

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ Худoley Г.М.

«__» _____ 2022 р.

Бакалаврська робота на тему:
«Система управління трубчатої
установки для піролізу
нафтопродуктів»

Керівник роботи:
(викладач)

Сердюк І.В.

Бакалаврант:
студент групи СУз-81Ш

Гавриленко С.М.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ	7
ВСТУП.....	8
1.КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ.....	9
2 ВИБІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ.....	14
4.РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	38
5.РЕАЛІЗАЦІЯ АСУТП В CorelDraw	45
ВИСНОВКИ.....	47
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	48

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ

АСУ ТП - автоматизована система управління технологічним процесом.

ПЧ – перетворювач частоти.

ОУ – об’єкт управління.

ОР – об’єкт регулювання.

ПЛК – програмований логічний контролер.

ТП – технологічний процес.

ПК – персональний комп’ютер.

SCADA-

система (абр. англ. Supervisory Control And Data Acquisition) -

система диспетчерського управління та збору даних.

НКС – нітраційна кислотна суміш.

ТЭП – техніко-економічні показники.

ВСТУП

Протягом останніх 30 років у сировинній базі вітчизняної та світової нафтохімії провідна роль належить нижчим олефінам – етилену та пропілену. Основним джерелом їх виробництва є процес термічного піролізу вуглеводнів з водяною парою. Саме на установках піролізу отримують сьогодні первинні продукти, що забезпечують сировиною виробництва пластичних мас, синтетичних смол, каучуків та волокон. Сучасний процес виробництва нижчих олефінів – термічний піроліз вуглеводнів з водяною парою – виділився з процесів нафтопереробки та перетворився на основний промисловий метод отримання етилену та пропілену в період 1920-1940 рр.

В даний час найбільшого поширення у світовій нафтохімії отримав процес термічного піролізу прямогонного бензину з водяною парою в трубчастих печах, що досяг практично граничних виходів цільової продукції.

На етиленових установках, що переробляють рідку нафтову сировину, як товарні продукти, крім етилену, отримують також пропілен, фракцію вуглеводнів C4 і бензол, тобто. основні продукти, які забезпечують сировиною виробництва найважливіших видів пластичних мас, синтетичних смол, каучуків, волокон та розчинників. Таким чином, збільшення вироблення етилену з нафтової сировини додатково стимулюється споживанням всього асортименту продукції, що отримується у комплексному процесі піролізу. Робота виконується на підставі завдання кафедри системотехніки та інформаційних технологій Шосткинського інституту СумДУ.

1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

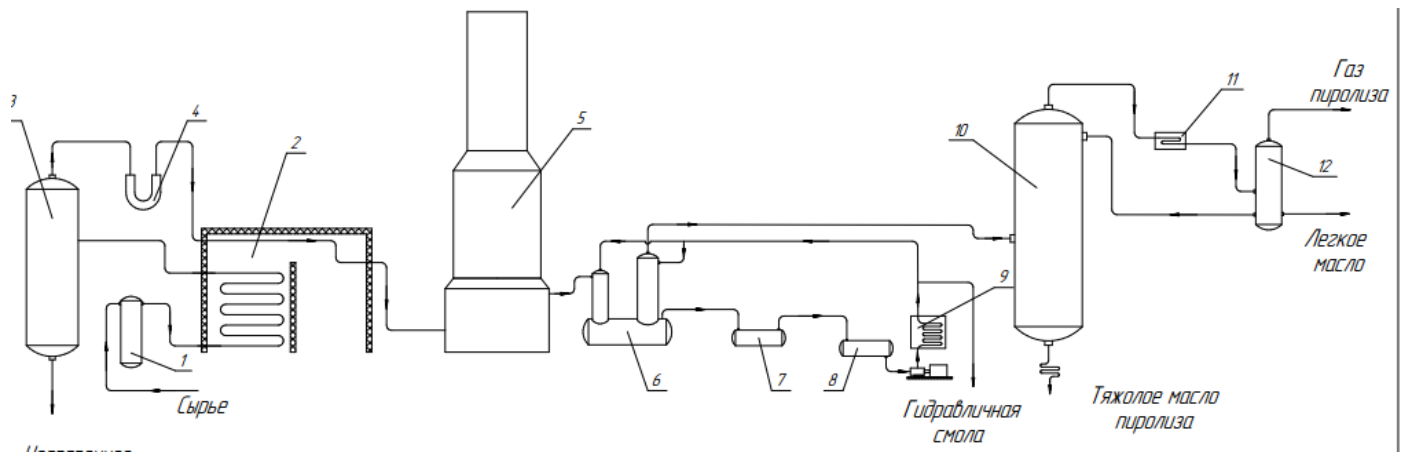
1.1 Опис технологічного процесу

Піролізна установка (ПУ) є універсальним технологічним об'єктом, Основне призначення ПУ є термічне розкладання органічних і багатьох неорганічних сполук.

У вузькому значенні — розкладання органічних природних сполук за нестачі кисню (деревини, нафтопродуктів та іншого). Піроліз може визначатися як високотемпературний (750-800 ° С) термоліз вуглеводнів, що проводиться при низькому тиску та малій тривалості].

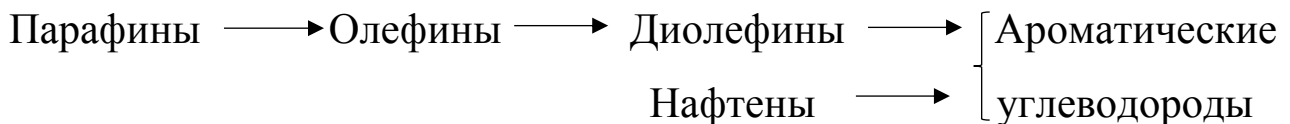
Піроліз нафтової сировини є найжорсткішою формою термічного крекінгу. Цей процес проводиться при 650 - 750 ° С та атмосферному тиску Метою процесу піролізу є отримання ароматичних вуглеводнів та газу з високим вмістом ненасичених сполук (30 - 40%). У зв'язку з використанням каталітичних методів ароматизації нафтопродуктів значення процесу піролізу як джерела отримання ароматичних сполук зменшується, але зростає його значення як способу отримання ненасичених газоподібних вуглеводнів. Послідовність перетворень вуглеводнів у процесі піролізу може бути представлена наступною схемою:

Схема піролізної установки представлена на малюнку 1.1



Малюнок 1.1 схема пирролизеой установки

- 1.Теплообменник 2.Трубчаста печь 3. Випарник 4. Сепаратор 5. Реакционна камера 6. Гидравлика 7.Грязевик для отстойки сажи 8.Эмкость для гидравлической смолы 9.Холодильник 10.РРектификационная колоона 11.Коонденсатор 12.Гозосепаратор



Раніше для отримання ароматичних вуглеводнів методом піролізу орієнтувалися на відносно легку нафтову сировину - гас, в даний час як сировину в цьому процесі використовують важчі нафтові продукти.

Поширеними установками піролізу є пірогенні трубчасті печі безперервної дії

Вихідна сировина, що подається на піроліз, підігрівається в теплообміннику 1 і через конвекційну секцію печі 2 надходить у випарник 3, де відбувається поділ парів (легших фракцій) і рідини (важчій частині сировини). У сепараторі пари 4 відокремлюються від крапель рідини і направляються спочатку в радіантну секцію печі 2, де нагріваються до температури реакції, потім переходять в реакційну камеру 5. Тут при високій температурі відбувається утворення

ароматичних вуглеводнів. З камери 5 пароподібні продукти піролізу надходять в апарат 6, званий гідравлікою і що складається з двох веж, зрошуваних смолою. Нижня частина першої (по ходу пари) вежі занурена в смолу і утворює гідравлічний затвор. У гідравліці з продуктів піролізу видаляється сажа і важка (гідравлічна) смола, далі пари направляються в колону ректифікації 10. З її верхньої частини відбираються газ і легке масло, які розділяються потім в газосепараторі 12, з нижньої частини відводиться рідкий залишок - важкі масла вмістом ароматичних вуглеводнів.

З рідких продуктів піролізу на установках ректифікації отримують бензол, толуол, ксилол, зелене масло (застосовується у виробництві сажі), нафталінове масло, з якого виділяється нафталін, і пек - цінне сировину для отримання беззольного коксу.

1.2 Схема інформаційно-матеріальних потоків

На підставі технологічного процесу виробництва нітробензолу складемо схему руху матеріальних потоків. Схема руху матеріальних потоків представлена малюнку 1.2.



Малюнок 1.2. Схема руху матеріальних потоків

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

Таблиця 1.1 - Перелік параметрів сигналізації, контролю і управління

Параметр	Точка технологічного процесу	Функція	Діапазон вимірюваної величини	Допустима похибка вимірювань	Агресивність	Пожежо-вибухо
Температура	Теплообменник	Контроль, сигналізація	650-750 ⁰ С	1%	-	+
Тиск	Трубчаста печь	Контроль, сигналізація	0,3 Мпа	2%	+	+
Рівень	Испаритель	Контроль, управління сигналізація	1,2 м	2%	-	+
Рівень	Сепаратор	Контроль, управління сигналізація	1,2 м	1%	+	+
Рівень	Ректификационная камера	Контроль, управління сигналізація	1,8 м	2%	+	+
Керування	Гидравлика	Контроль, управління, сигналізація		1%	-	-
Рівень	Грязевик	Контроль, управління сигналізація	1,8 м	1%	+	---
Рівень	Ёмкость для смолы	Контроль, управління сигналізація	1,8 м	2%	-	+

Рівень	Холодильник	Контроль, управління сигналізації	1,8 м	2%	—	—
Тиск	Реакцион.коло на	Контроль, управління сигналізації	0,3 Мпа	2%	+	+
Рівень	Конденсатор	Контроль, управління сигналізації	1,8 м	2%	+	+
Витрати	Газосепарато р	Контроль, управління, сигналізація	4 м ³ /год	2%	+	+

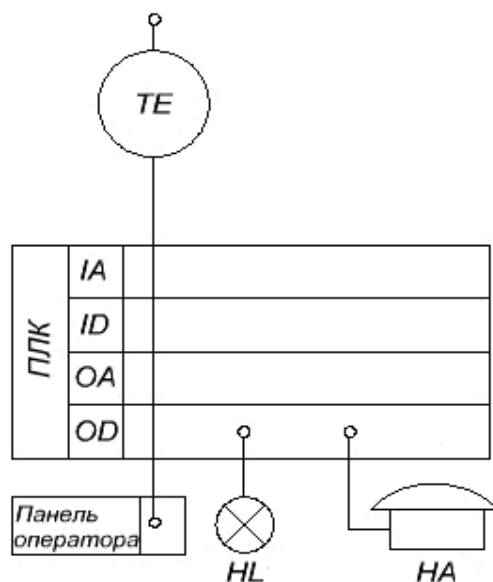
2 ВИБІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ

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

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

2.1 Температура

Для вимірювання температури в печі і сепаратори служить датчик температури ТЕ. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою НЛ і дзвінком НА, вид аварійної ситуації відображається на панелі оператора (мал. 2.1).



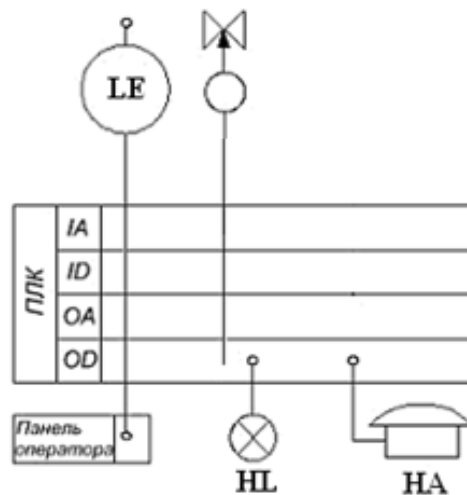
Малюнок 2.1 - Схема контролю температури в печі і сепаратори

Дана схема може використовуватися і для контролю температури в печі і сепаратори.

2.2 Рівень

Рівень регулюється шляхом подачі води в нього.

Для виміру рівня служить рівнемір LE. На вході трубопроводу подачі води розташована запірно-регулююча арматура, яка регулює витрата цієї води. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою HL і дзвінком HA, вид аварійної ситуації відображається на панелі оператора (мал. 2.2).



Малюнок 2.2 - Схема управління рівнем в реакторі

Дана схема може використовуватися і для управління рівнем в сепараторі.

3 ВИБІР СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ, РОЗРОБКА СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА ЗАХИСТУ І АЛГОРИТМІВ УПРАВЛІННЯ

Прийнявши до уваги особливості технологічного процесу пиролізу, топологію об'єкта, і розподіл функціональних елементів технологічного процесу на підприємству, вибираємо 2-х рівневу систему управління. Принципово важливими критеріями вибору засобів автоматизації (зокрема нижнього рівня) виступають їх точність, надійність і захищеність. Точність вимірювань має найвищий пріоритет. Для уникнення конфліктів в протоколі RS-485 на одному об'єкті слід намагатися використовувати засоби автоматизації, що випускаються одним виробником.

3.1 Выбор контроллерного оборудования

Як контролерне обладнання було розглянуто наступні варіанти: Siemens SIMATIC S7-400H, Allen-Bradley, Schneider Electric Modicon M238.

Для реалізації поставлених завдань та функцій достатньо використовувати промисловий контролер Siemens SIMATIC S7-400 (мал.3,1,1)

SIMATIC S7-400 – це модульний програмований контролер, призначений для побудови систем автоматизації середньої та високої ступеня складності.

Модульна конструкція, робота з природним охолодженням, можливість застосування структур локального та

безліч функцій, що підтримуються на рівні операційної системи, зручність експлуатації та обслуговування забезпечують можливість отримання рентабельних рішень для побудови систем автоматичного управління у різних галузях промислового виробництва.



Рисунок 3,1,1 – Siemens SIMATIC S7-400H

- Програмовані контролери з резервованою структурою, що забезпечують високу надійність функціонування системи управління.
- Резервування всіх основних функцій на рівні операційної системи центральних процесорів
- Високий коефіцієнт готовності, що забезпечується застосуванням переключаються змін системи введення-виводу.
- Можливість використання стандартних конфігурацій систем введення виводу.
- Гаряче резервування: автоматичне ненаголошене перемикання на резервний блок у разі відмови провідного боку.
- Конфігурації на основі двох стандартних або однієї спеціалізованої монтажної стійки.
- Використання резервованих мереж PROFIBUS DP для підвищення надійності функціонування системи розподіленого введення виводу.

S7-400H складається з двох ідентичних підсистем, що працюють за принципом «ведучий-відомий». Обидві підсистеми пов'язані оптичними кабелями синхронізації і виконують ту саму програму. Управління процесом здійснює провідна підсистема. У разі відмови функції управління ненаголошено переводяться на провідну підсистему.

Технічні характеристики процесорного модуля CPU412 наведено у таблиці 1.2

Таблиця 1,2 – Технічні характеристики SIMATIC S7-400H

Параметры	Значение
Рабочая пам'ять	256 Кбайт
Загрузочная пам'ять	512 Кбайт
Расширение картой памяти	64 Мбайт
Сохранение данных при перебоях в Питании	Нет
Время выполнения операций, не менее:	75 нс, кроме с плавающей точкой (225 нс)
Таймеры и счетчики	2048
Функциональные блоки FB	1500
Адресное пространство ввода/вывода	4 Кбайт
Интерфейс MPI/DP	2 Кбайт
Потребляемый ток, не более	150 мА
Типы интерфейсов	RS-485, Ethernet, PROFINET
Протоколы передачи	Modbus RTU, ASCII
Дискретные IO	До 1024

3.2 Вибір датчика тиску

Для вимірювання тиску було проведено порівняльний аналіз (таблиця 3)

2) наступні види датчиків тиску:

- Yokogawa EJXA;
- Метран-75;
- JUMO dTRANS p02.

Таблиця 3 – Порівняльний аналіз датчиків тиску

Параметры	Yokogawa EJXA	Метран-75	JUMO dTRANS p02
Измеряемые среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды
Диапазон измерения	-1 ... 100 бар	-1 ... 100 бар	-1 ... 100 бар
Предел допускаемой Погрешности	0,05%	0,05%	0,1%
Выходной сигнал	4–20мА +HART	4–20мА +HART	4–20мА +HART
Степень защиты от пыли и воды	IP65	IP54, IP65	IP65
Межповерочный Интервал	3 года	4 года	4 года
Цена	101 500	132 000	84000
Взрывозащищенность	Ex (ExiaCT6 X), Exd (1ExdIICT6)	0Ex ia IIC T1...T6 Ga X	ExiaCT6

Для вирішення поставлених завдань використовуватимемо датчик тиску

JUMO dTRANS p02, т.к. має вихідний сигнал 4-20 мА з протоколом HART,

задовольняє за ступенем захисту та вибухозахисту, наведена похибка знаходиться в рамках допустимої, при цьому міжповірочний інтервал становить 4 роки, а ціна порівняно з усіма розглянутими аналогами



Малюнок 3,2,1 – Перетворювач тиску JUMO dTRANS p02

Перетворювачі JUMO dTRANS p02 DELTA служать для вимірювання тиску та диференціального тиску агресивних та неагресивних газів, пар та рідин. Вимірювальні перетворювачі тиску працюють за п'єзорезистивним принципом. Уніфікований вихідний сигнал постійного струму прямо пропорційний вхідному тиску. При вимірі витрати можна встановити кореневу залежність вихідного сигналу від вхідного тиску. При вибухозахищеному виконанні «Ex іа ІС» перетворювач тиску може бути встановлений усередині вибухонебезпечної зони 1 для з'єднання із зоною 0. Для особливих випадків застосування, наприклад, для вимірювання високов'язкого середовища, JUMO dTRANS p02 DELTA поставляється з різними мембранними роздільниками.

Таблица 3 – Комплектація та технічні характеристики JUMO
dTRANS p02

ТИП	Значение
Параметры	464 – диапазон измерений -1 ... 100 бар
Диапазон заводской настройки	0... 4 МПа
405 – выход	4-20 мА с HART протоколом
583 – подключение к процессору	M20x1,5
20 – материал соединения	Нержавеющая сталь 1,4401
06 – электрическое соединение	Винтовые клеммы
0 – заполнение изм. системы	нет
627 – взрывозащиты	Exd
681 – расширенный диапазон температуры окружающей среды	(-50...785) C
Предел допускаемой основной приведенной погрешности	±0,1%
Диапазон температуры измеряемой среды	(-40...815) C
R66, Кабельный ввод	M20x1,5

3.3 Выбор расходомера

Для вимірювання витрати бензину в кожному трубопроводі з чотирьох було розглянуто датчики витрати:

- Endress+Hauser Promass 80F25;
- Метран-350 ОНТ Annubar;
- Micro Motion R;

Порівняльна таблиця наведена у таблиці 4.



Техническая характеристика	Endress+Hauser Promass 80F25	Метран-350 ОНТ Annubar	Micro Motion R
Основная относительная погрешность измерений расхода, не более	±0,15%	±0,75%	±0,00175%
Выходной сигнал	4...20мА SIL HART +частотный	4...20мА/HART	4...20мА/HART
Взрывозащищенность	Ex dia ICC	Ex, Exd	Ex, Exd
Межповерочный интервал	3 года	3 года	3 года
Цена	213 000	285 000	324 000

З таблиці 4 вибираємо масовий витратомір Endress + Hauser 80F. Цей вибір базується на тому, що точність менша, ніж у інших розглянутих варіантів, однак є достатньою для технологічного процесу, при цьому вихідний сигнал є уніфікованим 4...20 мА HART протоколом, виходячи з економічних показників, віддаємо перевага цьому варіанту



Малюк 3.3 - Endress + Hauser 80F

Promass F відомий як прилад, здатний здійснювати високоточні вимірювання за умов процесу, що змінюються. Витратомір підходить для найрізноманітніших областей застосування. Має розширений функціоналом, таким як використання програмного забезпечення для наливу та дозування, вимірювання концентрації або розширеної

діагностики у поєднанні з перетворювачем Promass 83 із сенсорним управлінням та чотирирядковим дисплеєм.

Переваги:

- Модульна конструкція та зручне меню налаштування дозволяють підвищити ефективність використання витратоміра;
- Програмні функції дозування та вимірювання концентрації, розширюючі область застосування витратоміра;
- Функція діагностики та резервного копіювання даних для підвищення якості процесу;
- Одночасний вимір кількох параметрів процесу;
- Стійкість до вібрацій завдяки збалансованості двотрубної вимірювальної системи;
- Стійкість до зовнішніх впливів завдяки спеціальній твердій конструкції сенсора;
- Просте встановлення без прямих ділянок до та після витратоміра.

У таблиці 5 наведено технічні характеристики та комплектація.

Таблиця 5 – Технічні характеристики та комплектація

Принцип действия	Кориолисовый
Материал измерительных трубок	Alloy C-22+нерж. Сталь, НТ, серт. Намат. (кожух + смачиваемые части) НТ – высокая температура
DBS Присоединение к процессору	PN40 паз, 316L/1.4404, EN1092-1-D
A – Калиброванная точность	0,15% по расходу
Калиброванная плотность	0,00005 г/см ³
Сертификат	ATEX 2GD+ IECEx Z1, 21. Ex dia CEEx tD A21 Z=зона
7 – Тип корпуса	Разнесенный, полевое исполнение IP67 NEMA4X
A – кабельный ввод	Сальник под резьбу M20 (EEx d>резьба M20)
F – источник питания	20-55В пер.т/16-62В пост.т
Диспей	2-строчн., с нажимными кнопками, русский + восточноевропейские языки меню
A – настройка	Стандарт, жидкость

Для витрати паливного газу у трубопроводі використовуємо вихровий витратомір KROHNE OPTISWIRL 4070 (малюнок 4).



Рисунок4 – KROHNE OPTISWIRL 4070

Універсальний вихровий витратомір

- Вбудована компенсація за температурою та тиском
- Стандартна опція компенсації температури для насиченого пара
- Усі прилади у 2-провідному виконанні

OPTISWIRL 4070 залишається першим вихровим витратоміром, який має вбудовану компенсацію за температурою та тиском у 2-провідному виконанні. Прилад забезпечує надійний вимірювання робочої витрати, стандартної об'ємної та масової витрати провідних і непровідних рідин, газів і пари навіть при коливаннях температури та тиску.

Переваги:

- 2-провідне виконання приладу з вбудованою компенсацією температури та тиску
- Зносостійка конструкція з нержавіючої сталі з високою ступенем стійкості до корозії, тиску та температури
- Максимальна надійність та стабільність вимірювання завдяки

інтелектуальної обробки (ISP)

- Швидке введення в експлуатацію plug & play
- Первинний перетворювач не вимагає постійного технічного обслуговування
- Програмне забезпечення РАСТ надається безкоштовно
- Тиск та температура доступні у протоколі HART

У таблиці 6 наведено технічні характеристики та комплектація.

Таблиця 6 – Технічні характеристики та комплектація OPTISWIRL 4070

Корпус конвертера	Алюминий со стандартным покрытием;
Версия программы	Компенсация плотности для газов
Исполнение	Компактное
Взрывозащита	1Ex d iad
Шильдик	транспортный
Датчик давления	Встроенный датчик на 6 бар
Выход	4...20 мА+HART, импульсный
Дисплей	ЖКИ с кнопками
Кабельный ввод	M20x1,5
Язык дисплея	Английский
Калибровка	По 3-м точкам, сертификат
Напряжение питания	14...30 V DC
Погрешность при референс условиях	±1% для газа и пара, ±0,75% для Гидкостей
Категория защиты	IP66/67
Температура измеряемой среды	-40 ... +940 С
Вязкость измеряемой среды	Не более 10 сП

Для витрати пари П8 у трубопроводі в кожному з чотирьох змійовиків печі використовуємо вихровий витратомір 80 мм фірми Yokogawa, модель DY080 (малярнік 6).



Рисунок 6 – Yokogawa DY80

Вихрові лічильники-витратоміри серії digitalYEWFL0 - це інтелектуальні датчики витрати, призначені для виміру об'ємної витрати рідини, пари або газу.

Вбудоване програмне забезпечення digitalYEWFL0 дозволяє по введеним у пам'ять параметрам процесу перерахувати об'ємну витрату масовий або нормований, а також вводити корекцію за кількістю Рейнольдса в області малих витрат та виправлення на стисливість газів. У серії витратомірів digitalYEWFL0 застосовано унікальну цифрова електроніка, що використовує розроблену компанією YOKOGAWA технології спектральної обробки сигналу SSP. Завдяки цьому витратомір постійно аналізує вібрацію, стан робочого середовища, використовуючи ці дані, автоматично підлаштовує режими обробки сигналу та своєчасно інформує про позаштатні режими потоку та вібрації, якщо такі виникають.

DigitalYEWFL0 на замовлення поставляються в багатопараметричному варіанті із вбудованим у тіло обтікання температурним датчиком Pt1000.

Виміряна температура може бути використана як для корекції розрахунку витрати, так і незалежно виведена на дисплей та на верхній рівень.

Принцип дії вихрового витратоміра:

В основі принципу дії будь-якого вихрового витратоміру лежить широко відоме природне явище - утворення вихорів за перешкодою, що стоїть на шляху потоку. При швидкостях середовища вище певної межі вихори утворюють регулярну доріжку, яка називається доріжкою Кишені.

Частота утворення вихорів при цьому прямо пропорційна швидкості потоку.

У діапазоні чисел Рейнольдса від 2×10^4 до 7×10^6 коефіцієнт пропорційності між частотою утворення вихорів та швидкістю потоку практично залежить від числа Рейнольдса. Це дозволяє вихровим витратомірів з хорошою точністю вимірювати швидкість потоку незалежно від типу середовища.

Основні переваги вихрових витратомірів: лінійний вихідний сигнал, широкий динамічний діапазон вимірювань, мала втрата тиску, простота та надійність в експлуатації.

Технічні характеристики та комплектація Yokogawa DY80 наведено у таблиці 7.

Таблица 7 – Технические характеристики та комплектация Yokogawa DY80

Принцип действия	Вихревой
Соединение технологической линией	Фланцевое соединение DIN PN40
Отверстия под кабельные выводы	Внутренняя резьба ISO M20x1,5
Высокотемпературная версия	Для жидкостей и пара
Температура рабочей среды	-29 ... +850 С
Взрывозащита	Взрывобезопасное исполнение CENELEC ATEX
Шильдик из нержавеющей стали	Шильдик из SUS304, крепится на корпусе вторичного преобразователя
Мультипараметрический тип	В вихрепреобразователь встроен датчик температуры (Pt100)

До комплекта необходимо добавить вторичный перетворювач вихревого витратоміра Yokogawa DYA-E4D. Комплектация та технічні характеристики наведені у таблиці 8.

Таблица 8 – Комплектация та технические характеристики Yokogawa DYAЕ4D

Выходной сигнал	4...20 мА
Протокол связи	HART
Отверстия под кабельные вводы	Внутр. Резьба ISO M20x1.5
Дисплей	С дисплеем
Мультипараметрический тип	В вихрепреобразователь встроен датчик температуры (Pt1000)
SCT–шпильдик из нержавеющей стали	Шпильдик из SUS304, крепится на корпусе вторичного преобразователя

3.5 Выбор датчика температуры

Як датчики температури були розглянуті наступні варіанти:

- Метран-288;
- Овен ДТС5.І;
- WІКА TC10L.

Результати порівняння занесені до таблиці 8.

Таблиця 9 – Таблица порівняння датчиків температури

Критерии выбора	Метран-288	ОВЕН ДТС5.И	WIKА TC10L
Измеряемые среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды
Диапазон измерения температуры	-- 100...+1200°C	-50... +1300°C	-200 + 1800°C
Предел допускаемой погрешности	0,0125%	0,25%	0,25%
Выходной сигнал	4–20мА +HART	4–20мА	4–20мА +HART
Межповерочный интервал	4 года	22 года	4 года
Цена	73500	34400	52000

З таблиці 9, вибираємо датчик температури WIKА TC10L (Рисунок 7). Так як діапазон виміру досить широкий і входить у діапазони виміру для нашого технологічного параметра. Вартість нижча ніж у Метран-288, при цьому використовується вихідний сигнал 4-20 мА з HART протоколом, у чому обмежений датчик температури фірми ОВЕН, а також міжповерочний інтервал датчика ОВЕН становить 2 роки, що в 2 рази менше за інші розглянуті.



Малюнок 7 – датчик температури WIKА TC10-L

Термопари даної серії можуть використовуватись у поєднанні з великою кількістю конструкцій захисних гільз. Використання без захисних гільз заборонено.

Для термометрів доступний широкий спектр можливих комбінацій чутливого елемента, сполучної головки, довжини занурення, довжини шийки, приєднання до захисної гільзи, тому вони придатні для з'єднання з різними типами захисних гільз.

Особливості

- Сертифікат випробувань (ATEX);
- Вимірювальна вставка (замінна);
- Для різних типів захисних гільз.

Технічні характеристики та комплектація наведено у таблиці 9.

Таблиця 9 – Технічні характеристики та комплектація WİKA TC10-L

Взрывозащита	EExd, головка 8000W (алюминий)
Кабельный вход	M20x1.5, с кабельным вводом металл. Ex-d, 6...12 мм, шейка 150мм, присоединение к процессу/гильзе M12x1,5
Длина погружения	259 мм
Выходной сигнал	4...20 мА + HART
Диапазон окружающей температуры	-50 ... +885 С
Защитная гильза	TWxx-X

3.6 Выбор датчика температуры

Як датчики температури були розглянуті наступні варіанти:

- Метран-288;
- Овен ДТС5.І;
- WİKA TC10L.

Результати порівняння занесено до таблиці 10.

Таблиця 10 – Таблиця порівняння датчиків температури

Критерии выбора	Invensys 244D	Rosemount 5300	Сапфік-22 МП ДУ
Измеряемые среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды
Самодиагностика	Да	Да	Нет
Предел допускаемой Погрешности	0,2%	0,01%	0,25%
Выходной сигнал	4–20мА +HART	4–20мА +HART	4–20мА
Межповерочный Интервал	4 года	4 года	2 года
Цена	44000	6500	28000

В результаті порівняння обраний датчик рівня Invensys 244D (малюнок 8), так як повністю задовольняє заданим функціям, при цьому дешевше ніж радарний рівнемір Rosemount 5300. Сапфір-22 МП ДУ не підходить, не дивлячись на його низьку вартість, тому що немає протоколу HART, міжповірочний інтервал 2 роки, а також немає самодіагностики.



Малюнок 8 – Датчик уровня Invensys 244D

Інтелектуальний буйковий рівнемір 244LD оптимально підходить для високоточного вимірювання рівня рідини, щільності рідини та рівня розділу фаз при температурах від -198°C до $+5000^{\circ}\text{C}$ та тиску до 42 МПа.

Клас точності рівнемірів 244LD – 0,2.

Про прилад – буйковий рівнемір високої точності:

- Тільки 244LD дозволяє вирішувати зазначені завдання без похибок/або максимально точно в температурному діапазоні -198°C до +5000°C;
- Це інтелектуальний комплект із датчика та інтелектуального комплекту блоку, який дає нові компенсаційні та комунікаційні можливості;
- 244LD відрізняється високою надійністю та відмовостійкістю;
- Використовує вихідний струмовий сигнал 4-20 мА, а також комунікаційний протокол HART;
- Оснащений надійним інтелектуальним блоком виробництва DDTOP разом із FOXBORO.

Характеристики рівнемірів 244LD

- працює при температурі від -198°C до +500°C та при надмірному тиск до 420 Атм;
- діапазон вимірювання: 300...3000 мм (можливі виконання по спец. запиту);
- вихідні сигнали – 4~20/20~4 мА та HART;
- клас точності –0,2.

Технічні характеристики та комплектація наведено у таблиці 11.

Таблиця 11 – Технічні характеристики та комплектація Invensys 244D

Принцип действия	Буйковый
Материал корпуса	Нержавеющая сталь 1.4404 (316L)
Температура применения	-60...900 С
Фланец присоединения	DN80
Монтаж электронного блока	Правосторонний
Версия	Базовая
Взрывозащита	Зона ПСТ6, 1ExiaПСТ6
Длина буйка	500 мм
Выходной сигнал	4...20 мА, HART

3.6 Выбор исполнительных механизмов

У цьому розділі необхідно вибрати пристрій, що реалізує управляюча дія з боку регулятора на об'єкт управління шляхом механічного переміщення регулюючого органу. Як регулюючий клапан будемо використовувати клапани Masoneilan 35 серії Камфлекс (малюнок 9).



Малюнок 9 – Регулюючий клапан Masoneilan 35-Камфлекс

Унікальна конструкція клапана Камфлекс з ексцентрично сегментним плунжером, що обертається, дозволила поєднати в одній конструкції переваги обертального руху з кращими властивостями підйомних регулюючих клапанів. Підйомно-поворотний рух регулюючого органу виключає тертя пари «плунжер-сідро», що запобігає зношуванню найбільш відповідальних деталей та вузлів клапана.

Конструкція самовстановлювального плунжера на пружній ніжці забезпечує роботу з високими перепадами тиску та гарантує стабільно високу герметичність при перекритті потоку.

При цьому додатково до клапана потрібний інтелектуальний позиціонер Masoneilan SVI2AP-2 та фільтр регулятор Masoneilan 78.4 (0).

Технічні характеристики та комплектація клапана з позиціонером наведено у таблиці 13.

Таблиця 13 – Технічні характеристики та комплектація клапана з позиціонером Masoneilan

Конструкція клапана	Поворотная сегментная арматура
Присоединение	Фланцевое форма R13, впадина
Материал корпуса	WCC
Материал плунжера	Стеллит
Класс протечки	IV. Характеристика равнопроцентная
Взрывозащита	1ExdIIБТ6/H2
Управляющий сигнал	4...20 мА
В комплекте	Отв. Фланцы, прокладки, фитинг по трубку 8x1 мм

3.6 Концентратомір

а) Концентратомір КАЦ-021М

Стаціонарний прилад для вимірювання приведеної до 25°C у питомій електропровідності (УЕП) або концентрації розчинів різних речовин.

- Занурювальний безелектродний первинний перетворювач з незнімним кабелем завдовжки 2 м.
- Необмежене відстань між вторинним перетворювачем та вимірювальним блоком.
- Сигналізація перевищення уставки.
- Могутнє сигнальне реле.

б) Концентратомір КВЧ-05М

Концентратомір кондуктометричний (кондуктомітр) КВЧ-05М використовується в хімічній галузі.

переваги кондуктомітру:

- безелектродний чутливий елемент штир'явого або тороїдального типу;
- Можливість підключення двох датчиків до одного блоку (один прилад замінює два)

- Кислотолугостійкі захисне покриття датчика;
- Вбудована термокомпенсація;
- Аналоговий (0-5, 4-20 або 0-20 мА) вихідні сигнали;
- Можливість встановлення стандартного цифрового виходу RS 485;
- До 8 порогів сигналізації за температурою, концентрацією або провідністю;
- Установка порогів сигналізації та вибір режимів індикації проводиться користувачем за допомогою клавіатури на вимірювальному перетворювачі (блоці);
- Дворядний рідкокристалічний індикатор із підсвічуванням;
- Можливість застосування в різних середовищах, у т. ч. для контролю в'язких сред, скидання промислових виробництв, розчинів з абразивними включеннями, і плівкотвірних сред;
- Можливість розміщення вимірювального перетворювача безпосередньо у трубопроводі або ємності з аналізованою середою (глибина занурення чутливого елемента – до 2500 мм);
- Можливість роботи у складі АСУ ТП.

Порівнявши технічні характеристики концентратомірів, можна зробити висновок, що Концентратомер КВЧ-05М підходить краще, тому що він має володіє великою кількістю переваг. Тому вибираємо Концентратомір КВЧ-05М.

Зовнішній вигляд концентратомера уявлень на малюнку 10



Рисунок 10 – Концентратомір КВЧ-05М

3.7 Блок живлення

Для живлення модулів введення, виведення, ПЛК та панелі оператора виберемо блок живлення (табл14).

Таблиця 14 - Перелік споживачів

Найменування споживача	Споживана потужність, Вт
МВ110-24.8И	6
ПЛК 160	10
МУ110-24.8И	6
СП270	24
Разом:	46

Застосуємо одноканальний блок живлення ОВЕН БП60Б-Д4 (рис. 10) потужністю 60 Ватт.



Рисунок 10 - Одноканальний блок живлення ОВЕН БП60Б-Д4

Основні технічні характеристики ОВЕН БП60Б-Д4 наведені в таблиці 16

Таблиця 16 - Основні технічні характеристики ОВЕН БП60Б-Д4

Частота вхідної змінної напруги:	47...63 Гц
Поріг спрацьовування захисту по струму:	не більше 1,5 I _{max}
Максимальна вихідна потужність:	60 Вт
Робочий діапазон температур:	-20...+50 °С
Рівень радіоперешкод по ГОСТ Р 51527:	група С
Вихідна напруга:	24 ± 1 % В
Амплітуда пульсації вихідної напруги:	120Мв
Макс. струм навантаження I _{max} :	2,5 А
Струм споживання:	1,03...0,41 А
Ціна, грн	4115,09

4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1 Опис об'єкта моделювання

Технологічний процес пиролізу дуже складний і включає в себе багато різних операцій. Однією з основних є операція, яка готується в реакторі з мішалкою і сорочкою для водяного охолодження. Від протікання цієї операції безпосередньо залежить якість кінцевого продукту безпеку процесу.

Об'єкт моделювання (рис. 11) являє контур регулювання температури в реакторі. Трубопровід подачі оснащений регулювальним клапаном, який в даному випадку виступає безпосереднім об'єктом управління.

Параметр управління - температура, яка повинна дорівнювати 750°C .

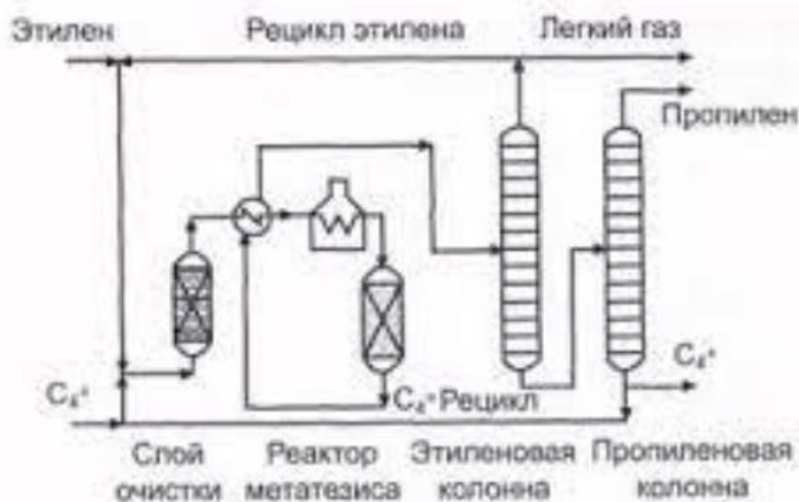


Рисунок 11 - Функціональна схема об'єкта моделювання

Вимоги до якості регулювання об'єкта управління:

- час перехідного процесу ≤ 1600 с;
- перерегулювання $\leq 20\%$;

Отримання математичного опису об'єкта управління на основі експериментальних даних

Отримаємо передавальну функцію об'єкта управління на основі апроксимації кривої розгону (рис. 12), отриманої експериментальним шляхом на даному об'єкті управління, з використанням методу площ (Сімою).

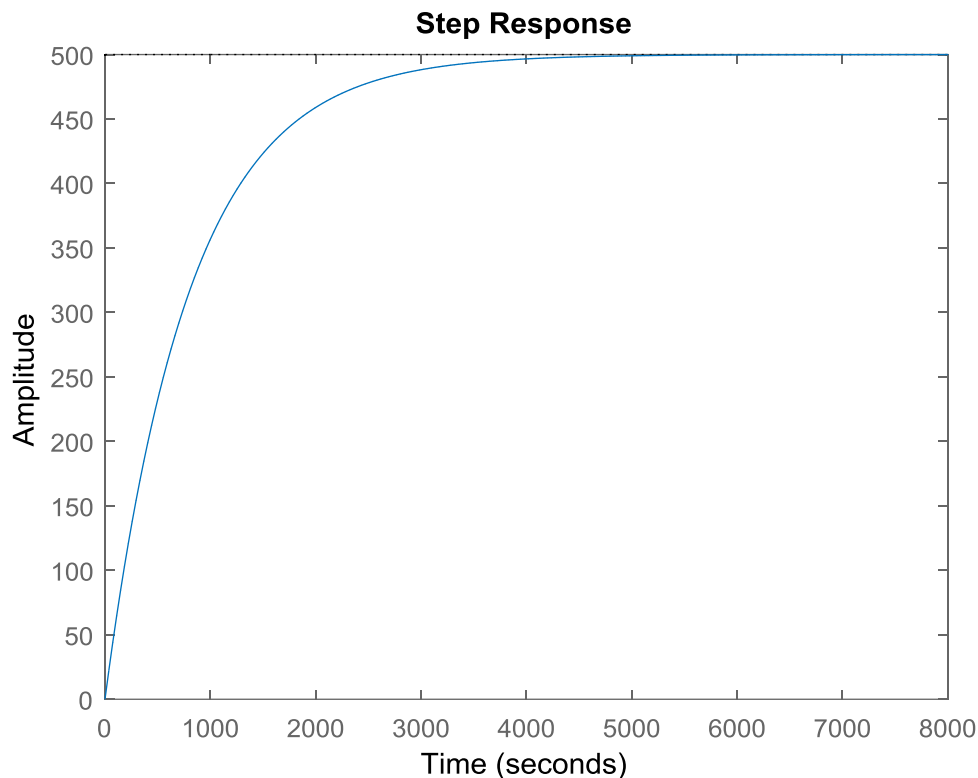


Рисунок 12 - Крива розгону об'єкта управління

Для визначення передавальної функції скористаємося методом Орманса.

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

$$W(p) = \frac{Ke^{-\tau p}}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}, \quad (4-1)$$

де τ - транспортне запізнювання (визначається по кривій розгону).

Другий порядок передавальної функції (4-1) пояснюється видом кривої розгону об'єкта управління (рис. 4.3).

$$T_1 = \frac{t_7}{2.4}(1+z) \quad (4-2a)$$

$$T_2 = \frac{t_7}{2.4}(1-z) \quad (4-2б)$$

$$Z = \sqrt{Z^2} = \sqrt{0,269} = 0,518 ;$$

$$T_1 = 1600(1 + 0,518) / 2,4 = 1012 \text{ с};$$

$$T_2 = 1600(1 - 0,518) / 2,4 = 321 \text{ с}.$$

Коефіцієнт посилення До визначаємо за формулою

$$K = \frac{Y_{уст}}{X}, \quad (4-3)$$

де $Y_{уст}$ - сталі значення вихідного параметра;

X - значення вхідної величини (керуючого сигналу).

У нашому випадку $Y_{уст} = 500 \text{ }^\circ\text{C}$ (див. Рис. 4.1), $X = 1 \text{ кгс/см}^2$

(одиничний ступінчатий вхідний вплив)

$$K = \frac{500^\circ\text{C}}{1\text{кгс/см}^2} = 500 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{см}^2/\text{кгс}.$$

Так як $T_1 \gg T_2$, передавальна функція може бути представлена у вигляді

$$W(s) = \frac{K \cdot e^{-\tau \cdot s}}{T \cdot s + 1} = \frac{500e^{-0,5s}}{1012 \cdot s + 1}. \quad (4-4)$$

4.3 Перевірка адекватності моделі критерієм Фішера

Змодельюємо об'єкт управління з його функцією передачі (4-4) в MatLab (Simulink). Схема моделі зображена на малюнку 4.5.

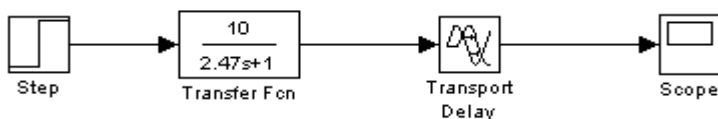


Рисунок 4.5 - Схема моделі досліджуваного об'єкта

Запускаємо процес моделювання і отримуємо криву розгону (рис. 4.6).

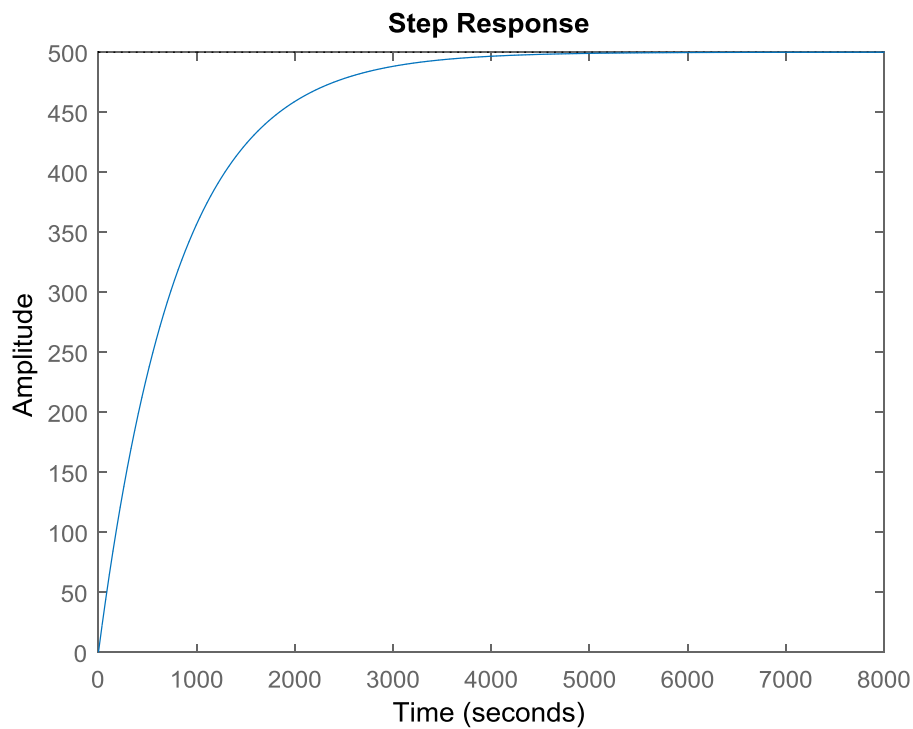
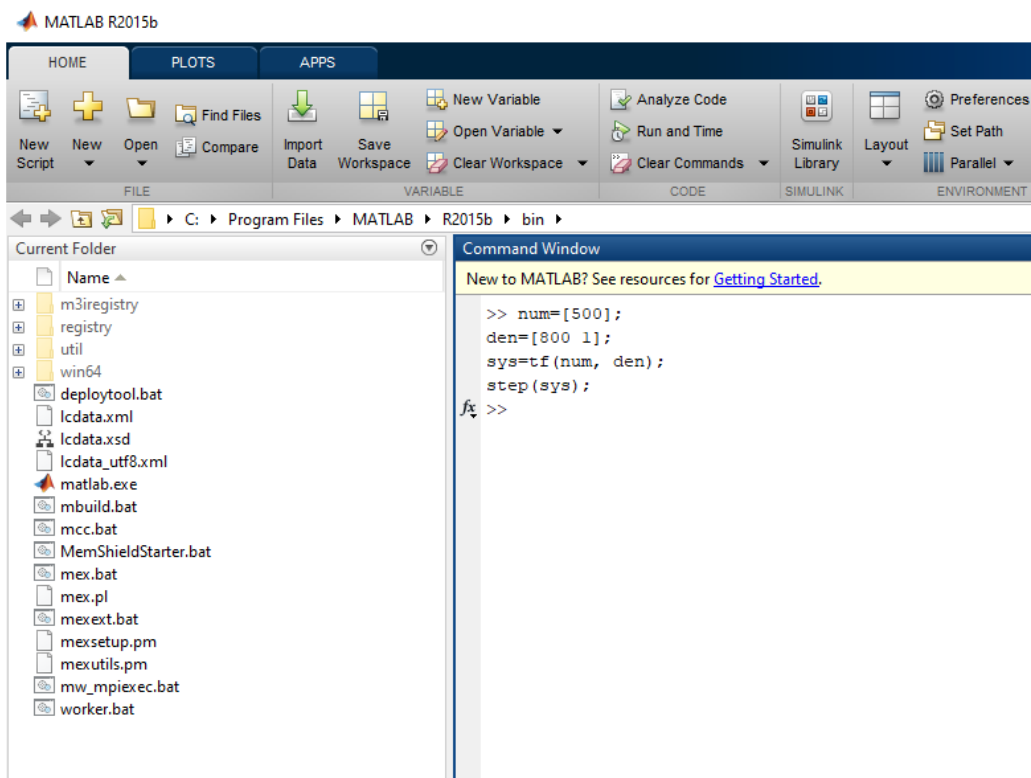


Рисунок 12- Крива розгону об'єкта управління, отримана в MatLab (Simulink).

4.2 Синтез оптимального регулятора методом розширених частотних характеристик (методом Дудникова)

Об'єкт являє собою послідовне з'єднання аперіодичної ланки першого порядку і ланки транспортного запізнювання, для яких відомі готові вираження для розширеної частотної характеристики. Таким чином РЧХ об'єкта управління має вигляд

$$W_o(m, \omega) = \frac{K e^{m\omega\tau}}{\sqrt{(1-Tm\omega)^2 + (T\omega)^2}} e^{j(-\arctg \frac{T}{Tm\omega-1} - \omega\tau)}. \quad (4-9)$$

Вибираємо ПІ-регулятор, так як модель об'єкта управління є інерційною з чистим запізненням.

Розширена АФЧХ ПІ-регулятора з двома незалежними параметрами налаштування, яка описується передавальною функцією

$$W_{PI}(s) = k_1 + \frac{1}{T_u s} = k_1 + \frac{k_0}{s}, \quad (4-10a)$$

відома з літературних джерел Стефані

$$W_{PI}(k_0, k_1, m, \omega) = \frac{\sqrt{(k_0 - m\omega k_1)^2 + (\omega k_1)^2}}{\omega \sqrt{m^2 + 1}} e^{j(-\frac{\pi}{2} + \arctg \frac{\omega k_1}{k_0 - m\omega k_1} - \arctg m)} \quad (4-10b)$$

Складаємо рівняння балансу амплітуд і фаз

$$A_{PI}(k_0, k_1, m, \omega) = \frac{1}{A_0(m, \omega)} \quad (4-11a)$$

$$\Psi_{PI}(k_0, k_1, m, \omega) = \Psi_0(m, \omega) \quad (4-11b)$$

Для визначення параметрів настройки ПІ-регулятора використовуємо співвідношення

$$\operatorname{Re}(W_p(m, j\omega)) = \operatorname{Re}(W_0^*(m, j\omega)) \quad (4-12a)$$

$$\operatorname{Im}(W_p(m, j\omega)) = \operatorname{Im}(W_0^*(m, j\omega)) \quad (4-12b)$$

де $W_0^*(m, j\omega)$ - зворотна (інверсна) розширена АФЧХ.

Таким чином, представивши вираз розширеної АФЧХ ПІ-регулятора $W_{PI}(k_0, k_1, \omega)$ в алгебраїчній формі і підставивши його в вищенаведений

вираз, отримаємо параметричне вираз рівняння лінії рівного загасання (ЛРЗ) як функції частоти

$$k_0(\omega) = \omega(m^2 + 1) \operatorname{Im}(W_0^*(m, j\omega)) \quad (4-13a)$$

$$k_1(\omega) = m \operatorname{Im}(W_0^*(m, j\omega)) - \operatorname{Re}(W_0^*(m, j\omega)) \quad (4-13б)$$

Для оцінки діапазону робочих частот побудуємо розширену ФЧХ об'єкта управління в логарифмічному масштабі і проведемо на ній лінії паралельні осі частот, відповідних виконання умови балансу фаз для П-регулятора і І-регулятора. Перетин цих прямих з кривою РФЧХ дає мінімальне і максимальне значення діапазону робочих частот.

Можна помітити, що в разі застосування П-регулятора (найнижча крива) для статичного об'єкта управління ми отримуємо статичну систему, має при заданому ступені загасання велику статичну помилку. Четверта крива задовольняє заданим показникам якості перехідного процесу, тому ми і вибираємо саме такі настройки регулятора - синтез виконаний успішно.

4.3 Моделювання системи управління в математичному пакеті MatLab (Simulink)

Схема моделювання системи управління в математичному пакеті MatLab (Simulink) представлена на малюнку 4.11.

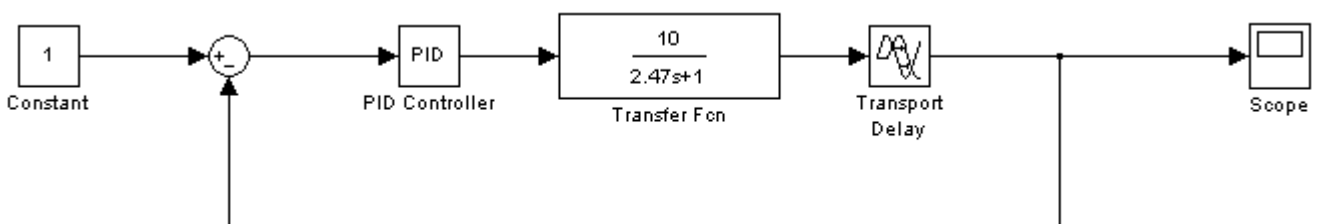


Рисунок 4.11 - Схема моделювання системи управління

Перехідний процес в даній системі має вигляд, зображений на малюнку 4.12.

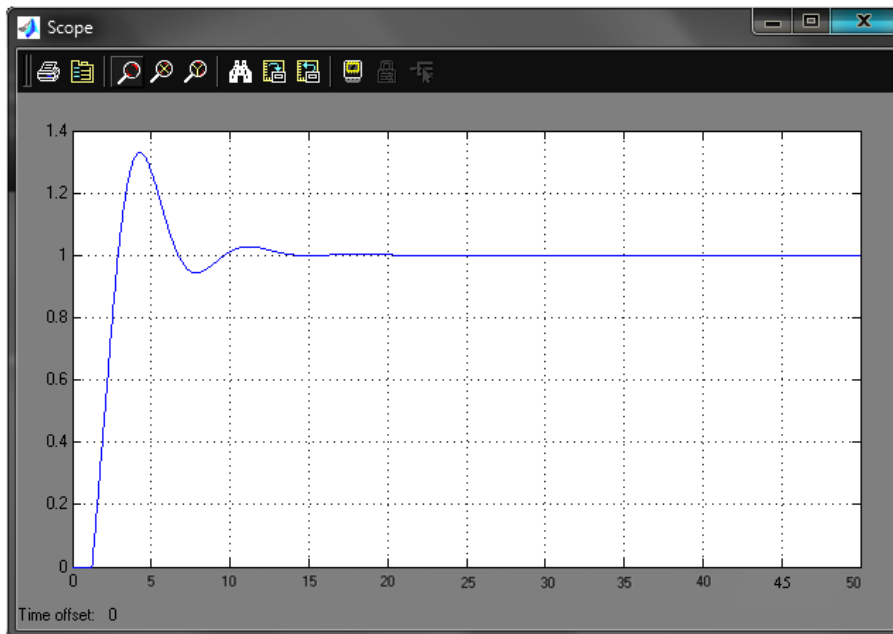


Рисунок 4.12 - Перехідний процес в системі

Аналізуючи перехідний процес, одержуємо такі показники якості:

а) час перехідного процесу:

$$t_p = 16,8 \text{ с};$$

б) перерегулювання:

$$\sigma = \frac{h_{max}(t) - h_{уст}(t)}{h_{уст}(t)} = \frac{1,34 - 1}{1} \cdot 100\% = 34\% .$$

Отримані показники збігаються з аналогічними з попереднього пункту, а отже, моделювання виконано правильно.

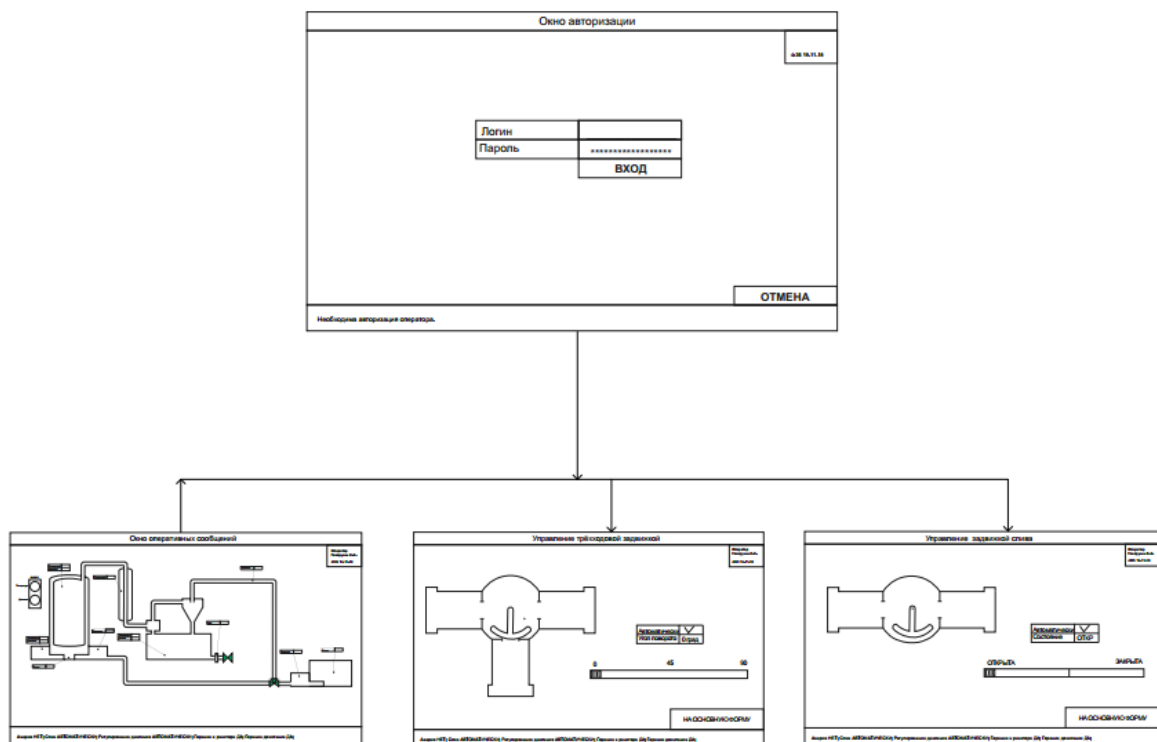
5. РЕАЛІЗАЦІЯ АСУТП В CorelDraw

Для створення АСУТП в даному проекті було використано САПР CorelDraw. У якій були виконані операції:

Основним принципом розробки екранної форми є її інформативність, можливість оперативно проводити технологічний процес.

Сучасні SCADA системи можуть використовувати попередньо створений векторний макет екранних форм, виходячи з цього переконання розробимо векторний макет серед векторного моделювання CorelDraw.

Оператор процес авторизації має можливість робити навігацію на екранній формі шляхом натискання на відповідні об'єкти - клапани. Загальне дерево екранних форм представлено малюнок 13.

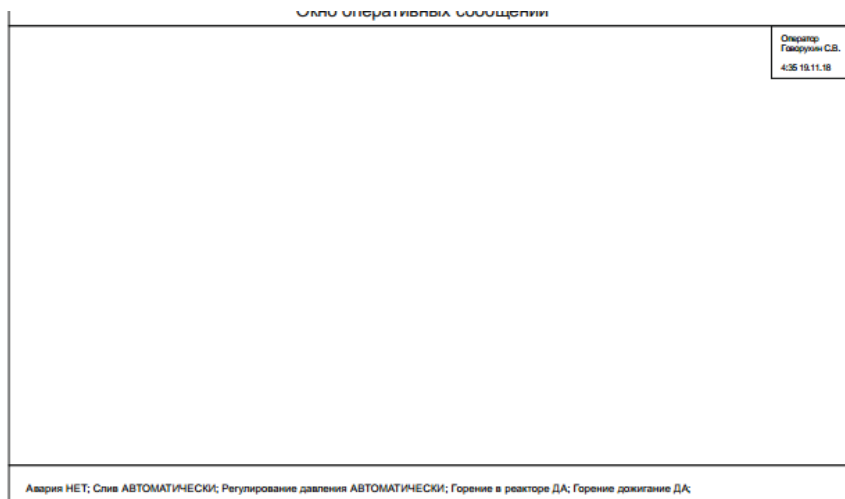


Малюнок 13 – Дерево экранных форм

Интерфейс основной экранной формы содержит:

- область видеокadra;
- окно сообщений;
- область отображении даты и времени.

Интерфейс основной экранной формы представлен на маллюнок 14

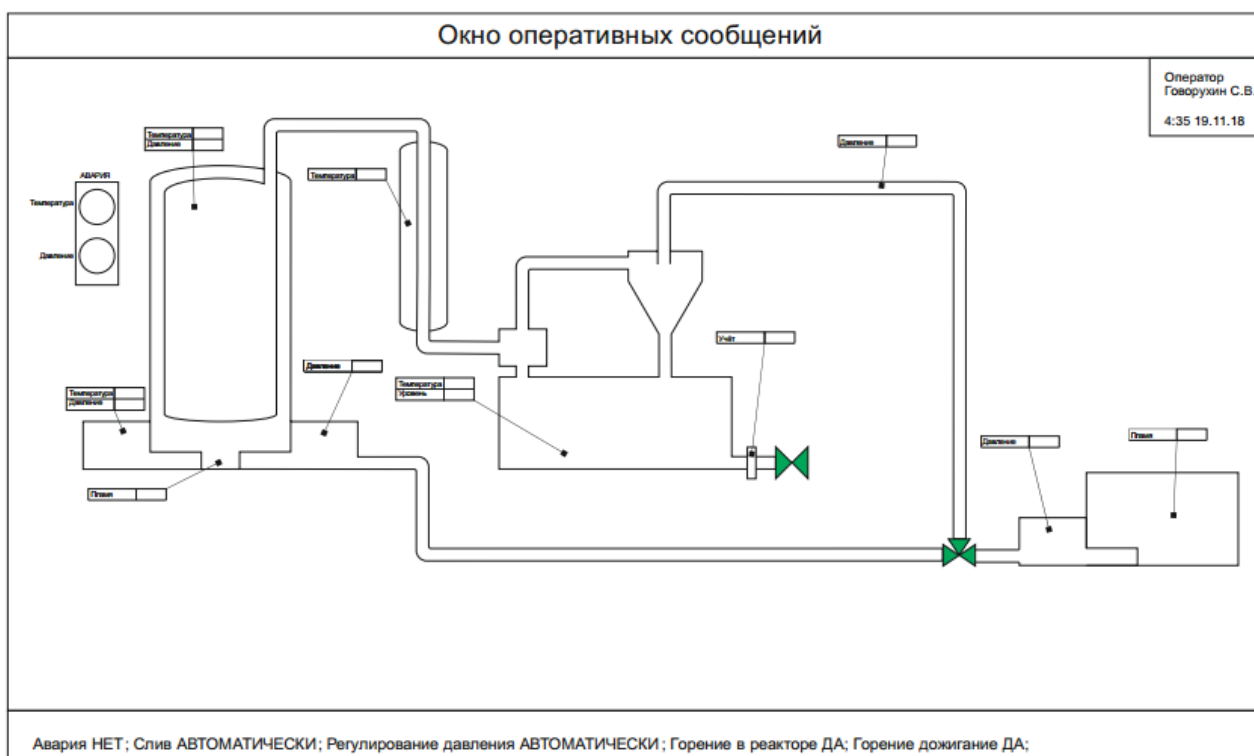


Маллюнок 14 – Рабочее окно интерфейса оператора

Область видеокadra предназначена для контроля и управления технологическим процессом.

В области видеокadra оператора доступны следующие мнемосхем:

- система пиролизной установки, маллюнку 16;
- система управления трёхходового клапана;
- система управления клапана слива пиролизного топлива;



маллюнок 15 – Мнемосхема пиролизной установки

ВИСНОВКИ

На підставі Технічного завдання розроблено інформаційне та технічне забезпечення системи автоматизації.

Система являє собою 2-х рівневу АСУ ТП, до складу якої входять:

- датчики, встановлені безпосередньо на технологічному обладнанні;
- виконавчі органи, які відпрацьовують отримане від контролера вплив;
- контролер, який виконує первинну обробку даних, отриманих від датчиків, видає керуючий вплив для регулюючих органів.

Використання сучасних методів управління технологічним процесом, а також новітніх технічних засобів автоматизації в подальшому дасть можливість реалізувати якісно нову технологію управління та підвищити ефективність виробництва, що призведе до:

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

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Автоматика и управление в технических системах. В 11 кн. / Отв. ред. С.В. Емельянов, В.С. Михалевич.-Кн.1. Электрические элементы систем управления промышленными работами / А,А. Краснопрошина и др. - К.: Вища шк., 1990. - 479 с.
2. Методические указания по оформлению курсовых и дипломных проектов. Инструктивные материалы. Для студентов специальности 7.091401 "Компьютеризованные системы управления и автоматика". - Сумы.: СумГУ, 1998. - 77 с.
3. Средства инициирования, П.П. Карпов: Высшая школа., 1981. - 285 с.
4. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ пос. / А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, С.А. Ключев. - М.: Энергоатомиздат, 1990.- 464 с.
5. Типовое положение по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции. Утверждено КМ Украины от 26 апреля 1996 № 473.
6. Сайт компании «Овен»: www.owen.ru.
7. Сайт компании SIEMENS: www.siemens.com.
8. Теорія автоматичного керування. Попович М.Г., Ковальчук О.Б. Підручник для вузів. – К.: Либідь, 1997. – 542 с.
9. Волощенко А.В., Горбунов Д.Б., Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования.-Томск.: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 109 с.
10. Сольнищев Р.И., Автоматизация проектирования систем автоматического управления —М: Высш. шк., 1991. — 335 с.

11. Методичні вказівки з оформлення графічної частини конструкторської документації проектів автоматизації. Структурні, функціональні та принципіві схеми / укладач О.Ю. Журавльов. – Суми: Вид-во СумДУ, 2006. – 48с.