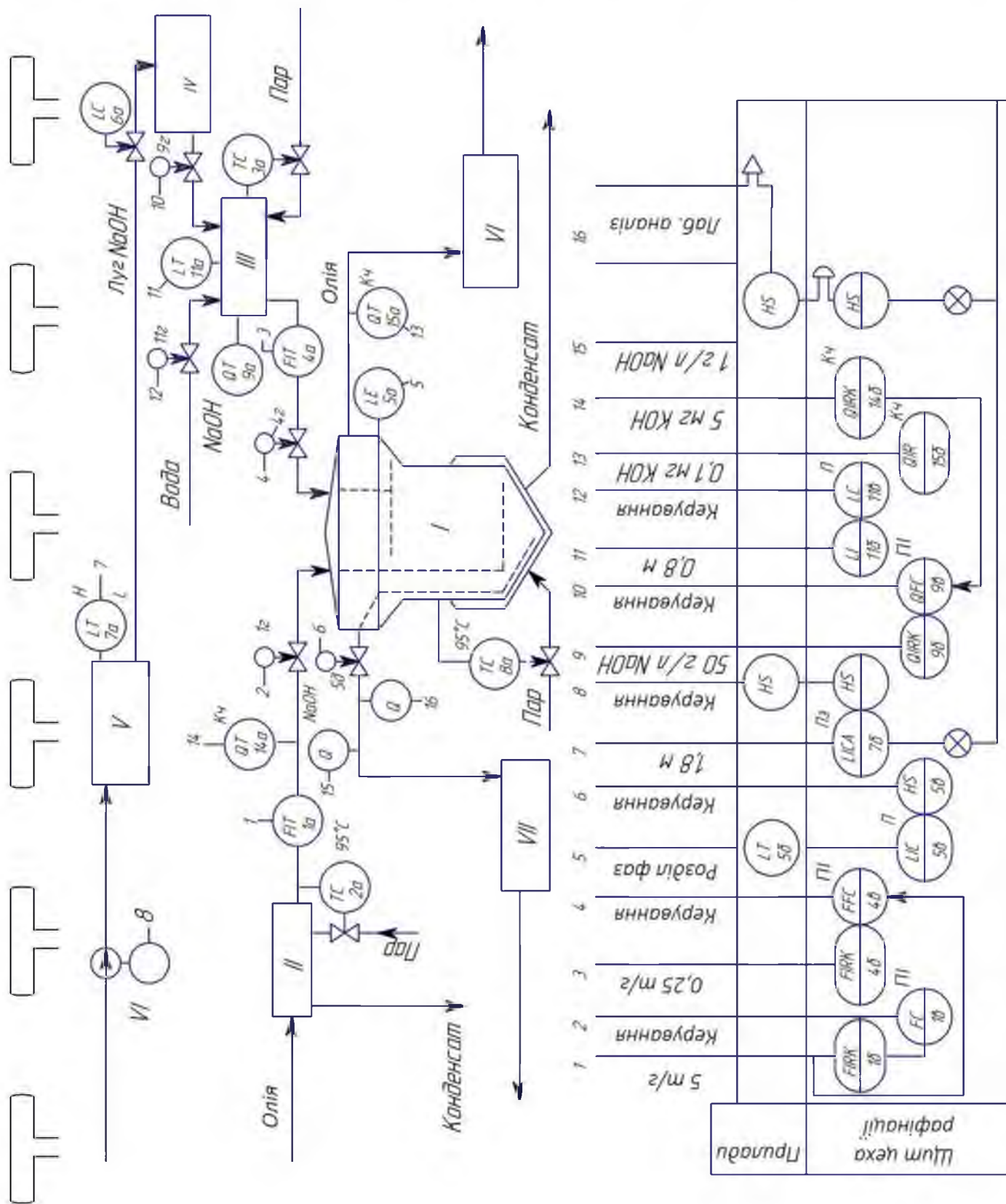


Рис. 2.1. Функціональна технологічна схема рафінації олії

Опис технологічної схеми: 1) нейтралізатор; 2) теплообмінник; 3) бак-змішувач; 4) розхідний бак; 5) напірний бак; 6,7) бак; 1а) розхідометр; 1б) вторинний прилад; 1в) ізодромний регулятор; 1г) клапан; 2а) терморегулятор; 3а) регулятор рівня; 5а,б) буйковий рівнемір; 5в) вторинний прилад; 6а) регулятор рівня; 7а) рівнемір; 7б) вторинний електроконтактний прилад; 9а) концентратомір; 9г) регулюючий клапан; 11а) рівнемір; 11б) регулятор; 11г) клапан; 14а) титрометр; 15а,б) автоматичний витрометр.

2.2

Автоматизація процесу гідратації

Основним завданням систем управління процесом гідратації олії є максимальне видалення фосфоровмісних речовин. Це завдання вирішується за допомогою наступних процесів

- Контроль часу та кількості реагентів, що подаються в коагулятор.
- Контроль і регулювання швидкості перемішування змішувача і коагулятора;
- Контроль і регулювання температурного режиму;

Оскільки ефективність процесу гідратації значною мірою залежить від точної відповідності між вмістом фосфоліпідів у сирій олії, що подається на гідратацію, і кількістю гідратуючого агента, що подається на гідратацію.

Для контролю кількості поданих компонентів у схему включено витратомір, а вміст фосфоліпідів у олії контролюється за допомогою рН-метра.

Необхідна швидкість потоку регулюється контролером відповідно до вмісту фосфоліпідів у сировині. Другим фактором, що впливає на ефективність процесу гідратації, є температура процесу гідратації, тобто температура змішування сирої нафти і гідрататора.

На початку процесу початкова температура встановлюється програмним забезпеченням на рівні 55 °С. Потік охолоджувальної води регулюється для підтримання оптимальної температури в теплообміннику. Сигнал зворотного зв'язку подається на аналоговий вхід МК, який замикає контур керування.

Ефективність гідратації при вибраній температурі оцінюється за вмістом фосфоліпідів в гідратованій олії, що вимірюється датчиком рН. Потім

температура поступово змінюється з інтервалом 2-5 °С за допомогою теплообмінника згідно з програмою, запрограмованою в комп'ютері. Залежно від вмісту фосфоліпідів у гідратованій олії температура змінюється в бік підвищення або зниження.

Подача гідрату регулюється запірним клапаном, який отримує керуючий сигнал від контролера. Значення сигналу залежить від вмісту фосфоліпідів у сирій нафті.

Наступним важливим параметром системи керування є швидкість обертання мішалки та змішувача коагулянту. Цільова швидкість задається програмним забезпеченням і контролюється керуючим сигналом від мікроконтролера через перетворювач частоти (ІЧ).

Регулювання частоти обертання сепаратора здійснюється за аналогічною схемою, як і для інших насосів завантаження і вивантаження продукту.

Якщо немає необхідності в регулюванні подачі продукту шляхом відкриття і закриття клапанів, використовується позиційне керування цими клапанами шляхом подачі керуючого сигналу з позиційного виходу МК (ОД) на відповідний перетворювач.

Передача сигналу вирішується шляхом встановлення датчиків верхнього і нижнього рівнів в коагуляційній установці. Сигнали з цих датчиків надходять на цифровий вхід (ID) МК. Ще один датчик рівня встановлюється в резервуарі для отримання інформації про рівень фосфатної емульсії. Він використовується для керування клапаном, встановленим на виході з сепаратора.

2.3 Автоматизація процесу нейтралізації

Основним завданням системи управління процесом нейтралізації є ведення процесу з максимальним зниженням жирної кислотності та мінімальними втратами тригліцеридів.

- Балансування витрати олії в блоді нейтралізації;
- Точне регулювання витрати луку відповідно до витрати олії, значення жирної кислоти і концентрації розчину луку;
- Правильне дозування витрати луку відповідно до концентрації розчину луку;

- Контроль і регулювання температури розчину мила і лугу в блоці нейтралізації;
- Стабілізація вмісту вільного лугу та мила в мильно-лужному розчині.

Наступні цикли регулювання вибираються відповідно до переліку рекомендованих параметрів, які визначають режим процесу нейтралізації для отримання продукту певної якості.

Температура олії, що надходить на нейтралізацію, підтримується в лінії подачі пари в теплообмінник, аналогічно до схеми регулювання температури олії.

Витрата масла і витрата лугу контролюються контролером на базі ПЛК за допомогою необхідних датчиків і регулюючих органів. Для цього в якості датчиків використовуються витратоміри, а в якості регулюючих органів - регулюючі клапани.

Рівні лугу в проточних і напірних баках підтримуються аналогічно. Тому в якості датчиків у цих контурах використовуються датчики рівня.

Рівень розчину в змішувачі стабілізується за допомогою індикаторів рівня і регулювальних клапанів, встановлених на лініях подачі води для приготування розчину. Підтримуючи рівень, досягається грубе регулювання концентрації розчину. Точне регулювання концентрації здійснюється за допомогою сигналу концентрації.

Сигнал концентрації вимірює значення кислотності масла.

Відповідно до значення кислотності подається керуючий сигнал і відповідний регулюючий клапан змінює швидкість подачі лугу в змішувач.

Перемішування розчинів в мішалці контролюється шляхом регулювання подачі барботажної пари. Інтенсивність перемішування реагентів можна змінювати, змінюючи подачу пари.

Якість нейтралізації нафти залежить від стабільності підтримання поверхні розділу фаз олійно-мило-лужний розчин. Тому для забезпечення якості нейтралізації в нейтралізаторі передбачена система, що складається з датчика - вимірювача рівня інтерфейсу - регулюючого клапана, який стабілізує межу розділу олія/мильний розчин лугу. Регулюючий клапан

встановлюється на лінії зливу мильно-лужного розчину.

Температура в нейтралізаторі стабілізується регулювальним клапаном, встановленим на лінії. Лінія подає пар у сорочку нейтралізатора. Якість процесу нейтралізації контролюється автоматичним титратором.

Автоматизована система процесу рафінації полегшує обслуговування установки, значно зменшує втрати жирів та олій через відходи рафінації та знижує витрати дугу на тону рафінованого кінцевого продукту.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

2.4 Аналіз інформаційних і керуючих сигналів.

Після врахування каналів управління, сигналізації та блокування план автоматизації повинен містити перелік вхідних сигналів від ТОС і вихідних сигналів від керуючого ПЛК до виконавчих механізмів. Даний перелік представлений в Таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Параметри контролю, сигналізації, керування процесом гідратації

№	Точка технологічної схеми	Параметр	Величина параметра	Використання в процесі	Точність
1	Подача гідратуючого агента	Витрата агента	Позиційний	Керування	
2	Подача гідратуючого агента	Витрата агента	0.27 м ³ /год	Контроль, регулювання	2%
3	Змішувач	Рівень рН 2 точки		Контроль, сигналізація.	2%
4	Змішувач	Швидкість перемішування	об/хв	Контроль, сигналізація, керування	5%
5	Теплообмінник	Температура масла	50 °С	Контроль, сигналізація, керування	5%
6	Теплообмінник	Витрата масла	0.27 м ³ /год	Контроль, сигналізація, керування	5%
7	Коагулятор	Витрата масла	0.27 м ³ /год	Контроль, сигналізація, керування	5%
8	Коагулятор	Рівень рН		Контроль, сигналізація, керування	
9	Коагулятор	Швидкість перемішування	об/хв	Контроль, сигналізація, керування	5%
10	Коагулятор	Рівень масла 2 точки	м	Сигналізація	5%
11	Сепаратор	Витрата масла	0.27 м ³ /год	Контроль, сигналізація, керування	5%
12	Сепаратор	Швидкість перемішування	об/хв	Контроль, сигналізація, керування	5%
13	Сепаратор	Рівень рН		Контроль, сигналізація, керування	
14	Сепаратор	Подача фосфатидної емульсії	Позиційний	керування	
15	Сепаратор	Вивантаження шламу	Позиційний	керування	
16	Бак фосфатидної емульсії	Рівень емульсії	м	керування	

Табл. 2.2. Параметри контролю, сигналізації та управління процесу нейтралізації

№	Точка технологічної схеми	Параметр	Величина	Точка технологічної схеми	Параметр
1	Подача луги	Витрата луги	Позиційний	Керування	
2	Подача луги	Рівень луги напірного бака	м	Контроль, регулювання	2%
3	Змішувач Н	Рівень рН	м	Контроль, сигналізація, керування	2%
4	Змішувач Н	Рівень луги Витрата води	м	Контроль, сигналізація, керування	5%
5	Змішувач Н	Витрата барботуючої пари	0.27 м ³ /год	Контроль, сигналізація, керування	5%
6	Теплообмінник Н	Температура масла	50 °С	Контроль, сигналізація, керування	5%
7	Теплообмінник Н	Витрата масла	0.27 м ³ /год	Контроль, сигналізація, керування	5%
8	Нейтралізатор	Витрата лужного розчину	0.27 м ³ /год	Контроль, сигналізація, керування	5%
9	Нейтралізатор	Рівень рН	Відн од.	Контроль, сигналізація, керування	5%
10	Нейтралізатор	Рівень міжфазного розділу	м	Контроль, сигналізація, керування	5%
11	Нейтралізатор	Температура	50° С	Контроль, сигналізація, керування	5%

На основі наведеного вище аналізу сигналів та даних про об'єкти було розроблено функціональну схему автоматизації процесу переробки слії (Додаток В).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

3.

ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ.

3.1

Вибір датчиків

3.1.1

Датчик рН

Для забезпечення ефективності процесу переробки олії, система, що розробляється, повинна контролювати якість олії шляхом вимірювання вмісту вільних жирних кислот (кислотності) в олії. Цей параметр вимірюється за допомогою комерційно доступного датчика (рН-метра).

Ми підбираємо датчики на основі порівняння їх технічних характеристик.

Розглядаючи технічні характеристики різних рН-метрів, можна виділити наступні: В таблицях 3.1 - 3.4 наведено характеристики датчиків.

Табл. 3.1. Характеристика датча Hanna Instrument BL 7916

Діапазон	0.00-14.00 рН
Роздільність	0.01 рН
Точність	±0.02 рН
Відхилення в сильному ЕМП	±0.1 рН
Калібрування	±1 рН / 85-115%
Контакт дозування	ізолюваний, 2А, макс. 240 В
Контакт сигналізації	ізолюваний й, 2А, макс. 240
Навколишні умови	від 5 до 50 °С
Габарити і вага	181 x 221 x 142 мм, 5 кг

Табл. 3.2. Характеристика датча МУЛЬТИТЕСТ ІПЛ НПП "Семіко"

Призначення	Модель	Діапазон	Дискретність	Похибка
рН-метр	ІПЛ-301	-2 ÷ 20 рН	0,01 рН	± 0,02 рН
рН- метр/іонометр	ІПЛ-102	± 3000 mV	(рХ)	± 1 mV
	ІПЛ-103	-10 ÷ 120 °С	0,1 mV 0,1 °С	± 0,5 °С
рН-метр підвищеної точності	ІПЛ-311	-2 ÷ 20 рН ± 3000 mV	0,001 рН (рХ)	± 0,005 рН ± 0,5 mV
рН метр/іонометр підвищеної точності	ІПЛ-112	-10 ÷ 120 °С	0,1 mV	± 0,2 °С
	ІПЛ-113	°С	0,1 °С	(± 0,5 °С

Табл. 3.3. Характеристика датча Експерт - Еконікс

Найменування	Діапазон вимірювання	Похибка	Термо-компенс	Калібр.
Експерт-001-1рН/АТС-к стаціонарний	1,000... 14,000 рН; ±20,000 рХ; ±4000,0 мВ;	±0,03 рН (с рН); ±0,005 рХ; ±0,2 мВ; ±0,5 °С	ручн, авто	ручн.

Табл. 3.4. Характеристика давача МАРК-НЦП

Найменування	Діапазон вимірювання	Похибка	Термо-компенс	Калібр.
МАРК-902	0,00.. 15,00 рН; 0,0... 50,0 °С	±0,02 рН; ±0,3 °С	авто	авто.

- 2 канали; універсальний магістрально - занурений модуль блока давачів; виходи "сухий контакт";

- струмові виходи 0-5 / 4-20 мА; RS-232; RS-485; довжина кабелю до 100 м; захист паролем;

- монтаж: щитовий або настінний

Найбільш дешевими приладами на ринку обладнання даного сегмента є прилади вітчизняного походження. Випускаються компаніями ЗАТ НКПФ "Аквілон", Гомель ЗП. У нижньому ціновому діапазоні працює і ряд деяких західних фірм - HANNA Instruments (Німеччина), HACH Ultra (США) та інші.

На основі проведеного аналізу можна вибрати рН- метри/іонметри МУЛЬТИТЕСТ-НЦП, оскільки по багатьом характеристикам вони перевершують багато імпортних приладів такого класу, в тому числі вітчизняні.

3.1.2 Давачі витрат

Серед витратомірів, які широко поширені в харчовій промисловості, слід виділити наступні основні групи:

- змінного перепаду тиску;
- тахометричні;
- електромагнітні;

НУБІП України

- теплові;
- вихрові;
- акустичні

Кожен з перерахованих типів витратомірів має свої особливості, переваги і недоліки, і витратомір підбирається відповідно до завдання вимірювання, з урахуванням оптимального співвідношення ціна/функції.

Турбінні витратоміри Призначені для вимірювання витрати рідин з низькою і середньою в'язкістю, таких як вода, бензин, газ, дизельне паливо, спирт і агресивні рідини. Переваги: найнижчий опір, малий перепад тиску у вимірюваному середовищі, прийнятне співвідношення ціна/функціональність.

Магнітно-індуктивні витратоміри призначені для загального застосування, особливо для середовищ з провідними властивостями (струмопровідні рідини, шлам, стічні води). Щільність, в'язкість, тиск і температура середовища не мають особливого значення для визначення точності. Ідеальна альтернатива витратомірам Коріоліса. Має тривалий термін служби. Використовується в спеціальних конструкціях в харчовій і хімічній промисловості.

ДУ: 15 -2000, тиск до 100 бар. Температура : - 20 + 180°C

Ультразвуковий витратомір. Призначений для води і водних рідин при температурі від +4 до +130°C і тиску до 30 бар. Злегка розгерметизує середовище. Довший термін служби і ширший діапазон вимірювання, ніж у механічних витратомірів.

Коріолісовий витратомір - використовується для вимірювання масової витрати зарядженого середовища. Витрата не залежить від в'язкості, температури, тиску і щільності вимірюваного середовища. Термін служби практично необмежений.

Слід зазначити, що проект передбачає вимірювання витрат рідин з різною електропровідністю та в'язкістю. Тому важко забезпечити необхідну точність і надійність вимірювання одним типом витратоміра.

Найважливішим параметром в процесі нафтопереробки є вимірювання витрати нафти з різною в'язкістю на різних стадіях процесу переробки.

Для того, щоб зменшити похибки вимірювання, ми обрали витратомір Метран-360 - витратомір Коріоліса. Як зазначалося вище, цей витратомір не втрачає точність вимірювання 0,5% при зміні вязкості, не вимагає лінійного перерізу трубопроводу і може виконувати динамічне вимірювання маси.

Прилад є інтелектуальним вимірювальним приладом, який безперервно виконує самодіагностику. Витратомір не потребує технічного обслуговування під час експлуатації.

Електромагнітний витратомір *Rousemount 8700* використовується для вимірювання витрати технологічних гідрантів, що містять кислоти та луги (рис.

3.1). Основними перевагами цього витратоміра є:

- висока точність вимірювання;
- відсутність дрейфу нуля;
- хороша фільтрація шумів процесу;
- наявність захисту від шумів і радіоперешкод.



Рис. 3.1. Електромагнітний витратомір *Rousemount 8700* - зовнішній вигляд

Відсік електроніки відокремлений від зони клем для захисту від вологи та водяної пари під час монтажу та підключення обладнання (ступінь захисту від атмосферних впливів IP66) під час монтажу та підключення пристрою.

Завдяки зручному і простому у використанні локальному інтерфейсу оператора, перетворювач може бути легко налаштований у вибухонебезпечних зонах без необхідності знімати кришку за допомогою оптичного перемикача.

Перетворювачі серії E сумісні з датчиками витратомірів інших виробників. Можна визначати швидкість прямого і зворотного потоку від 0,01 до 10 м/с, а також виявляти порожні труби. Похибка вимірювання становить $\pm 0,25\%$ в діапазоні швидкостей потоку 0,3-10 м/с, опціонально до $\pm 0,15\%$ в діапазоні швидкостей потоку 0,01-4 м/с (при швидкості потоку 4 м/с і вище, див. нижче). Основна відносна похибка $\pm 0,18\%$.

Вбудована опція самодіагностики відстежує аномальні умови і завчасно попереджає інженера-наладчика про їх виникнення, знижуючи витрати на установку і технічне обслуговування і полегшуючи поцінку і усунення несправностей.

3.1.3 Давачі температури.

Аналіз діапазону температур оливи, що надходить до змішувача, та значень температур, що регулюються нейтралізатором, показує, що ці значення не перевищують 100°C . Тому використання мідного термометра - резистора TSM в якості первинного перетворювача є цілком виправданим (рис. 3.2).

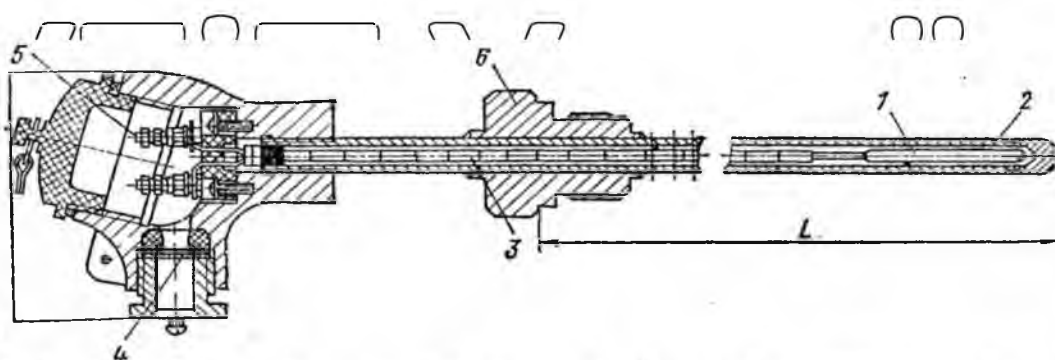


Рисунок 3.2. Термометр опору TSM.

1) Чутливий елемент; 2) Корпус; 3) Намиста; 4) Ущільнення; 5) Клеми; 6)

Штуцер.

Зазвичай вважається, що основна похибка пов'язана з точністю вимірювання первинного перетворювача. Однак, якщо параметри первинного і вторинного перетворювачів однакові, похибка вимірювання температури значно зменшується.

При зміні параметрів первинного і вторинного перетворювачів похибка

вимірювання температури значно зменшується.

Перетворювач нормалізуючий НПТ-3.00.1.2-Сu100 (0...100 г) ОВЕН призначений для перетворення значень температури в уніфікований сигнал постійного струму 4-20 мА спільно з вимірювальним датчиком.

Перетворювач застосовується у вторинних пристроях в системах автоматичного регулювання, при координації та управлінні технічними процесами в різних галузях промисловості, в комунальному господарстві, диспетчерських, телемеханічних інформаційно-вимірювальних системах.

У таблиці 3.5 наведені основні технічні характеристики перетворювача.

Таблиця 3.5. Основні технічні характеристики перетворювача

Найменування	Значення
Номінальне значення напруги живлення	24 В
Діапазон напруг живлення (постійного струму)	12 – 36 В
Діапазон вихідного струму перетворювача	4 – 20 мА
Нелінійність перетворення, не гірше	±0,2%
Розрядність ЦАП, не менше	12 біт
Опір лінії зв'язку з термоелектричним перетворювачем, Ом, не більше	100
Номінальне значення опору навантаження (при нарузі живлення 24 В)	125 Ом ±5 %
Час встановлення робочого режиму для перетворювача (попередній прогрів) після включення напруги живлення, не більше	30хв
Час встановлення вихідного сигналу після стрибкоподібної зміни вхідного, не більше	1 с
Габаритні розміри	Ø45 × 18 ± 1 мм
Маса, не більше	100 г

До складу перетворювачів входять: АЦП з універсальним вимірювальним входом; ЦАП - цифро-аналоговий перетворювач; МК - мікроконтролер; Ст - стабілізатор напруги.

Габаритні та монтажні розміри перетворювача передбачають його розміщення в комунікаційній головці первинного датчика НПТ-3.00.1.2. Зовнішній вигляд перетворювача показано на рис. 3.3 а), а схема підключення - на рис. 3.3 б).



Рисунок 3.3. Структурна схема перетворювача / схема підключення датчиків

3.1.4 Датчі рівня

Одним з найпоширеніших приладів для вимірювання рівня в промисловості на сьогоднішній день є буйковий рівнемір.

Перевагами буйкових рівнемірів є простота конструкції та широкий діапазон робочих тисків і температур.

Незважаючи на можливість вимірювання широкого спектру параметрів одним приладом, буйкові рівнеміри мають ряд недоліків, обумовлених принципом вимірювання.

По-перше, це непрямий метод вимірювання, заснований на залежності сили випромінювання від ступеня занурення буйка у густини середовища. У таких випадках, щоб зменшити похибки вимірювання, необхідно підібрати рівнемір відповідно до густини нафти в резервуарі.

Густина середовища також залежить від його температури. При вимірюванні рівня межі розділу фаз плавучості рівнемір чутливий до зміни щільності обох рідин. Зміна щільності обох рідин в нейтралізаторі може негативно вплинути на похибку вимірювання буйкового рівнеміра.

Такі технологічні умови, як кипіння середовища і турбулентність, ускладнюють роботу буйкового рівнеміра, оскільки в середовищі, насиченому бульбашками повітря, змінюється розвантажувальна сила.

Додаткові проблеми виникають при ремонті цього обладнання.

Альтернативою буйковим рівнемірам є хвилеводні рівнеміри, також відомі як відбивачі радари. В основі методу вимірювання лежить рефлектометрія в часовій області (TDR), або метод часової області.

Технічні характеристики рефлектометра Rousemount 3300 наведені в таблиці 3.6, а розміри кріплення - на рисунку 3.4.

Таблиця 3.6. Технічні характеристики Лавача рівня Rousemount 3300.

Межі вимірювання, м	0.1 – 23
Тип зонда	Коаксіальний
Вихідний сигнал, мА	4 – 20 с цифровим сигналом на базі HART протоколу
Напруга живлення, В	11 – 42
Оновлення вимірювань, Гц	1
Корпус	Алюміній
Межа допустимої похибки, мм	10

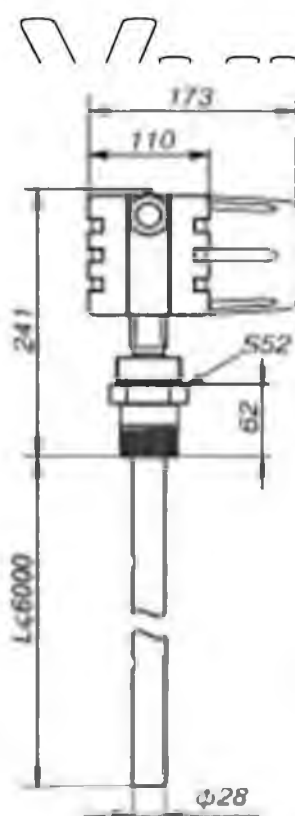


Рисунок 3.4. Розміри монтажної зони для Rousemount 3300.

Рівнемір Rousemount 3300 - інтелектуальний прилад забезпечує безперервний вимір рівня рідин в складних умовах експлуатації. Ці рівнеміри ідеально підходять для вимірювання розділу фаз, а також для сухих речовин.

3.1.5 Давач РОС101

Ємнісні датчики рівня, такі як датчик РОС101, можна використовувати для контролю мінімального і максимального рівнів у коагуляційному пристрої (Рис. 3.5).



Рисунок 3.5. Ємнісний давач рівня РОС101

Основні технічні характеристики

- стрижневий чутливий елемент,
- живлення - 24В постійного струму,
- релейний вихідний сигнал.

Датчик-реле рівня РОС-101 / призначений для контролю рівня струмопровідних і неструмопровідних/рідин, твердих (кускових) середовищ, одного з незалежних граничних рівнів зерна і продуктів його помелу, а також для розділення середовищ: вода - світлі нафтопродукти, зріджений вуглеводневий газ - вода та інших, діелектричні проникності яких сильно відрізняються Рідини.

У релейних датчиках різниця між рівнем в робочій зоні чутливого елемента і спрацюванням задається регулюючим елементом в передавальному перетворювачі, зміна положення перемички забезпечує зміну

типу сигналізації "наявності" або "відсутності" контрольованого середовища, а оптичний елемент індикації контролює роботу і досягнення заданого рівня шляхом забезпечує індикацію

Сенсорне реле складається з первинного перетворювача (ПП) з чутливим елементом і передавального перетворювача (ППР) Основні технічні характеристики сигналізатора рівня РОС-101 наведені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7. Характеристики сигналізатора рівня РОС-101

Умовне позначення давача-реле	Конструктивне виконання чутливого елемента	Довжина занурення чутливого елемента, L, м	Параметри контрольованого середовища					
			Фізичний стан, електричні властивості	Температура, °С	Робочий надлишковий тиск, Р, МПа, до	Відносна діелектрична проникність	Динамічна в'язкість, Па*с, не більше	Розміри гранул, мм, не більше
РОС-101-021 РОС-101-021И РОС-101-121 РОС-101-121И	Стержневий ізольований	0,1; 0,25; 0,6; 1,0; 1,6; 2,0	Рідка, сипуча, електропровідна	Від -100 до +200	2,5	2,0-4,0	1,5 (для рідких середовищ)	5

Завдяки рівномірному електричному вихідному сигналу і зручному монтажу датчик рівня РОС-101 відповідає вимогам до вимірювання рівня рідини в коагуляційному обладнанні.

3.1.6 Давачі швидкості обертання

У технологічних процесах швидкість обертання сепараторів, змішувачів і коагуляторів можна контролювати і регулювати (Таблиця 2).

Оскільки швидкість обертання цих апаратів може змінюватися в широкому діапазоні залежно від режиму процесу нафтопереробки, недоцільно використовувати звичайні тахогенератори для контролю швидкості обертання.

Більш точні вимірювання проводяться сучасними електронними тахометрами, такими як електронний цифровий тахометр з датчиком Холла.

Ці цифрові тахометри, вироблені компанією СКС, використовуються для вимірювання швидкості обертання будь-якого обертового обладнання.

Вони дуже надійні і мають високий рівень безпеки. Тахометр вимірює точну швидкість обертання об'єкта за схемою, показаною на рисунку 3.6.

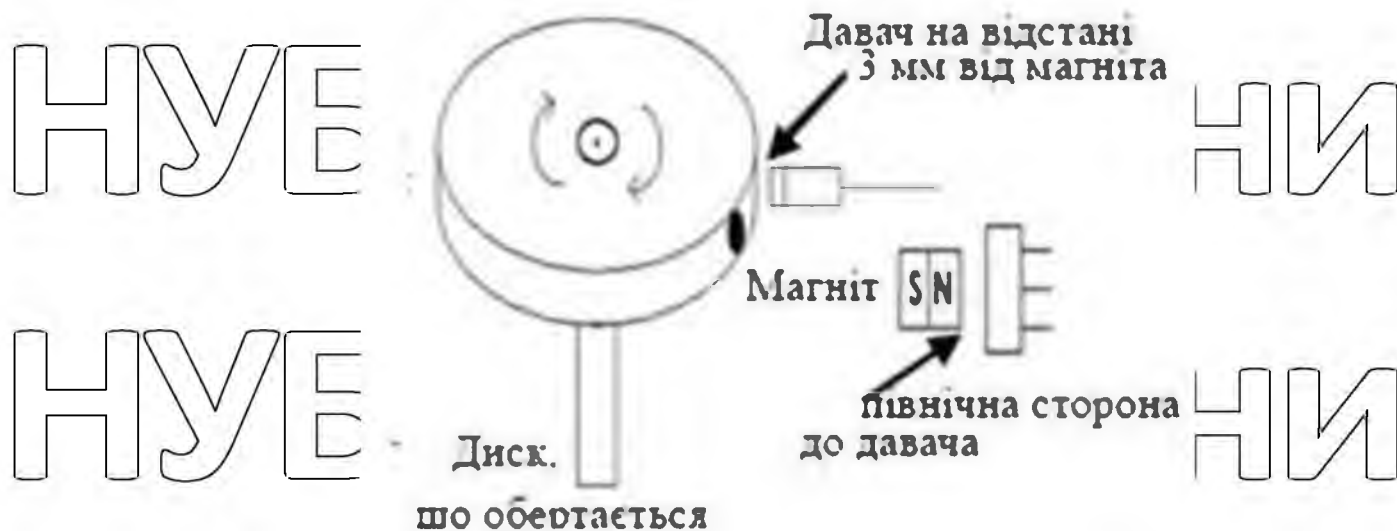


Рисунок 3.6. Цифровий тахометр з датчиком Холла

Магніт (діаметром 6 мм, товщиною 3 мм, вагою 0,1 г) встановлений на валу, що обертається, збуджує імпульси до датчика Холла.

Особливості тахометра

- Діапазон вимірювання 9999-10 об/хв
- Живлення 3-24 В постійного струму або 6-18 В змінного струму
 - Струм споживання 20 мА
 - Точність вимірювання $\pm 0,5-1,5$ об/хв
- Ємність біт 4
- Розміри 78 мм x 42 мм x 24 мм
- Посадковий розмір 76,5 мм x 39,5 мм
- Робоча температура -10 - 60°C
- Розмір магніту F 6 мм * 3 мм або F 12/10 мм * 1mm (в комплекті)
- Відстань до магніту: макс. 6 мм
- Розмір датчика M12x10x55 мм (F 12 мм)
- Датчик NPN датчик Холла (NJK-5002C)

Наведені вище характеристики тахометра свідчать про те, що проблем з підключенням до контролера не виникає.

3.2

Вибір регулюючих органів

3.2.1

Регулюючі органи

Привод електричний базатомоботний ПЕМ-Б1

Привод призначений для дистанційного та місцевого керування трубопровідною арматурою і монтується безпосередньо на арматуру. Привод може працювати в будь-якому положенні. Привод складається з електродвигуна, ручного приводу, блоку кінцевих вимикачів БКВ і обмежувачів крутного моменту з обох сторін.

Таблиця 3.8. Основні параметри ПЕМ-Б1.

Виконання привода		ПЕМ-Б1
Діапазон налаштування крутного моменту на вихідному валу, Н.м		100-300
Число обертів вихідного вала.	мін, об.	1
	макс, об.	6
Частота обертання вихідного вала, об/хв		25
Потужність електродвигуна, не більше, Вт		550
Вид і розмір вихідного вала, мм		58

Сервопривод лінійного руху ARI-PREMIO/2.2/0.25/10.3

Лінійні приводи використовуються для керування регулювальною та запірною арматурою з номінальним лінійним ходом до 80 мм лінійним зусиллям спрацьовування 2,2 кН.

Лінійні приводи можуть відкриватися і закриватися за допомогою маховика, закріпленого на редукторі, коли двигун не працює. Ці приводи поставляються з кладами ARI-PREMIO

Таблиця 3.9. Основні тех. хар. ARI-PREMIO/2.2/0.25/10.3.

Найменування параметра	Показники
Зусилля лінійного двигуна, кН	2,2
Шлях переміщення	50 мм
Швидкість переміщення, мм/с	0,25
Напруга двигуна	230 В, 50 Гц
Споживана потужність, Вт	10,3
Ступінь захисту	IP67
Температура середовища, °С	-20..+70

На підставі даних порівняльних таблиць в якості виконавчих електричних приводів використовуємо сервопривод лінійного руху ARI-PREMIO/2.2/0.25/10.3, бо він має більшу точність в переміщеннях, меншу споживану потужність і більше зусилля обертання двигуна.

3.2.2 Вибір перетворювачів частоти

Перетворювачі частоти (ПЧ) - інвертори, частотні приводи і пристрої плавного пуску - призначені для плавного пуску синхронних і асинхронних електродвигунів, регулювання швидкості двигуна під час роботи і зупинки двигуна на потрібній швидкості.

ПЧ використовуються для управління швидкістю мішалок, змішувачів, сепараторів і коагуляторів в процесі гідратації. Крім того, ПЧ також використовуються для регулювання швидкості потоку шляхом керування швидкістю асинхронних двигунів.

Перетворювач насосної серії EI-P7002-45H.

Таблиця 3.10. Основні тех. хар. EI-P7002-45H

Макс. Вихідна потужність	4,5 кВт
Напруга живильної мережі	220 В, 50 Гц
Час розгону / гальмування	от 0,1 с до 3600 с
Захист двигуна від перевантаження	Захист за допомогою електронного термічного реле перевантаження
Миттєве перевантаження по струму	Електродвигун інерційно зупиняється при струмі близько 180% від номінального струму перетворювача
Перевантаження по напрузі	Електродвигун інерційно зупиняється, якщо напруга на шині постійного струму перетворювача перевищує 820 В
недостатня напруга	Електродвигун інерційно зупиняється, якщо напруга на шині постійного струму перетворювача впало до 380 В або нижче
Короткочасне відключення живлення	Негайне відключення при короткочасному припиненні подачі живлення на 15 мс і більше.
Перегрів радіатора - тепловідводу.	захисний термістором
Запобігання зриву обертання	Запобігання зриву під час розгону і обертання з постійною швидкістю

Альтернативною перетворювачу EI-P7002-45H є Перетворювач EI-LP9, основні характеристики якого приведені у Таблиці 3.11.

Таблиця 3.11. Основні тех. характеристики EI-LP9

Характеристики	Модель EI-LP9
Напруга живильної мережі	220 В, 50 Гц
Частота мережі, Гц	45-60 Hz
Вихідна потужність, кВт	5
Несуча частота ШІМ, кГц	16
Режими керування	2-х-провідний
Режими гальмування	Плавний-останов, інерційний-останов
Навантаження	С-постійним моментом або з-вентиляторною характеристикою
Робоча температура	От 0 до +50°C
Відносна вологість	не більше 93%, відсутність конденсату

Порівнюючи технічні характеристики EI-P7002-45H та регулятора частоти EI-LP9, можна зробити висновок, що обидва перетворювачі частоти забезпечують необхідне керування двигуном, але EI-P7002-45H має кращу систему захисту приводу, що підвищує надійність системи. Схема підключення EI-P7002 показана на рисунку 3.7.

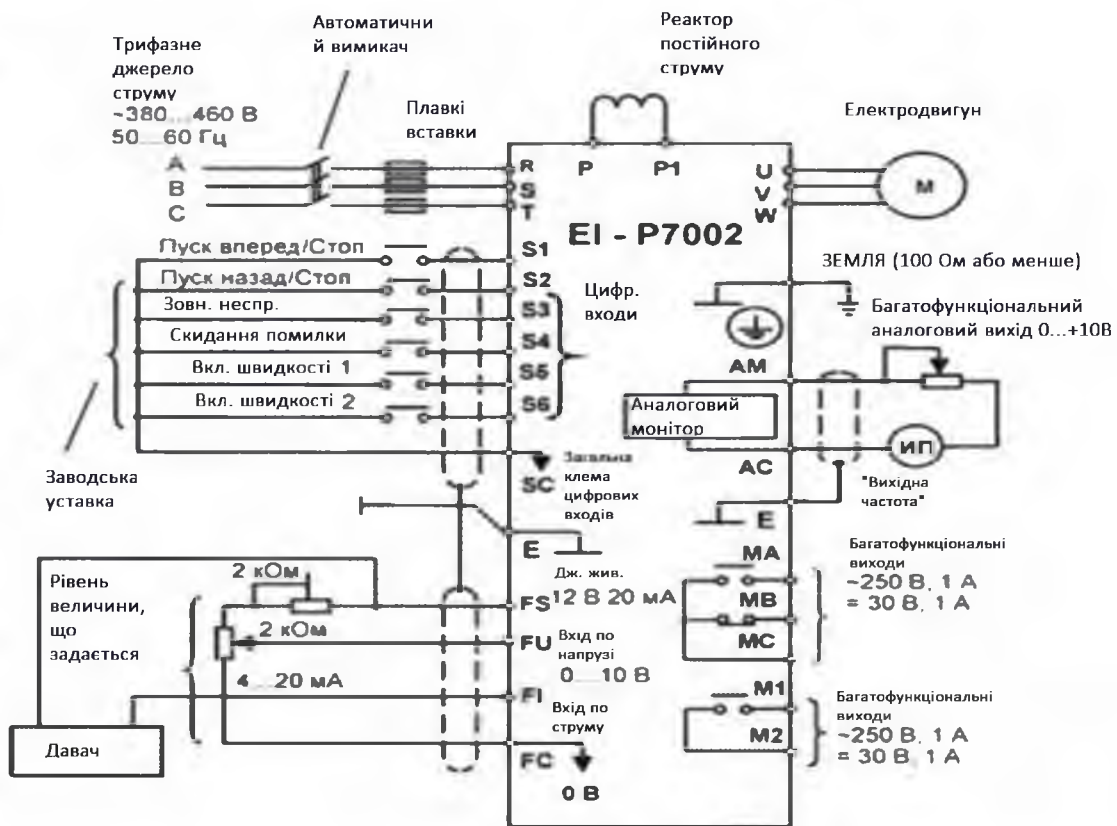


Рис. 3.7. Схема підключення перетворювача EI-P7002

4. ПОБУДОВА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ РАФІНАЦІЇ.

4.1. *Компоновка технічного забезпечення*

В основу проектування системи керування технологічним процесом переробки олії покладено функціональну схему автоматизації (Додаток В).

На даній схемі показана компоновка і розташування технічного забезпечення системи автоматизації процесу переробки олії.

Апаратура автоматизації в шафах управління живиться від шафи управління, яка знаходиться в електрощитовій.

У шафі управління і в місці розташування технологічного обладнання змонтовані органи управління змішувачем і теплообмінником ПЛК "Овен" і пристрої зв'язку Ethernet також встановлені в шафі управління.

Прилади, що керують процесом сепарації, встановлені на щиті управління, а також на установках резервуара і сепаратора.

Апаратура автоматизації напірного бака, теплообмінника, змішувача лужного розчину і нейтралізатора знаходиться в шафі управління і на установці технологічного обладнання.

Від пристрою зв'язку типу "МВУ8 ОВЕН" через клемні колодки надходять сигнали від перетворювача частоти на електродвигуни виконавчих механізмів для керування частотою обертання насоса подачі хімікатів, зливу змішаного розчину, подачі нерафінованої нафти, приводу сепаратора та мішалки.

Сигнали з виходів датчиків технічних параметрів об'єкта надходять на аналогові входи пристрою зв'язку з об'єктом типу МВА8 ОВЕН і дискретні входи МДВВ ПЛК ОВЕН.

Керування процесом здійснюється з відсотермінального пристрою на робочому місці оператора АСУ ТП в диспетчерській.

Електроживлення від ПК і пристроїв вводу/виводу ПЛК до датчиків і інтерфейсних пристроїв здійснюється за допомогою вбудованого в піч джерела живлення 24 В і окремого джерела живлення 24 В, підключеного до мережі 220 В електророзподільного щита.

Для забезпечення необхідних кліматичних умов у приміщенні оператора

використовується система опалення та охолодження Wenz. Використання апаратного та програмного забезпечення, що характеризується надійністю та простою експлуатації, дає можливість утримувати необхідну температуру внутрішнього повітря та подачу зовнішнього повітря та витяжну вентиляцію.

Проектом передбачено розташування автоматизованого обладнання, що утворює ієрархічну трирівневу структуру системи управління.

Нижній рівень включає первинні вимірювальні перетворювачі (датчики) та виконавчі механізми (клапани, електроприводи та частотні перетворювачі);

Середній рівень базується на мікропроцесорних контролерах і включає шафи автоматизації. Ці засоби збирають дані вимірювань в заданому циклі, обробляють ці дані і передають їх на вищий рівні.

Вищий рівень включає промислові комп'ютери (ПК) зі спеціальним програмним забезпеченням, які утворюють SCADA-системи.

Мережева структура засобів автоматизації технологічних процесів рафінації формується на основі спеціальних модулів універсального мережевого інтерфейсу. Ці модулі підтримують відкриті стандарти передачі інформації і з'єднуються між собою в межах об'єкта за допомогою інформаційних кабелів.

4.2. Реалізація SCADA систем

Завданням впровадження системи автоматизації технологічних процесів є інтеграція програмних засобів в апаратну структуру. Інструментом такої інтеграції є використання SCADA-систем, які збирають інформацію від контролерів проміжного рівня. В результаті обробки цієї інформації формуються керуючі впливи для оптимізації параметрів процесу відповідно до обраних критеріїв управління; вищі рівні SCADA-системи отримують інформацію, необхідну для аналізу і прийняття рішень оперативним і технологічним персоналом.

SCADA-системи - це складні програмні продукти, які зазвичай розробляються для конкретної тематики, мають окремий графічний інтерфейс і встановлюються на промисловому комп'ютері (ПК). Проектування SCADA-системи починається з розробки та конфігурації окремих модулів. Першим модулем, з якого рекомендується починати розробку, є графічний інтерфейс

(рис. 4.1), який є основою АРМ (автоматизованого робочого місця) оператора і будується на базі НМІ (людино-машинного інтерфейсу).

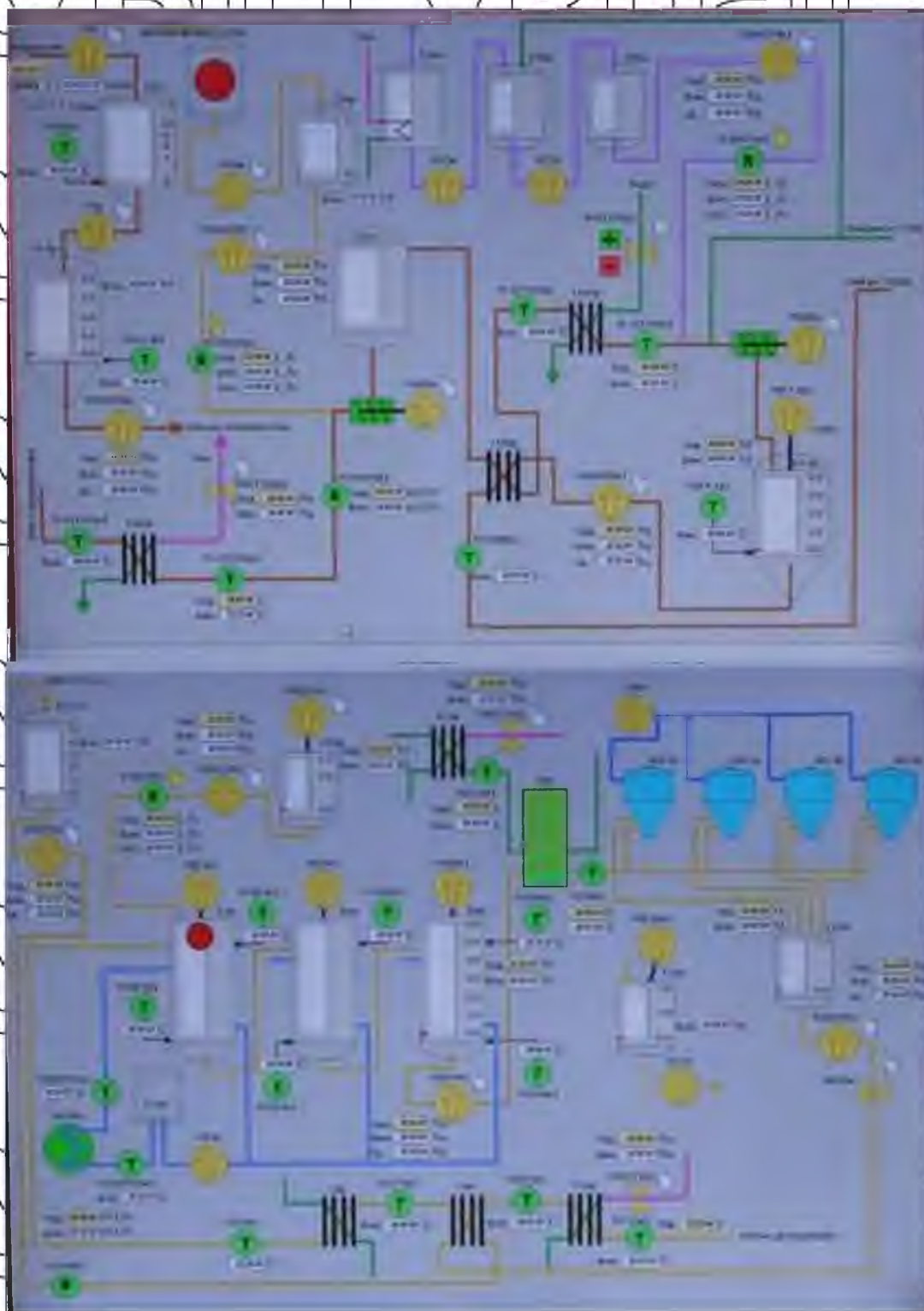


Рис. 4.1. Відеотермінальний пристрій системи автоматизації

Маючи візуальне представлення проекту, можна розробити принципи організації зв'язку між системою SCADA і нижчими рівнями системи.

За допомогою програмного забезпечення Open Process Manager (OPM) можна організувати зв'язок між різними типами первинних перетворювачів і ПК. Воно може організувати зв'язок між різними типами первинних

перетворювачів і ПК.

Периферійні пристрої підключаються через перетворювачі ОВЕН АС2, АС2-М, АС3-М, АС3 і АС4.

При запуску програми ОРМ відбувається тестування комп'ютера, який працює, і автоматично виявляються вільні СОМ-порти, до яких можна підключити периферійні пристрої за допомогою інтерфейсних адаптерів; інформація про СОМ-порти відображається на екрані комп'ютера в головному вікні програми.

Вибір інтерфейсного адаптера залежить від типу інтерфейсу цих пристроїв; до одного СОМ-порту можна підключити лише один інтерфейсний адаптер.

Для підключення пристрою з інтерфейсом "струмова петля" до комп'ютера використовуйте:

ОВЕН АС2-М - перетворювач з інтерфейсом "струмова петля" / RS-485, що підключає пристрій безпосередньо до комп'ютера через АС2;

ОВЕН АС3-М - автоматичний перетворювач RS-232/RS-485. Приклад підключення інтерфейсного адаптера наведено на рис. 4.2.



Рис. 4.2. Схема підключення пристроїв з інтерфейсом "струмова петля" до ПК через перетворювачі ОВЕН АС2, ОВЕН АС3-М

За допомогою адаптера АС2-М первинний перетворювач підключається до мережі RS-485 і може бути підключений до ПК за допомогою адаптерів АС3-М, АС3 і АС4.

До ПК можна підключити до восьми пристроїв ОВЕН типу ТРМ1-РіС і

TRM38.

Це здійснюється за допомогою перетворювача АС 4 (рис. 4.3);
максимальна кількість каналів відображення на один порт - 64.

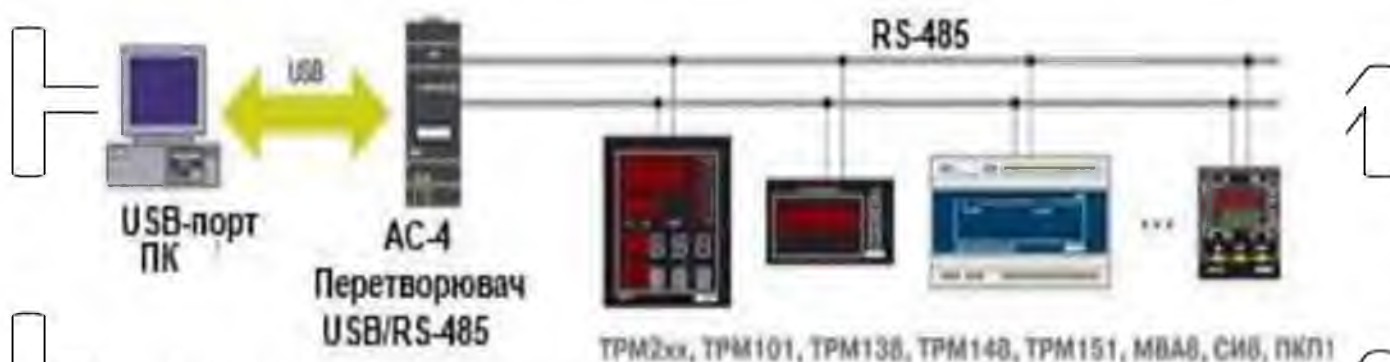


Рис. 4.3. Схема підключення приладів з інтерфейсом RS-485 до ПК через перетворювач USB / RS-485 OVEN AC4

Кожен перетворювач АС2-М підключається до пристрою, наприклад,

TRM1-PiC, TRM38, MIP2L. Максимальна кількість каналів відображення на один порт - 256.

При запуску OFM на екрані з'являється головне вікно, де користувач може попередньо створити технологічну схему, тобто візуальне представлення проекту. При цьому в меню конфігурації

Тип адаптера, що підключається до інтерфейсу

Тип адаптера, що підключається до інтерфейсу пристрою OVEN, параметри для опитування пристрою комп'ютером

При використанні адаптерів інтерфейсу АС2 необхідно вказати канал адаптера, до якого підключено пристрій OVEN, а також вибрати і вказати тип пристрою з списку, що надається програмою.

RS-232/RS-485 або USB/RS-485, задається мережева адреса підключеного пристрою печі.

Під час налаштування параметрів опитування задається час циклу опитування датчиків. Цей час визначається кількістю датчиків і здатністю ПК збирати дані протягом виділеного часу циклу. Після запису налаштувань у файл можна приступати до ініціалізації. Ініціалізація виконується за допомогою кнопок на панелі приладів або програмного забезпечення. Поточні значення

параметрів процесу відображаються в головному вікні.

Таким чином, OPM розробленої SCADA-системи забезпечує виконання наступних функцій

- Візуалізація схеми технологічного процесу на програмному забезпеченні

- Відображення поточних вимірюваних величин на екрані ПК
- Збір та первинна обробка інформації, що надходить з нижніх рівнів на

ПК;

- Контроль стану пристроїв, що працюють в системі

- Вибіркове управління обраними каналами управління

- Зберігання даних про роботу обладнання та виконавчих механізмів;

Сповіщення про невідповідність параметрів технологічного процесу регламентним значенням.

Взаємодія з під системою Owen Report Viewer (ORV).

Основним керуючим елементом системи є програмований логічний контролер ПЛК160-220, функціональна схема якого наведена на рисунку 4.4, а

схема підключення модулів цифрового та аналогового вводу/виводу - на рисунку 4.5.

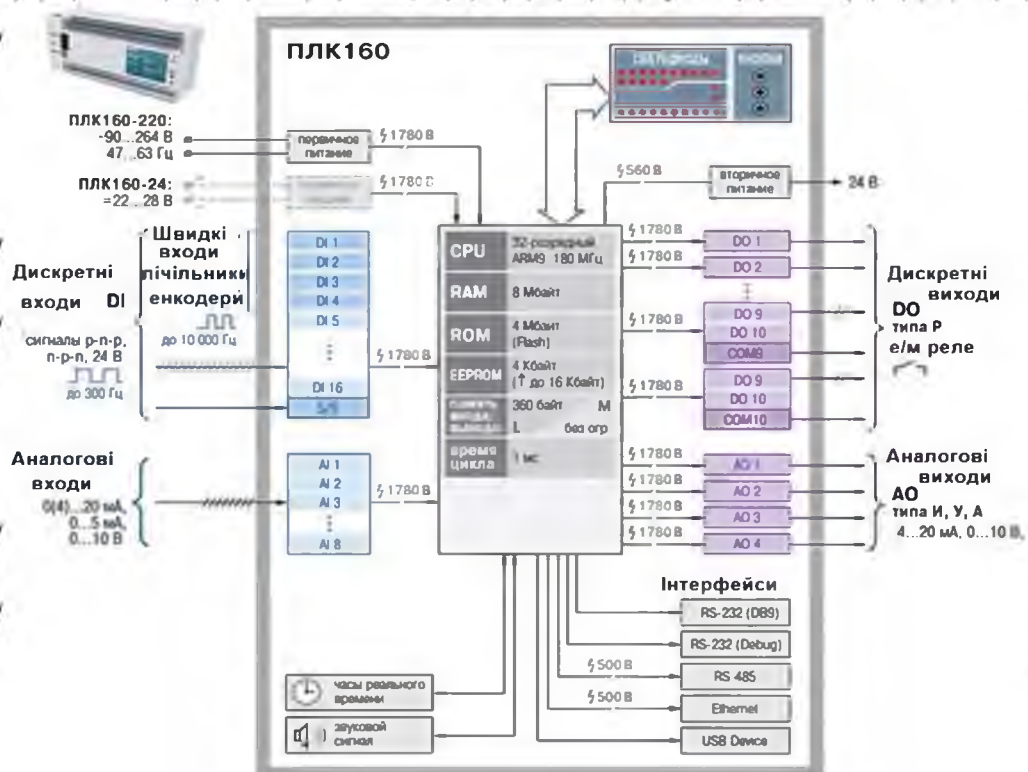


Рисунок 4.4 Функціональна схема ОВЕН ПЛК-160

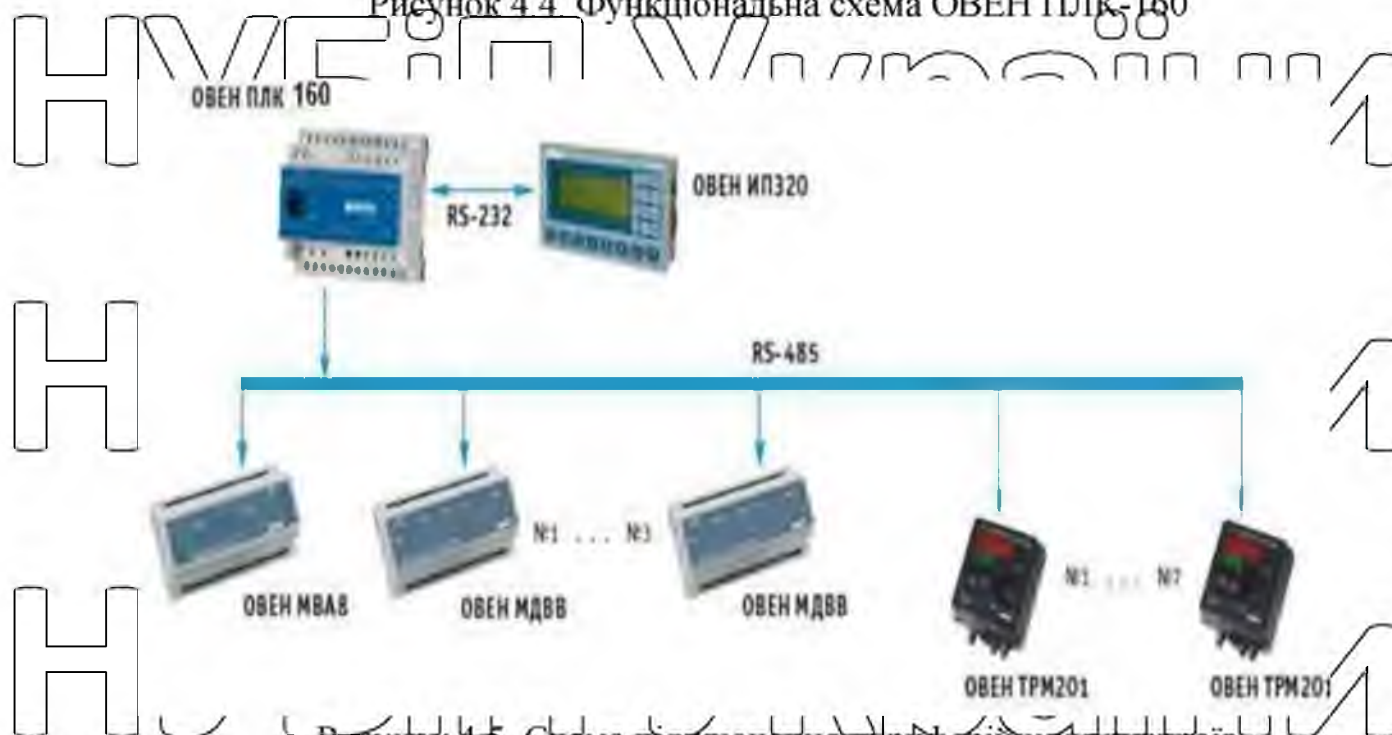


Рисунок 4.5. Схема підключення периферійних пристроїв

Технічні характеристики ПЛК160 представлені в Таблиці 4.1

Таблиця 4.1 Технічні характеристики ПЛК160

Параметр	Значення
Напруга живлення, В: ПЛК 160-24.X-X ПЛК 160-220.X-X	від 22 до 28 постійного струму (ном 24 В). від 90 до 264 змінного струму частотою від 47 до 63 Гц
Спож потужність, ВА, не більше	40
Цифрові (дискретні) входи	
кількість входів з них швидкодіючих	16 4 (DI1-DI4)
Напруга живлення дискретних входів, В Максимальний вхідний струм дискретного входу	24 ± 3 не більше 7 мА при живленні 24 В, не більше 8,5 мА живленні 27 В
Дискретні виходи (контакти електромагнітних реле)	
Кількість релейних вихідних каналів	12
Гальванічна розв'язка	Індивідуальна (для DO1-DO8), групова (DO9-DO10) і групова (DO11-DO12)
електрична міцність ізоляції між групами дискретних виходів і групами інших ланцюгів, В	1 780
Максимальний струм, комутований контактами реле, А, не більше	3 (для змінної напруги не більше 250 В, частотою 50 Гц)
Час перемикання контактів реле зі стану «лог. 0 »в«Лог. 1 »і назад, мс, не більше	50 (виходи DO1-DO12)

Продовження Таблиці 4.1. Технічні характеристики ПЛК160

Аналогові виходи	
Кількість аналогових виходів	4
Тип вихідного сигналу Універсальний	від 4 до 20 мА, Розрядність ЦАП (біт) 12 від 0 до 10 В Розрядність ЦАП (біт) 10
Межа основної зведеної похибки ЦАП	$\pm 0,5\%$
Мінімальний період оновлення виходів	100 мс
Живлення аналогових виходів	Зовнішнє (24 ± 3 В)
Гальванічна ізоляція аналогових виходів	індивідуальна
Електрична міцність ізоляції між групами аналогових виходів і групами ін- ших ланцюгів, В	1 780
Інтерфейси зв'язку	
RS-485 Кількість Гальванічна розв'язка Електрична міцність ізоляції, В	1 Індивідуальна 1 780(Між інтерфейсом RS-485 і іншими гру- пами ланцюгів)
Ethernet 100 Base-T Кількість Гальванічна розв'язка Електрична міцність ізоляції, В	1 Індивідуальна 1 780(Між інтерфейсом RS-485 і іншими гру- пами ланцюгів)
RS-232 Кількість Гальванічна розв'язка	1 відсутня
USB-Device Кількість Гальванічна розв'язка	1 відсутня
Маса, кг, не більше	0,75

Ресурсні характеристики ПЛК160 наведені в Таблиці 4.2

НУБІП України

Таблиця 4.2. Ресурсні характеристики ПЛК160

Параметр	Значення
Центральний процесор	RISC-процесор на базі ядра ARM-9, 32 розряду, 180МГц
Об'єм оперативної пам'яті (тип пам'яті)	8 Мб (SDRAM), з них 1 Мб для коду користувальницької програми, 128 кб для змінних користувальницької програми
Обсяг енергонезалежної пам'яті (тип пам'яті)	4 Мб (DataFlash), з них 3 Мб доступно для зберігання файлів і архівів
Розмір Retain-пам'яті не більше	16 кб (за замовчуванням встановлено значення 4 кб)
Час виконання одного циклу програми	- Мінімальний (нестабілізується) - 250 мкс; - Встановлений за замовчуванням (стабілізується) 1 мс (налаштовується у вікні «Конфігурація ПЛК (PLC Configuration) ПО CoDeSys.
Додаткове обладнання	Годинник реального часу з автономним акумуляторним живленням; Вбудоване джерело видачі звукового сигналу; Функціональна кнопка на передній панелі

Зовнішній вигляд ПЛК показаний на рисунку 4.6 ПЛК160 ОВЕН призначений для монтажу на 35 мм DIN-рейку. Для монтажу ПЛК на панель забезпечте положення на панелі, яке відповідає розмірам ПЛК. Для монтажу використовуйте проушини на корпусі контролера.

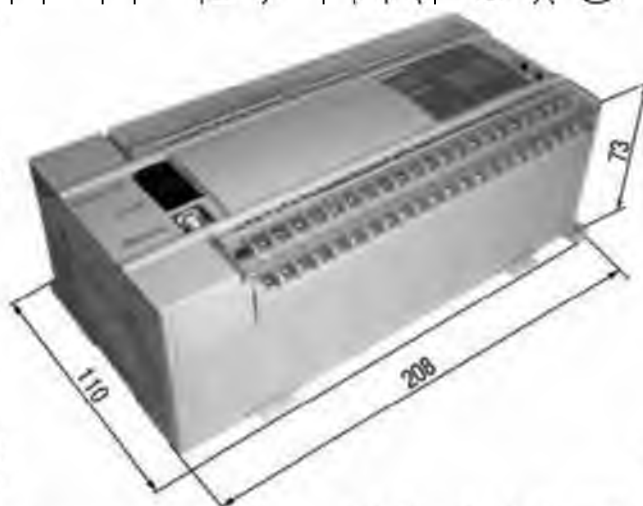


Рисунок 4.6. Зовнішній вигляд ПЛК 160

Передня панель контролера має знімну клемну колодку для підключення інтерфейсу RS-485, окремих датчиків і виконавчих пристроїв. На передній панелі також є клемні з кроком 7,6 мм для внутрішнього живлення 24 В постійного струму.

На верхній бічній стороні змонтовано з'єднувач типу RS-45 інтерфейсу Ethernet.

На рис. 4.7 показано розташування з'єднувача інтерфейсу RS-232, Debug

RS-232. Цей інтерфейс використовується для програмування ПЛК. Перевагою порта Debug RS-232 полягає в можливостях підключення Hayes-сумісних модемів, а також обладнання з протоколами Modbus.

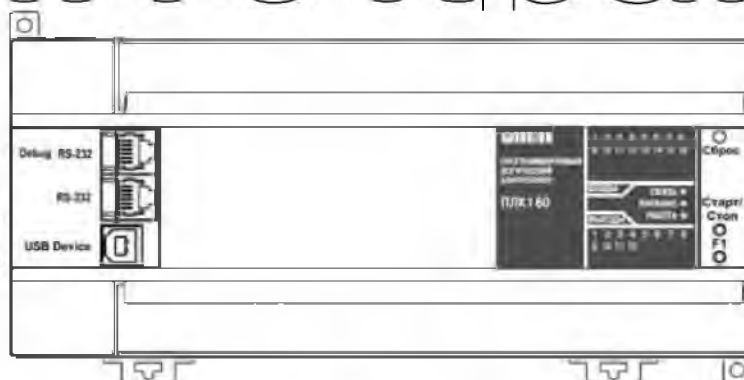


Рисунок 4.7. Лицьова панель контролера

Управління системою підключається до входів модуля МДВЗ-Р-ОВЕН, а виходи модуля через проміжні реле підключаються до виконавчих механізмів.

Графічна панель оператора ОВЕН ІП 320 (Рис. 4.8), інтегрована в робоче місце оператора, використовується для введення налаштувань і відображення поточних значень температури. На панелі відображаються повідомлення про хід процесу, в тому числі про аварійні ситуації. Панель оператора підключена до ПЛК 160 через інтерфейс Debug-RS-232 за протоколом Modbus, що робить її менеджером мережі, а ПЛК - підлеглим пристроєм.

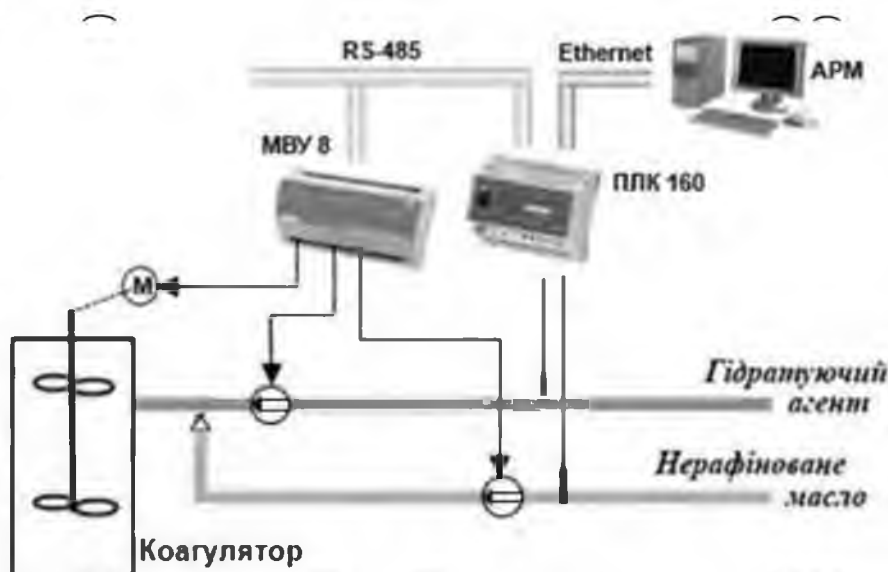


Рисунок 4.8. Автоматизація регулювання співвідношення виграт на базі ОВЕН

ПЛК160 є модулями вводу/вивода ОВЕН

Затримка запуску двигуна тестується програмою, вбудованою в ПЛК.

Спеціальний універсальний модуль мережевого інтерфейсу вирішує проблему реалізації в середовищі CoDeSys навіть тих мережевих протоколів, які стандартно не підтримуються контролером ПЛК ОВЕН. Це дозволяє підключити до контролера практично будь-який пристрій з вбудованим інтерфейсом RS-232, RS-485 або Ethernet. Підтримка різних протоколів дозволяє ПЛК ОВЕН бути шлюзом (наприклад, між протоколами ОВЕН і Modbus).

Програмування та конфігурація контролера виконується за допомогою спеціальної системи програмування CoDeSys, яка використовує наступні інтерфейси для інтеграції середовища програмування CoDeSys: Ethernet, USB-пристрої та згаданий вище налагоджувальний RS-232.

На рисунку 4.9 показано приклад підключення контролера до ПК, де ПЛК можна програмувати за допомогою інтерфейсу RS-232-Debug. Кабель для програмування КСІ підключається між COM-портом ПК і налагоджувальним гніздом RS-232 на передній панелі контролера.



Рисунок 4.9. Підключення контролера до ПК для програмування

Основними перевагами є можливість розробки всього проекту в одному середовищі розробки, об'єктно-орієнтований підхід до розробки проектів, необмежена гнучкість обчислювальних потужностей, потужна 3D-графіка та мультимедіа, захист авторських прав розробників проектів та інтуїтивна простота у використанні.

5. СИНТЕЗ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

5.1 Модель об'єкта керування

у промисловості найбільш поширеним способом отримання математичної моделі є ідентифікація об'єкта керування. Ідентифікація - це процес побудови математичної моделі об'єкта керування, заснований на обробці спостережуваних вхідних і вихідних сигналів.

Процес ідентифікації об'єкта керування складається з трьох етапів: структурна ідентифікація, параметрична ідентифікація та оцінка адекватності моделі. Передавальні характеристики по каналу температура агента нагрівання ($T_{ан}$) – температура олії (T_o) отримана після ідентифікації процесу нагрівання олії.

Передавальна характеристика представлена у вигляді аперіодичної ланки другого порядку:

$$\frac{K_{TocTz} e^{-\tau_0 p}}{T_2^2 p^2 + T_1 p + 1}$$

де, $T_2=411,6$ сек.; $T_1=888$ сек.; $K_{TocTz}=0,035 \cdot 0,35^\circ\text{C}/^\circ\text{C}$, $\tau_0=270$ сек.

Модель об'єкта керування у математичному пакеті MATLAB має вигляд

(рис. 5.1):

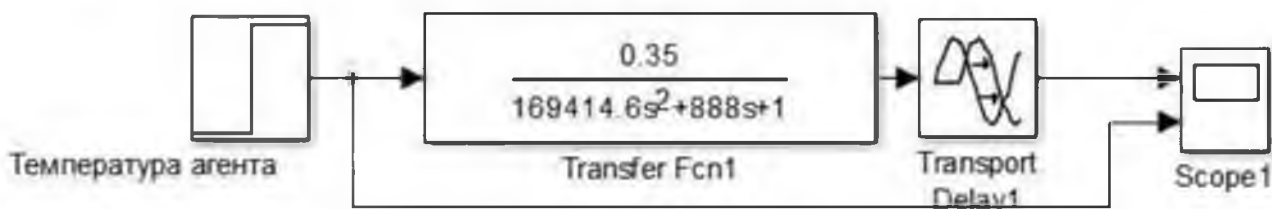


Рисунок 5.1 – Модель об'єкта керування

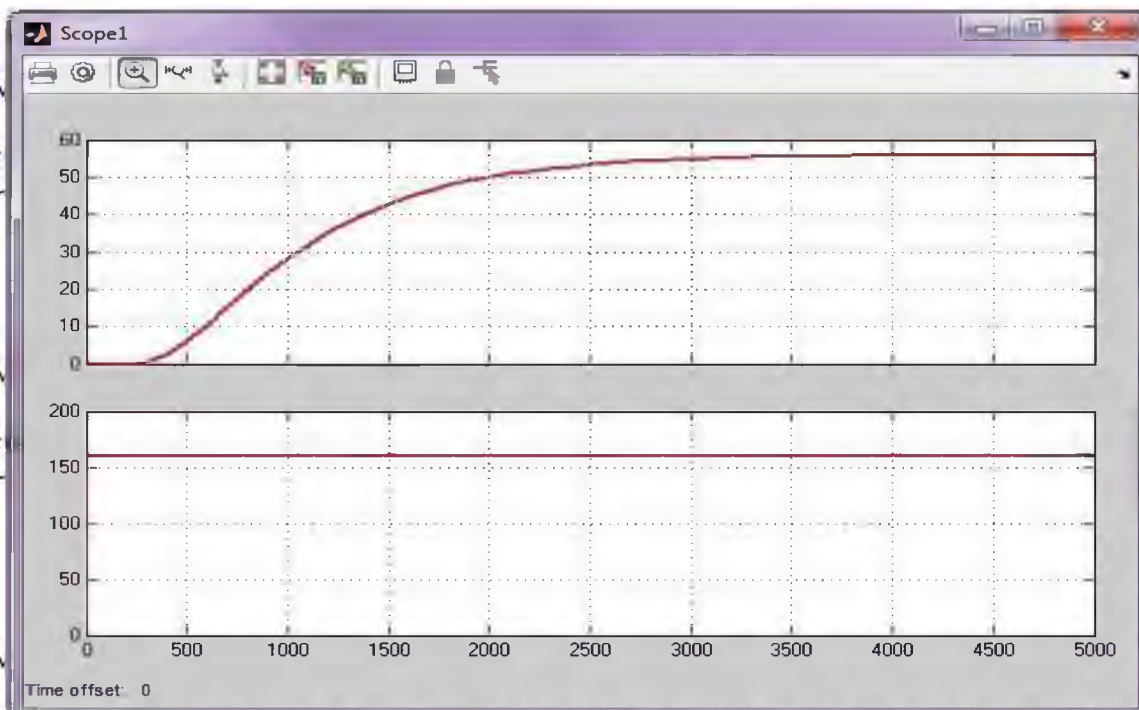


Рисунок 5.2 – Результат моделювання моделі об'єкта керування по каналу

Температура агенту нагрівання (T_{an}) – температура олії (T_o).

Проведено дослідження за допомогою П-подібного впливу, що показав симетричність моделі, та відсутність інтегруючої складової (рис. 5.3)

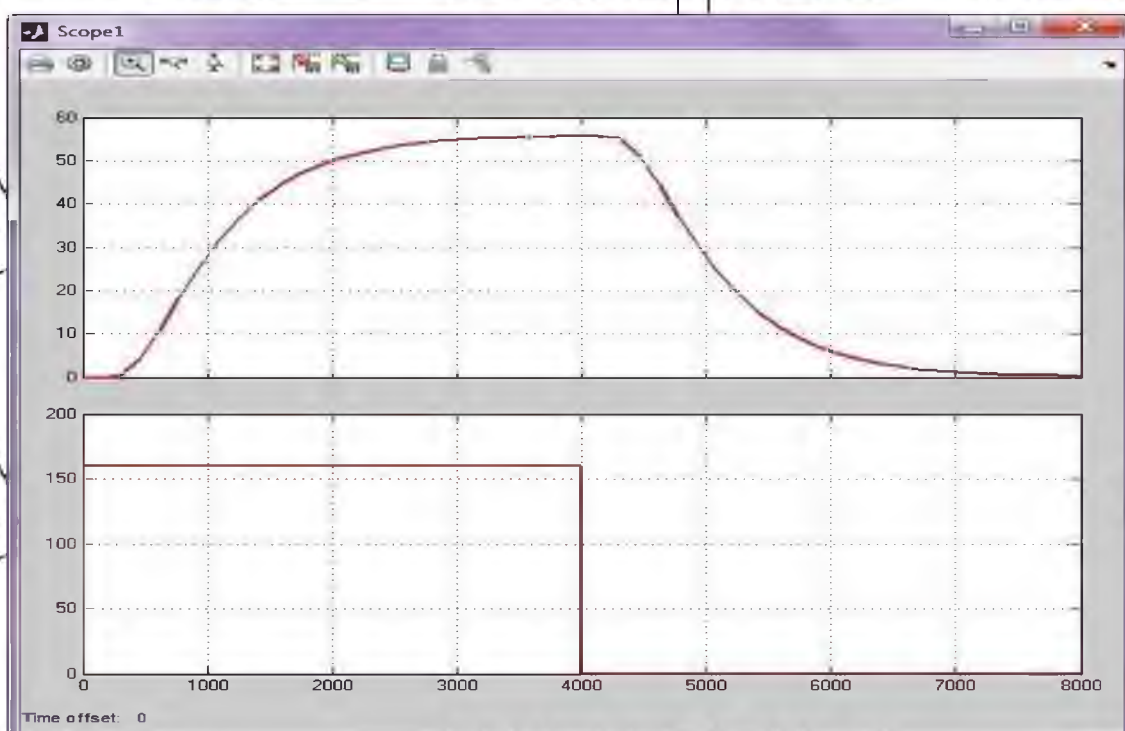


Рисунок 5.3 – Характеристика об'єкта керування під впливом П-подібного впливу

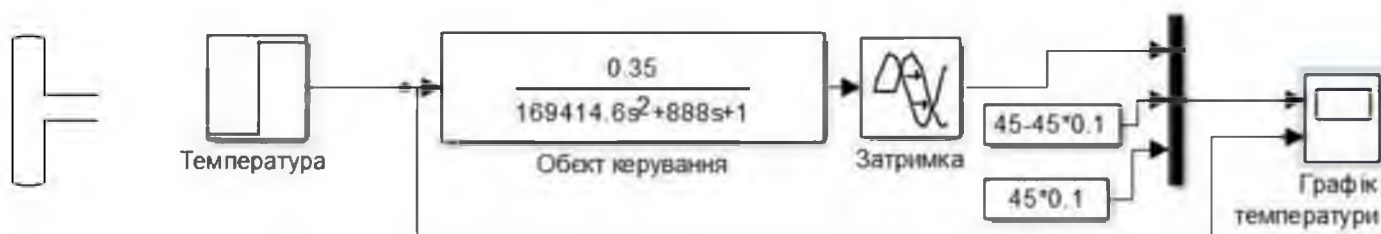


Рисунок 5.4 – Реалізація моделі об'єкту керування для визначення часу наростання та встановлення

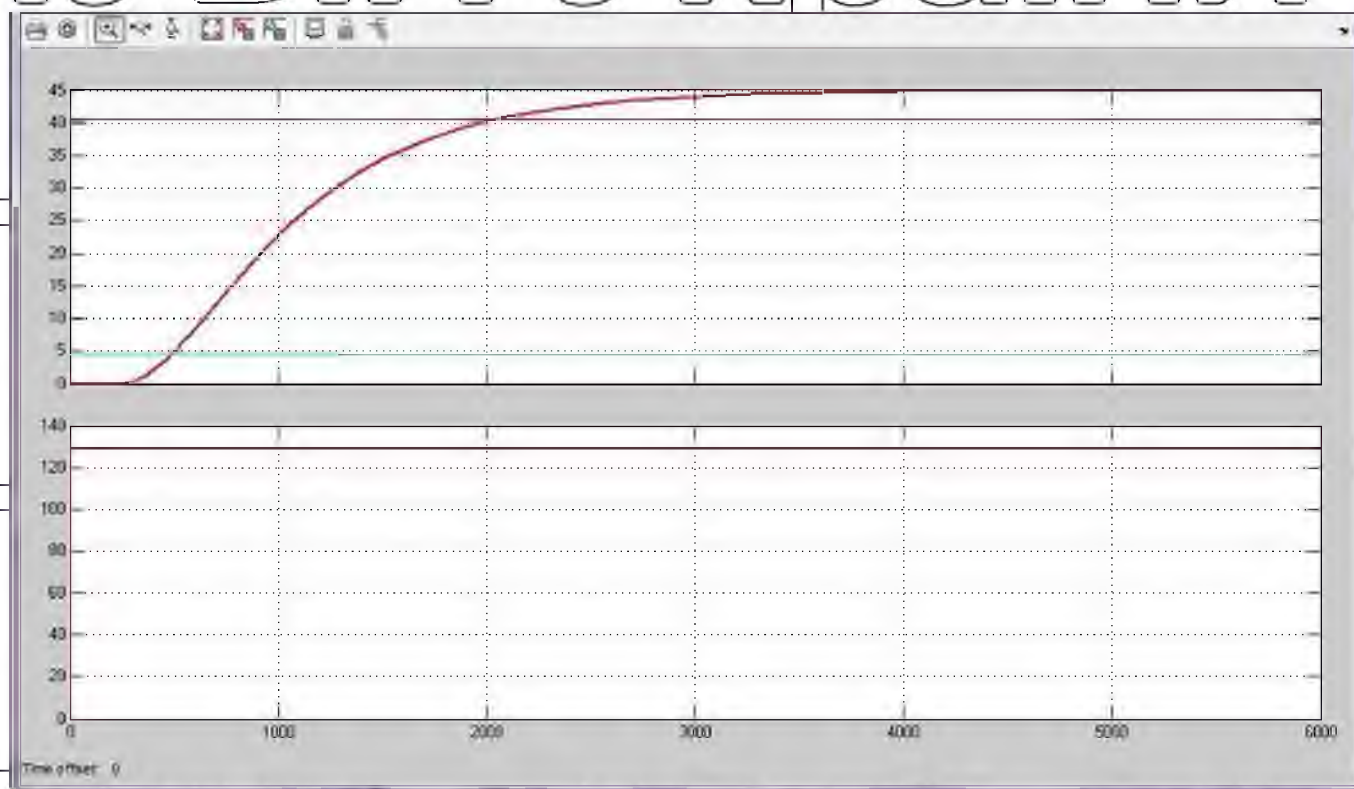


Рисунок 5.5 – Графік об'єкту керування для визначення часу наростання та встановлення

Таким чином у результаті виконання експерименту проведено дослідження у результаті якого були отримані динамічна характеристика, а також отримані перевірочні дані.

5.2 Критерії якості функціонування об'єкта керування

Критерієм нагріву олії є мінімальне відхилення від заданого значення температури олії.

$$\text{відхилення } T_o = |T_o - T_{o, \text{зад}}| \rightarrow \min,$$

де T_o – відхилення значення параметру температура олії; T_o – значення параметру температура олії; $T_{o,зад}$ – задане значення параметру температура олії.

Причому якщо олію перегріти, то не може призвести до зниження якісних характеристик олії, а значить зниження його вартості.

Графічним методом за допомогою рисунка 5.5 встановлюється параметри об'єкту керування час наростання, та час встановлення, перерегулювання. Час наростання це інтервал часу на протязі якого вихідна змінна зростає від 10% до 90% від встановленого значення. Згідно рис. 5.5 час наростання дорівнює приблизно 1450 с. Час встановлення с заданого похибкою, час по завершенню якого похибка регулювання не перевищує заданого значення. Для похибки (10%) згідно рисунка 5.5 час встановлення складає приблизно 2500 с.

Перерегулювання – перевищення першого викиду над сталим значенням змінної.

Також необхідно дослідити поведінку системи, за умови застосування декількох типів регуляторів. Та вивести залежності якості роботи системи відповідно до зміни параметрів системи.

Для цього об'єкту, виходячи з його характеристик, буде проведено дослідження з використанням оптимального регулятора для визначення граничних показників для PI, PID регуляторів. PID регулятор є кращим рішенням для об'єктів 1-2го порядків з затримкою, а також має здатність компенсувати статичну помилку за її наявності.

Метод за допомогою яких, буде проведено дослідження, і одержання параметрів для кожного з регуляторів це метод Зіглера-Ніколеа.

5.3 Модель системи керування

Імітаційна модель системи автоматичного керування температурою олії основана на структурній схемі системи, коли складовими частинами імітаційної моделі системи є локальні імітаційні моделі окремих елементів

системи. Такими локальними моделями є імітаційні моделі блоку керування, датчика температури, регульованого клапана.

Аналіз характеристик у розділах 1, 2 дозволяє зробити висновок щодо суттєвої інерційності зміни температури зерна як об'єкта керування – перехід температури на новий рівень займає до 4000 сек. Тим часом, зміна ступеня відкриття регульованого теплогенератора із одного крайнього положення до іншого займає декілька секунд. Таким чином, маючи суттєву інерційність об'єкта керування у порівнянні з пальником, як виконавчим елементом системи (об'єкт повільніше за виконавчий елемент у 100-1000 разів), справедливим буде припущення про відсутність інерційності виконавчого елемента системи.

Також приймаємо, що датчик температури в середині зерносушарки також є елементом без інерції, оскільки перетворення зміни температури вимірювального елемента датчика на зміну електричного сигналу відбувається за декілька мілісекунд.

На основі результатів структурної та параметричної ідентифікації об'єкта керування передаточна функція об'єкта керування має наступний вигляд

$$W(s) = \frac{0.350e^{-270p}}{169414.6p^2 + 888p + 1}$$

де s – неперервний оператор Лапласа.

Для обчислення коефіцієнтів підсилення локальних моделей елементів системи зробимо аналіз діапазонів зміни сигналів на входах та виходах елементів системи.

За умови повністю відкритого пальника теплогенератора спостерігається температура зерна 56°C . Відкритому клапану пальника відповідає сигнал положення електроприводу 20mA . За умови повністю закритого клапана пальника спостерігається температура 0°C . Закритому клапану пальника відповідає керуючий сигнал положення електроприводу 4mA .

5.4 Структура регулятора

Регулятор системи автоматичного керування являє собою пристрій або програмне забезпечення, яке стежить за дійсним значенням об'єкта керування й розраховує значення керуючого впливу, сформоване за допомогою виконавчого пристрою. Розрахунки значення керуючого впливу здійснюється відповідно до алгоритму керування реалізованим регулятором. Вибір регулятора здійснюється відповідно до вимог, висунутих до системи автоматичного керування і якості її роботи.

На підставі вимог до системи керування температурою олії система повинна підтримувати значення температури на рівні 45°C .

Статична помилка системи автоматичного керування повинна дорівнювати нулю. Зміна температури олії повинна бути монотонною.

Перерегулювання повинне бути меншим за 10 %, що відповідно до робочого діапазону температури від 40°C до 50°C становить 10°C .

Виходячи з отриманих результатів ідентифікації, визначені постійні часу ($411,6$ с та 888 с) та час запізнення (270 с) об'єкта керування.

Виходячи з цього, у системі автоматичного керування температурою олії, в якості регулятора міг бути використаний пропорційноінтегрально-диференціальний (PID) регулятор, або один з його підвидів: пропорційно-інтегруючий (PI), пропорційно-диференціальний (PD).

Розрахунок параметрів для PI, PID регуляторів проведемо методом Зіглера-Ніколса. Для визначення параметрів регуляторів за методами Зіглера-Ніколса необхідно розрахувати параметри, що передаються за функції, а саме: K - коефіцієнта підсилення інтегруючої ланки, T - постійної часу об'єкту, τ - час затримки.

Модель відповідає аперіодичній ланці другого порядку

$$K = 0.35, T = 4150 \text{ с.}, \tau = 270 \text{ с}$$

Пропорційний регулятор по методу Зіглера-Ніколса: $K_p = 13.2$

Пропорційно-інтегруючий регулятор по методу Зіглера-Ніколса

$$K_p = 11.9, T_i = 0.015$$

Пропорційно-інтегруючо-диференціюючий регулятор

$$K_p = 15.87, T_i = 0.029, T_d = 2143, N = 10.000$$

Таблиця 5.1 Параметри регуляторів розраховані методом Зіглера-

Ніколса

	K_p	T_i	$T_d=K$ d	T_f	N
PI	11.9	0.015			
PID	15.9	0,029	2143	214,3	10

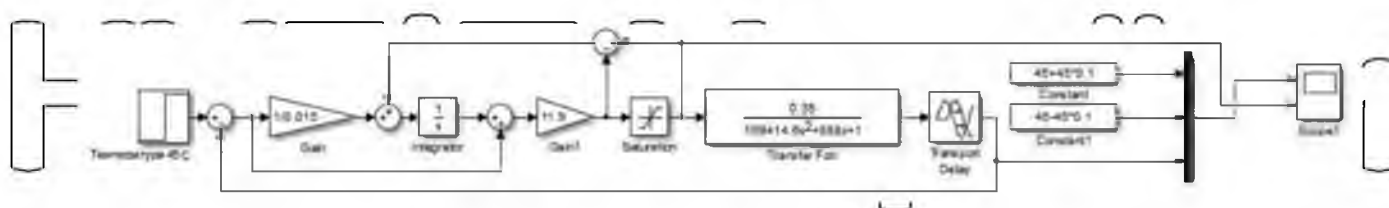


Рисунок 5.7 – Модель системи керування з PI-регулятором за методом

Зіглера-Ніколса

Графік моделювання системи керування з PI-регулятором показано на рис. 5.8.

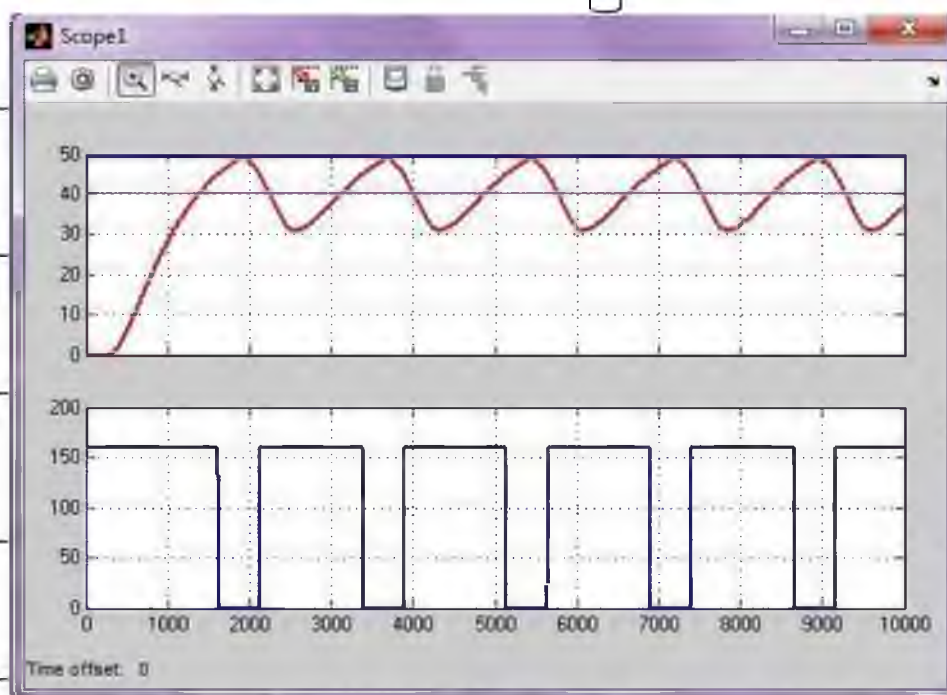


Рисунок 5.8 – Результат моделювання системи керування з регулятором з параметрами, що розраховані за методом Зіглера-Ніколса

Таблиця 5.2 – Оцінка PI-регулятора відповідно до критеріїв

№	Метод	Час наростання		Час встановлення		Перерегулювання		Інтегральна оцінка
		с	%	с	%	°C	%	
1	Зіглера-Ніколса	1100		-		-	-	незадовільно

Використання PI-регулятора, не відповідає вимогам, оскільки має велике відхилення значення вихідної величини. Але, щоб упевнитись, для подальшого дослідження, проаналізуємо PID-регулятор, який за допомогою диференційної складової може компенсувати великі неузгодженості та повільний вихід об'єкт керування на значення уставки.

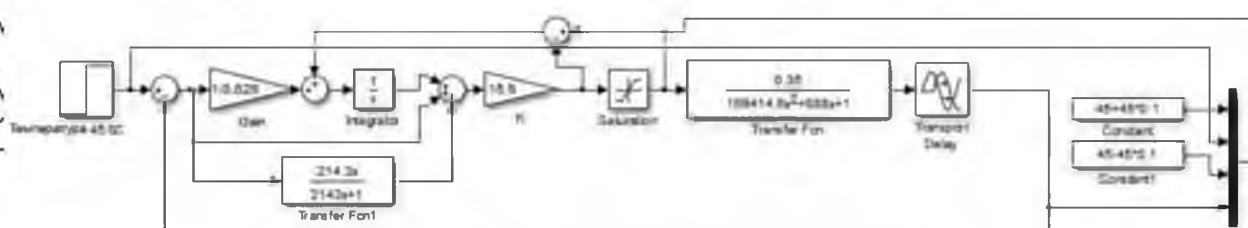


Рисунок 5.9 – Модель системи керування з PID-регулятором за методом Зіглера-Ніколса

Графік моделювання системи керування з PID-регулятором показано на рис. 5.10.

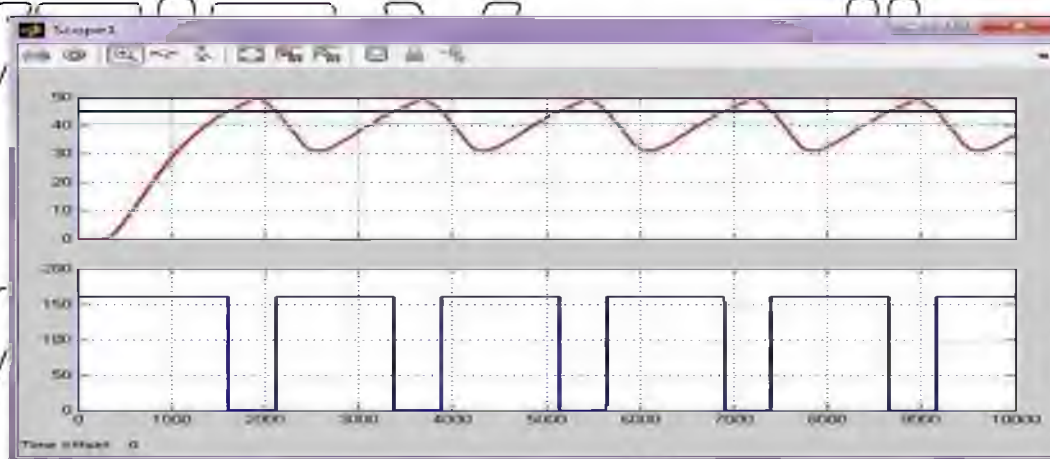


Рисунок 5.10 – Результат моделювання системи керування з PID-регулятором з параметрами, що розраховані за методом Зіглера-Ніколса

Таблиця 3.3 – Оцінка PID-регулятора відповідно до критеріїв

№	Метод	Час наростання		Час встановлення		Перерегулювання		Інтегральна оцінка
		с	%	с	%	°C	%	
1	Зиглера-Николса	1100		-		-	-	незадовільно

Проаналізувавши результати моделювання системи з використанням PID-регулятора, з параметрами, що розраховані методом Зиглера-Николса, можна зробити висновок, що використання PID-регулятора не відповідає вимогам, оскільки має велике відхилення значення вихідної величини, безперервний коливальний процес. Проте, можемо розрахувати параметри регулятора, аби досягти кращих результатів за допомогою середовища MatlabR2013b.

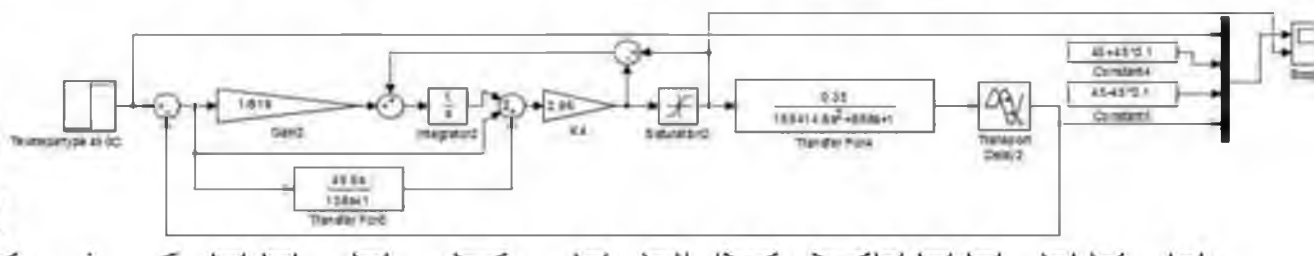


Рисунок 5.11 – Скорегована модель системи с неперервним регулятором

у стандартному вигляді

Графік моделювання скорегованої системи керування з PID-регулятором показано на рис. 5.12.

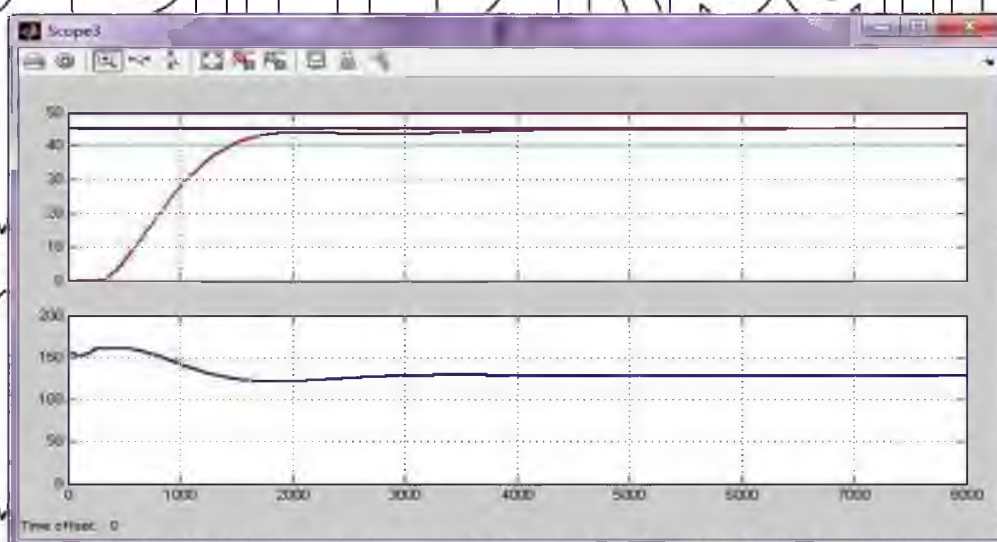


Рисунок 5.12. Результати моделювання скорегованої моделі системи с

неперервним регулятором у стандартному вигляді

Таблиця 5.4 – Оцінка PID-регулятора відповідно до критеріїв

Час наростання		Час встановлення		Перерегулювання		Інтегральна оцінка
С	%	с	%	°С	%	
1100		1700		-	-	відмінно

Як бачимо, скореговані значення регулятора дають кращий результат, тому надалі використовувати будемо PID-регулятор з параметрами: $K_p = 2,96$, $T_i = 819$, $T_d = 49,6$, $T_f = 138$

Остаточний вигляд системи керування представлено на рис. 5.13.

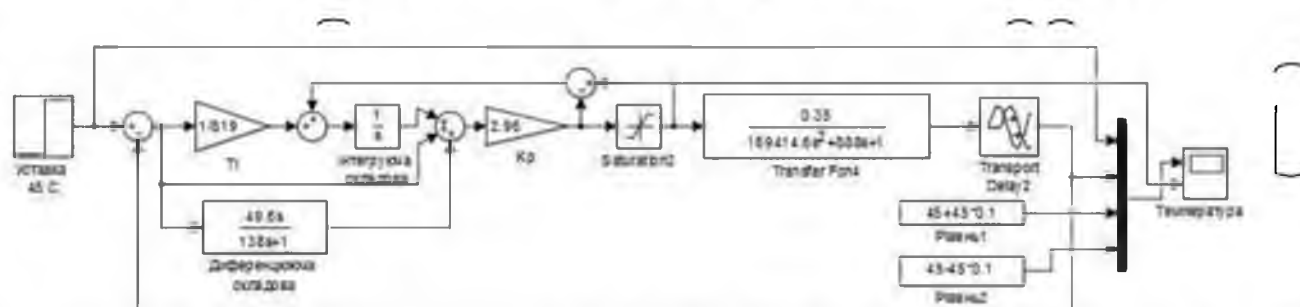


Рисунок 5.13 – Остаточна модель системи керування

5.5 Висновки до розділу

Для процесу рафінації по каналу температура агенту – температура олії після проведеного дослідження передавальної характеристики, було отримано модель системи керування, визначено структуру та параметри регулятора, оцінено роботу системи згідно з висунутими критеріями, визначено допустиму межу зміни коефіцієнту «к» при впливі збурення на вихідний параметр системи керування.

ВИСНОВКИ

Процес автоматизації рафінації олії включає кроки, спрямовані на вдосконалення управління цим процесом.

Були виявлені фактори, що впливають на ефективність процесу та розроблена функціональна схема автоматизації для забезпечення контролю параметрів рафінації.

В результаті розробки функціональної схеми автоматизації визначено перелік вхідних та вихідних сигналів, що забезпечують управління процесом.

За переліком видів сигналів, що визначають стан об'єкта керування, обрано засоби автоматизації для реалізації каналу керування технологічним процесом.

На основі обраних засобів автоматизації та лінійки продукції OVEN була встановлена SCADA-система, що включає робочі місця операторів з програмним забезпеченням Owen Process Manager, засоби розробки відеотерміналів і середовище програмування CODESYS.

Очікується, що впровадження автоматизації в процес нафтопереробки дозволить:

- підвищити надійність обладнання;
- покращити технологічні характеристики та економічну ефективність процесу;
- покращити умови праці операторів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Захарченко А.С., Соколов С.В. Система керування процесом рафінації масла/ Матеріали науково-технічної конференції ТМА. Автоматика, електромеханіка і системи управління.–Суми.– 2018.–с.172.

2. Ромашко І.С., Паска М.З., та ін. Технохімічний контроль виробництва/ Навчально-методичний посібник.–Львів.– 2016.–с.98.

3. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров/Редкол. А.Г. Сергеев и др. - Л.: ВНИИЖ, 1975, т. 1. кн. К - 725с.

4. Фіалковська Л.В., Дейдей М.М. Удосконалення апаратурно технологічної схеми гідратації олії./ Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Вінниця. 2011 №9. с.187-189.

5. Осадчук П. І., Маркевич Т. В. Користь фізичних полів для очистки соняшникової олії/Аграрний вісник Причорномор'я. – 2016.– Вид. 80. С.117-121.

6. Нейтрализация подсолнечного масла. Деметий В. А., Гладкая Е. Ф., Белобородов В. В. и др./Пищевая промышленность. – 1982.– № 12.– С.11-13

7. Курбанбаева, Г., Нуриллаева, А. (2020). Методы анализа побочных продуктов процесса рафинации масел и жиров / InterConf. (15).

8. Тошпипин Г., Гальцев В., Шерстобитов В. Энергосберегающее оборудование для нейтрализации свободных жирных кислот и дезодорации растительного масла.

9. НВЖ "Олійно-жировий комплекс". –2005. – №3(10). –с.88-90

10. ОВЕН. Каталог продукції 2017. вилучено із <https://owen.ua>.

11. Щермет М. К., Пилипенко Ю. М. Автоматизация энергоэффективности систем вентиляции с рекуперацией тепла/ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ДИЗАЙН.–2019.– № 1 (30).–С. 1-11

A.1 Модуль об'єкта керування

*

* File: AnalogDigitalToryanskiy.exp

* IEC 61131-3 Structured Text (ST) code generated for subsystem

"AnalogDigitalToryanskiy/Subsystem3"

*

* Model name : AnalogDigitalToryanskiy * Model version

1.42 * Model creator :

* Model last modified by : STUDENTS

* Model last modified on : Wed Dec 11 14:39:39 2019

* Model sample time : 0s

* Subsystem name : AnalogDigitalToryanskiy/Subsystem3

* Subsystem sample time : 1s

* Simulink PLC Coder version : 1.6 (R2013b) 08-Aug-2013

* ST code generated on : Wed Dec 11 17:56:17 2021 *

* Target IDE selection : 3S CoDeSys 2.3

* Test Bench included : No

*

*)

FUNCTION BLOCK Subsystem3

VAR_INPUT

ssMethodType: SINT;

bi_Input: LREAL;

END_VAR

VAR_OUTPUT

bo_Output: LREAL;

END_VAR VAR

u1_states: LREAL; u1_states_h: LREAL;

```

Delay2_DSTATE: ARRAY [0..269] OF LREAL;
END_VAR VAR TEMP k: DINT; i: DINT; u1: LREAL; END_VAR
CASE ssMethodType OF SS_INITIALIZE:

```

(* InitializeConditions for Delay: '<S1>/Delay2' *)

```

FOR i := 0 TO 269 DO
  Delay2_DSTATE[i] := 0.0;
END_FOR;

```

(* End of InitializeConditions for Delay: '<S1>/Delay2' *)

```

(* InitializeConditions for DiscreteTransferFcn: '<S1>/Об'єкт керування 2 у
цифровій формі' *) u1_states := 0.0;

```

```

(* InitializeConditions for DiscreteTransferFcn: '<S1>/Об'єкт керування 1 у
цифровій формі' *)

```

```

u1_states_h := 0.0; SS_STEP;

```

(* Output: '<Root>/bo_Output' incorporates:

```

* Delay: '<S1>/Delay2' *)
bo_Output := Delay2_DSTATE[0];

```

```

(* DiscreteTransferFcn: '<S1>/Об'єкт керування 1 у цифровій формі' *)
u1 := 0.001257734719152 * u1_states_h;

```

(* Update for Delay: '<S1>/Delay2' incorporates:

* DiscreteTransferFcn: '<S1>/Об'єкт керування 2 у цифровій формі' *)

```

FOR k := 0 TO 268 DO
  Delay2_DSTATE[k] := Delay2_DSTATE[k+1];
END_FOR;

```

```

Delay2_DSTATE[269] := 0.001598720682394 * u1_states;

```

(* End of Update for Delay: '<S1>/Delay2' *)

```
(* Update for DiscreteTransferFcn: '<S1>/Об'єкт керування 2 у цифровій
формі' *)
u1_states := u1 - (-0.998401279317606 * u1_states);
```

```
(* Update for DiscreteTransferFcn: '<S1>/Об'єкт керування 1 у цифровій
формі' incorporates:
* Update for Inport: '<Root>/bi_Input' *)
u1_states_h := bi_Input - (-0.996406472230993 * u1_states_h);
```

```
END_CASE;
END_FUNCTION_BLOCK
VAR_GLOBAL CONSTANT
```

```
SS_INITIALIZE: SINT := 0;
SS_STEP: SINT := 1;
END_VAR
VAR_GLOBAL
END_VAR
```

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

A.2 Модуль регулятора

* File: AnalogDigitalToryanskiy.exp

*

* IEC 61131-3 Structured Text (ST) code generated for subsystem
"AnalogDigitalToryanskiy/Subsystem2"

*

* Model name : AnalogDigitalToryanskiy * Model version :

1.42 * Model creator :

* Model last modified by : STUDENTS

* Model last modified on : Wed Dec 11 14:39:39 2019

* Model sample time : 0s

* Subsystem name : AnalogDigitalToryanskiy/Subsystem2

* Subsystem sample time : 1s

* Simulink PLC Coder version : 1.6 (R2013b) 08-Aug-2013

* ST code generated on : Wed Dec 11 17:58:51 2021 *

* Target IDE selection : 3S CoDeSys 2.3

* Test Bench included : No

*

*)

FUNCTION_BLOCK Subsystem2

VAR_INPUT

ssMethodType: SINT;

bl_Error: LREAL;

END_VAR

VAR_OUTPUT

bo_Output: LREAL;

END_VAR VAR

u_states: LREAL;

u_DSTATE: LREAL;

```
END_VAR VAR_TEMP
```

```
rtb_Saturation1: LREAL;   rtb_u: LREAL;
```

```
u_tmp: LREAL;
```

```
END_VAR
```

```
CASE ssMethodType OF   SS_INITIALIZE:
```

```
(* InitializeConditions for DiscreteIntegrator: '<S1>/Інтегруюча складова1' *)
```

```
u_DSTATE := 0.0;
```

```
(* InitializeConditions for DiscreteTransferFcn: '<S1>/Диференціююча  
складова у цифровій формі1' *)
```

```
u_states := 0.0;   SS_STEP:
```

```
(* DiscreteTransferFcn: '<S1>/Диференціююча складова у цифровій формі1'  
incorporates:
```

```
* Inport: '<Root>/bi_Error' *)
```

```
u_tmp := bi_Error - (-0.992779814873728 * u_states);
```

```
(* Gain: '<S1>/Пропорційна складова2' incorporates:
```

```
* DiscreteIntegrator: '<S1>/Інтегруюча складова1'
```

```
* DiscreteTransferFcn: '<S1>/Диференціююча складова у цифровій формі1'
```

```
* Inport: '<Root>/bi_Error'   * Sum: '<S1>/Sum13' *)
```

```
rtb_u := (((0.359420289855072 * u_tmp) + (-0.359420289855072 * u_states))  
+ (u_DSTATE + bi_Error)) * 2.96;
```

```
(* Saturate: '<S1>/Saturation1' *)   IF rtb_u >= 160.0 THEN
```

```
rtb_Saturation1 := 160.0;   ELSIF rtb_u > 0.0 THEN   rtb_Saturation1 :=
```

```
rtb_u;   ELSE
```

```
rtb_Saturation1 := 0.0;
```

```
END_IF;
```

```
(* End of Saturate: '<S1>/Saturation1' *)
```



```
(* Output: '<Root>/bo_Output' *)
bo_Output := rtb_Saturation1;
```

```
(* Update for DiscreteIntegrator: '<S1>/Інтегруюча складова1' incorporates:
```

```
* Gain: '<S1>/Ti2'
```

```
(* Import: '<Root>/bi_Error'
* Sum: '<S1>/Sum8' * Sum: '<S1>/Sum9' *)
u_DSTATE := ((rtb_Saturation1 - rtb_u) + (0.001221001221001221 *
```

```
bi_Error)) + u_DSTATE;
```

```
(* Update for DiscreteTransferFcn: '<S1>/Диференціююча складова у
цифровій формі' *)
```

```
u_states := u_tmp;
```

```
END_CASE;
```

```
END_FUNCTION_BLOCK
VAR_GLOBAL CONSTANT
```

```
SS_INITIALIZE: SINT := 0;
```

```
SS_STEP: SINT := 1;
END_VAR
VAR_GLOBAL
```

```
END_VAR
```

```
END_VAR
```

```
END_VAR
```

Додаток Б

НУБІП України

Б.1.1 Список програм

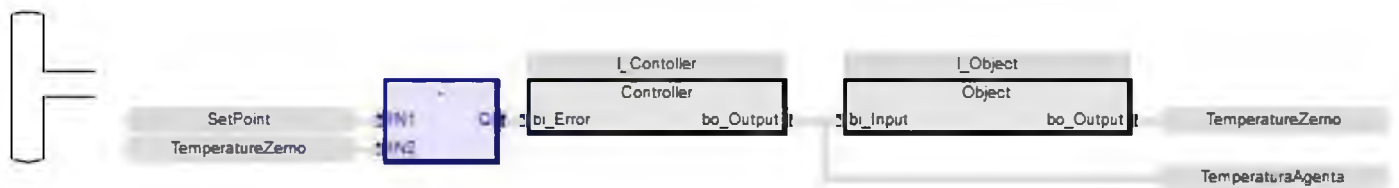
[FBD] Main (* Основна програма *)

[ST] Object (* Об'єкт керування *)

[ST] Controller (* Засіб керування *)

НУБІП України

Б.1.2 Основна програма



НУБІП України

Б.1.3 Об'єкт керування

(* Output: '<Root>/bo_Output' incorporates

* Delay: '<S1>/Delay2' *) bo_Output := Delay2_DSTATE[0];

(* DiscreteTransferFcn: '<S1>/Об'єкт керування 1 у цифровій формі' *) u1 :=

0.001257734719152 * u1_states_h;

НУБІП України

(* Update for Delay: '<S1>/Delay2' incorporates:

(* DiscreteTransferFcn: '<S1>/Об'єкт керування 2 у цифровій формі' *)

FOR k := 0 TO 268 DO

Delay2_DSTATE[k] := Delay2_DSTATE[k + 1];

НУБІП України

END FOR;

Delay2_DSTATE[269] := 0.001598720682394 * u1_states_h;

(* End of Update for Delay: '<S1>/Delay2' *)

НУБІП України

(* Update for DiscreteTransferFcn: '<S1>/Об'єкт керування 2 у цифровій формі1'

*) u1_states := u1 - (-0.998401279317606 * u1_states);

(* Update for DiscreteTransferFcn: '<S1>/Об'єкт керування 1 у цифровій формі1'

incorporates:

* Update for Inport: '<Root>/bi_Input' *) u1_states_h := bi_Input - (-0.996406472230993 * u1_states_h);

Б.1.4 Засіб керування

(* DiscreteTransferFcn: '<S1>/Диференціююча складова у цифровій формі1'

incorporates:

* Inport: '<Root>/bi_Error' *)

u_tmp := bi_Error - (-0.992779814873728 * u_states);

(* Gain: '<S1>/Пропорційна складова2' incorporates

* DiscreteIntegrator: '<S1>/Інтегруюча складова1

* DiscreteTransferFcn: '<S1>/Диференціююча складова у цифровій формі1'

* Inport: '<Root>/bi_Error' * Sum: '<S1>/Sum13' *)

rtb_u := (((0.359420289855072 * u_tmp) + (-0.359420289855072 * u_states)) + (u_DSTATE + bi_Error)) * 2.96;

(* Saturate: '<S1>/Saturation1' *) IF rtb_u >= 160.0 THEN

rtb_Saturation1 := 160.0; ELSIF rtb_u > 0.0 THEN rtb_Saturation1 :=

rtb_u; ELSE

rtb_Saturation1 := 0.0;

END IF;

(* End of Saturate: '<S1>/Saturation1' *)

(* Output: '<Root>/bo_Output' *)

bo_Output := rtb_Saturation1;

(* Update for DiscreteIntegrator: '<S1>/Інтегруюча складова' Incorporates:
 * Gain: '<S1>/Ti2'
 * Inport: '<Root>/bi_Error'
 * Sum: '<S1>/Sum8' * Sum: '<S1>/Sum9' *) u_DSTATE :=
 ((rtb_Saturation1 -
 rtb_u) + (0.001221001221001221 * bi_Error)) + u_DSTATE;

(* Update for DiscreteTransferFcn: '<S1>/Диференціююча складова у цифровій
 формі' *)
 u_states := u_tmp;

Б.1.5 Перелік змінних Global variables

TemperaturaAgenta

REAL

Embedded: <Symbol>

SetPoint

REAL

Embedded: <Symbol>

TemperatureZerno

REAL

Embedded: <Symbol> **Main**

I Contoller Controller **I Object**

Object

Controller bi_Error REAL bo_Output REAL u_states REAL

u_DSTATE

REAL rtb_Saturation1 REAL rtb_u REAL u_tmp REAL **Object** bi_Input REAL

bo_Output REAL u1_states REAL u1_states_h REAL

Delay2_DSTATE

REAL [0..269]k DINT

i

DINT u1 REAL

