

Міністерство освіти і науки України
Шосткинський інститут Сумського державного університету
Кафедра системотехніки та інформаційних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ Худолей Г.М.

«__» _____ 2022р.

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Система управління технологічним процесом виробництва поліетилену
при високому тискові

Керівник проекту:
(ст.викладач, к.т.н)

Серяков А.Г.

Дипломник:
студент групи СУ-81ш

Доля Д.В.

Шостка – 2022.

РЕФЕРАТ

Доля Денис Володимирович. Система управління технологічним процесом виробництва поліетилену при високому тискові. Дипломний проект. Шосткинський інститут Сумського державного університету, Шостка 2022 р.

Дипломний проект містить стр. Пояснювальної записки, враховуючи мал., табл., іст. інф .; конструкторську документацію, яка містить 2 креслення,

Робота присвячена розробці автоматизації процесу системи управління технологічним процесом виробництва поліетилену при високому тискові.

Зроблено конструктивно-технологічний аналіз об'єкта управління, обрані канали управління, проведено вибір сучасних засобів автоматизації, а також розрахований контур управління температурою в трубчастому реакторі,

Розроблено: функціональна схема автоматизації, схема алгоритмів управління і електрична принципова схема.

Ключові слова: технологічний процес, автоматизація, засоби автоматизації, канал управління, параметри контролю і управління.

SUMMARY

Dolia Denis Vladimirovich. Automation of the control system of the technological process of polyethylene production at high pressure. Diploma project Shostka Institute of Sumy State University, Shostka 2022

The diploma project contains p. Explanatory note, taking into account Fig ., Table ., East. info; design documentation containing 2 drawings,

The work is devoted to the development of process automation of the process control system of polyethylene production at high pressure.

The constructive-technological analysis of the control object is made, the control channels are chosen, the choice of modern means of automation is carried out, and also the circuit of temperature control in the tubular reactor is calculated,

Developed: functional scheme of automation, scheme of control algorithms and electrical circuit diagram.

Key words: technological process, automation, means of automation, control channel, control and management parameters.

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АРМ – автоматизоване робоче місце

АСУТП – автоматизована система управління технологічним процесом

АЦП – аналого-цифровий перетворювач

КВП і А – контрольно-вимірювальні прилади і автоматика

ПІ-регулятор – пропорційно-інтегральний регулятор

ПІ-регулятор – пропорційно-інтегральний регулятор

ПІД-регулятор – пропорційно-інтегрально-диференціальний регулятор

ПЗ – програмне забезпечення

ПЛК – програмний логічний контролер

ПК – персональний комп'ютер

ППП – пристрій плавного пуску

ПЧ – перетворювач частоти

САР – система автоматичного регулювання

САУ – система автоматичного управління

ТО – термперетворювач опору

ЦД – цифровий дисплей

ЦП – центральний процесор

АТК – автоматизований технологічний комплекс

ТОУ – технологічний об'єкт управління

Автоматизація виробництва - основа розвитку сучасної промисловості , генеральний напрямок технічного прогресу. Автоматизація виробництва , процес у розвитку машинного виробництва , при якому функції управління і контролю , що раніше виконувалися людиною , передаються приладам і автоматичним пристроям. Мета автоматизація виробництва полягає в підвищенні ефективності праці, поліпшенні якості продукції, що випускається, в створенні умов для оптимального використання всіх ресурсів виробництва .

За рахунок заміни застарілого обладнання, впровадження новітньої технології та автоматизації технологічних процесів збільшується продуктивність праці, поліпшується якість продукції знижуються втрати обробки і підвищується культура виробництва . Водночас забезпечується охорона навколишнього середовища.

В останні роки полімерний ринок - один із найшвидше зростаючих сегментів нафтохімії у світі. Споживання пластиків зростає в середньому на 20% на рік. Завдяки новітнім технологіям вдається досягти збільшення потужності установки, за рахунок чого прискореними темпами зростає імпортополімерів. У світі синтезовано безліч полімерів, з яких дуже багато освоєні промисловістю. Вироби з полімерів застосовуються в машинобудуванні, будівництві, транспорті, авіації, кабельній промисловості, виробництві сучасних предметів тощо. Без перебільшення можна сказати, що в даний час практично немає жодної галузі народного господарства, якої б не застосовувалися полімери. Широке застосування визначається їх цінними фізичними та хімічними властивостями. На основі характерна низька щільність - від 900 до 2300 кг/м³. Тому пластмаси мають найбільшу з конструкційних матеріалів питому міцність. Серед полімерних, що випускаються промисловістю матеріалів, велике значення має поліолефін – поліетилен. Це один із найбільш поширених та дешевих полімерів. З цього полімеру також отримують різного виду та призначення плівки - термозбіжні, морозостійкі, накривні, парникові та

ін. Найбільш хімічно чистим, еластичним та дешевим є поліетилен високого тиску (ПЕВС), а тому і є найбільш затребуваним.

1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІ

1.1 Поліетилен випускають, як правило, у вигляді гранул 2-5 мм, або рідше порошку. Залежно від способу отримання поліетилен буває: високого тиску (низькою щільністю) LDPE і низького тиску (високої щільності) HDPE. Крім того, є ще кілька підвидів поліетилену.

Найпоширенішим способом отримання поліетилену високого тиску (ПЕВС) на вітчизняних підприємствах є вільнорадикальна полімеризація маси етилену при температурі 200-320 °С та тиску 150-350 МПа.

Технологічний процес

1.2 Схема установки приведена на рисунку 1 з цеху газорозділення свіжий етилен під тиском 0,8 - 1,1 МПа надходить у змішувач 8. Далі в лічильник де в потік вводять кисень за допомоги повітродувки з концентрацією 0,002 — 0,008, і суміш с тиском 0,8 - 1,1 МПа надходить в тріступеневий компресор першого каскаду 3, де стискається до 25 МПа. Потім надходить у масловіддільник 4. Потім суміш направляється в двоступінчастий компресор другого каскаду 5, де стискається до 245 МПа.

Після першого ступеня стиснення етилен очищається від мастила в масловіддільник, а після другого ступеня при температурі близько 70 °С надходить у трубчастий реактор 6 на полімеризацію. Реактор-полімеризатор складається з трьох зон, перед кожною зоною є теплообмінник для підігріву газу або реакційної суміші в залежності від ініціатора до 120-190 °С. В кінці третьої зони є холодильник, в якому реакційна маса охолоджується до 200 - 250 °С

Полімеризацію етилену в трубчастому реакторі проводять за режимом:

Температура, °С.....190-250

Тиск, МПа.....245

Концентрація кисню, %.....0,002 — 0,008

Ступінь конверсії етилену за цикл, %..... 26 — 30

Сумарна ступінь конверсії етилену, %..... 95 — 98.

З трубчастого реактора 6 суміш мономеру, що прореагував, з полімером через редукційний вентиль під тиском 24,5 - 26,3 МПа надходить у відділник високого тиску, в якому за рахунок різниці щільностей етилену та поліетилену відбувається їх поділ. Розплавлений поліетилен з нижньої частини відокремлювача високого тиску через вентиль, направляється в відділник низького тиску 8, в якому підтримується тиск 0,15 - 0,59 МПа.

Розплав поліетилену, звільнений від залишків розчиненого етилену при 180-190 ° С, через завантажувальний штуцер направляється в гранулюючі агрегати 9.

Гранулюючий агрегат 9 безперервно подається стабілізуюча суміш (феніл- α -нафтиламін з дифеніл-п-фенілендіаміном) та інші добавки. Поліетилен, змішаний із стабілізатором, прямує на грануляцію. Для швидкого охолодження гранул у гранулюючу головку подається знесолена вода. Охолоджені до 60 - 70 ° С гранули поліетилену виносяться водою на вібросито 10, на яке після видалення основної кількості вологи подається тепле повітря для остаточного сушіння.

Готовий поліетилен пакують у мішки або направляють на конфекціонування.

На основі аналізу технологічним процесом виробництва поліетилену при високому тиску, складемо схему руху матеріальних потоків рисунок 1.2.

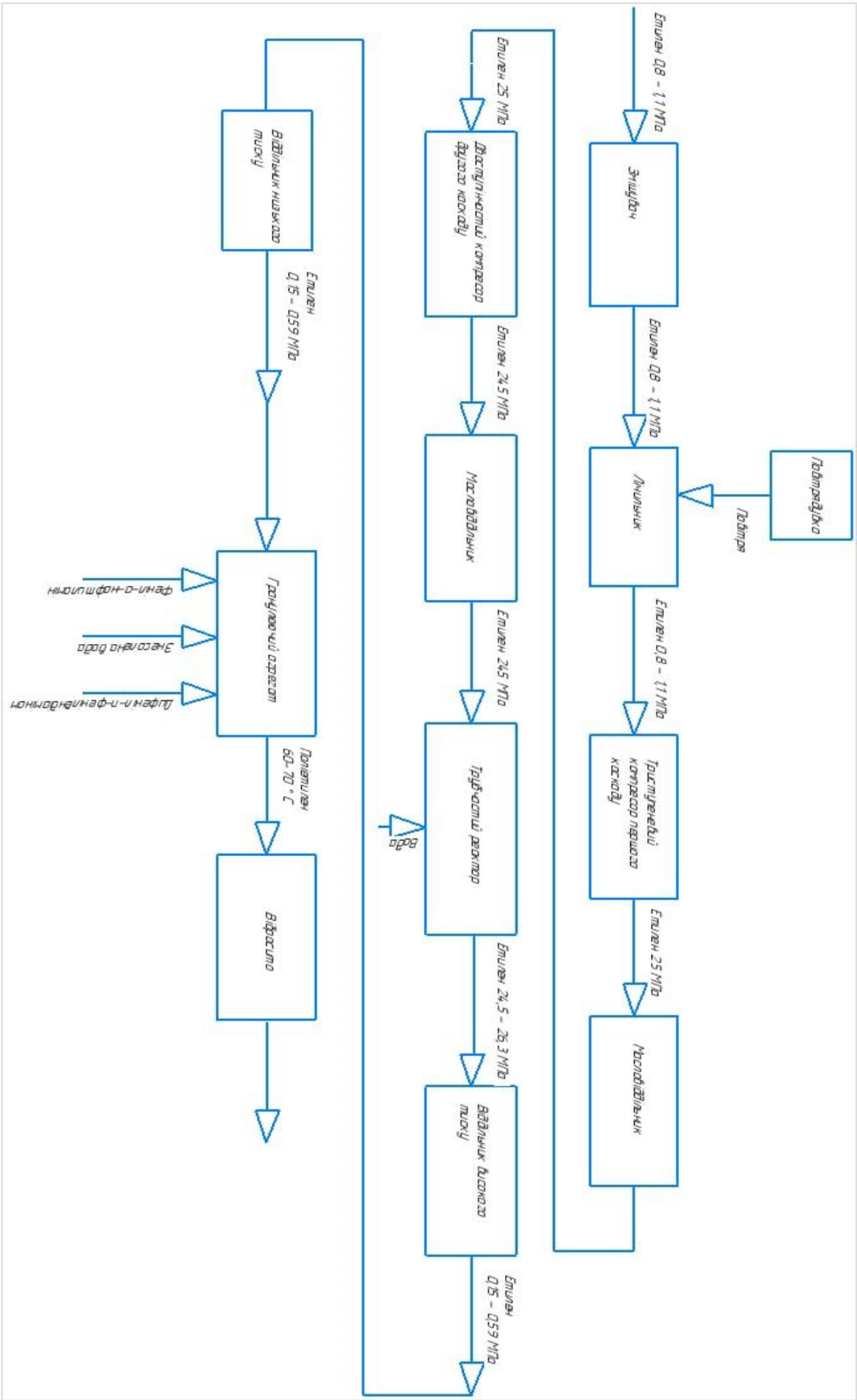


Рисунок 1.2- Схеми інформаційно-матеріальних потоків процесу виробництва поліетилену при високому тиску

Виходячи з аналізу технологічної схеми і процесу виробництва параметри для сигналізації, контролю і управління наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Перелік параметрів

Параметр	Точка технологічного процесу	Процес контролю	Діапазон Вимірюваної величини
Тиск	Змішувач	Контроль, управління	0.8-1.1 МПа
Тиск Концентрація кисню	Лічильник	Контроль, управління	0.8-1.1 МПа 0,002 — 0,008 %
Тиск	Компресор першого каскаду	Контроль, управління	25 МПа
Тиск	Масловіддільник низького тиску	Контроль, управління	25 МПа
Тиск	Компресор другого каскаду	Контроль, управління	245 МПа
Тиск, температура	Трубчастий реактор	Сигналізація ,контроль, управління	245 МПа, 190-250 °С,
Тиск	Редукційний вентиль	Контроль, управління	24,5-26,3 МПа
Тиск	Масловіддільник високого тиску	Контроль, управління	0,15 - 0,59 МПа
Температура	Гранулюючий агрегат	Контроль, управління	60-70 °С

2. ВИБІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ

Виконавши конструктивно-технологічний аналіз технологічного процесу виробництва поліетилену при високому тиску (див. п.1), та інформаційно-матеріально потоки (рис 1.2), для реалізації ефективного контролю та управління були вибрані нижченаведені канали контролю та управління.

2.1 Канал управління рівнем тиску в змішувачі поз 9 див. п1

Рівень тиску в змішувачі (поз. п.1) є важливою технологічною змінною, від підтримання якої на регламентному рівні (0.8-1.1 МПа) залежить якісні показники продукту, а саме забезпечення необхідного тиску етилену в змішувачі. Найбільш сильне збурення, надходить по каналу подачі етилену с цеху газорозділення. Здійснення стабілізації заданого значення рівня тиску змішувачі найбільш доцільно виконувати за допомогою зміни подачі (витрати) етилену на вході в змішувач.

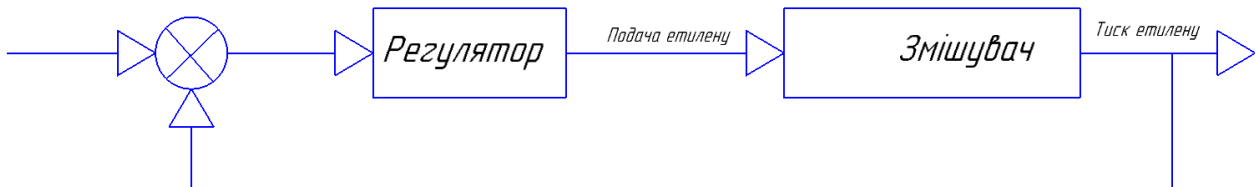


Рисунок 2.1 – Структура схема контура управління рівнем тиску в змішувачі

2.2 Канал управління рівнем тиску в лічильнику поз.2 п.1

Рівень тиску в лічильнику (поз.2 п.1) є важливою технологічною змінною, від підтримання якої на регламентному рівні (0.8-1.1 МПа) також концентрацією кисню регламентному рівні (0,002 — 0,008 %) залежить якісні показники продукту, а саме забезпечення необхідного тиску етилену в системі. Найбільш сильне збурення, надходить по каналу подачі етилену з змішувача. Здійснення стабілізації заданого значення рівня тиску в лічильнику найбільш

доцільно виконувати за допомогою зміни подачі (витрати) етилену на вході в лічильник.

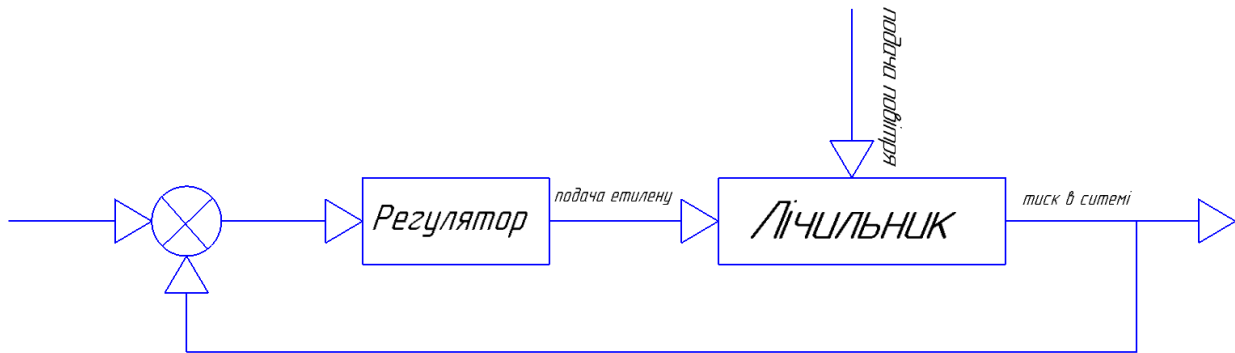


Рисунок 2.2 – Структура схема контура управління рівнем тиску в лічильнику

2.3 Канал управління рівнем тиску в триступеневому компресорі першого каскаду поз 3 див. п1

Рівень тиску в компресорі (поз.3 п.1) є важливою технологічною змінною, від підтримання якої на регламентному рівні (25 МПа) залежить якісні показники продукту, а саме забезпечення необхідного тиску етилену в компресорі. Найбільш сильне збурення, надходить по каналу подачі етилену з лічильника. Здійснення стабілізації заданого значення рівня тиску компресорі найбільш доцільно виконувати за допомогою зміни подачі (витрати) етилену на вході в компресор.

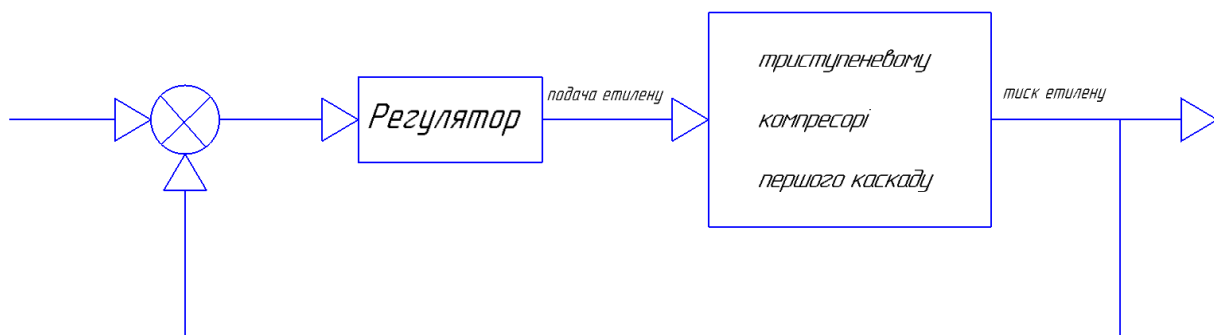


Рисунок 2.3 – Структура схема контура управління рівнем тиску в триступеневому компресорі першого каскаду

2.4 Канал управління рівнем тиску в масловіддільнику поз 4 див. п1

Рівень тиску в масловіддільнику (поз.3 п.1) є важливою технологічною змінною, від підтримання якої на регламентному рівні (25 МПа) залежить якісні показники продукту, а саме забезпечення необхідного тиску етилену в масловіддільнику. Найбільш сильне збурення, надходить по каналу подачі етилену з триступеневому компресорі першого каскаду. Здійснення стабілізації заданого значення рівня тиску компресорі найбільш доцільно виконувати за допомогою зміни подачі (витрати) етилену на вході в масловіддільник.

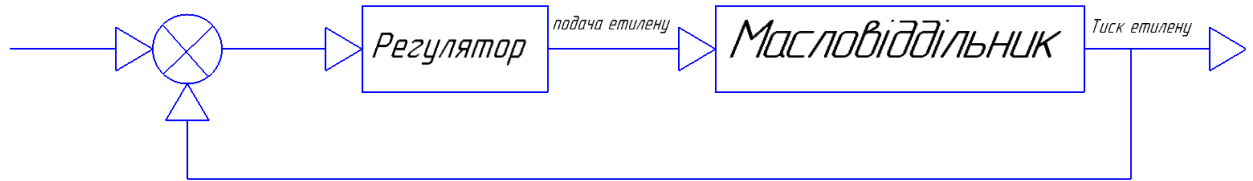


Рисунок 2.4 – Структура схема контура управління рівнем тиску в масловіддільнику

2.3 Канал управління рівнем тиску в триступеневому компресорі другого каскаду поз 3 див. п1

Рівень тиску в компресорі (поз.5 п.1) є важливою технологічною змінною, від підтримання якої на регламентному рівні (245 МПа) залежить якісні показники продукту, а саме забезпечення необхідного тиску етилену в компресорі. Найбільш сильне збурення, надходить по каналу подачі етилену з масловіддільнику. Здійснення стабілізації заданого значення рівня тиску компресорі найбільш доцільно виконувати за допомогою зміни подачі (витрати) етилену на вході в компресор.

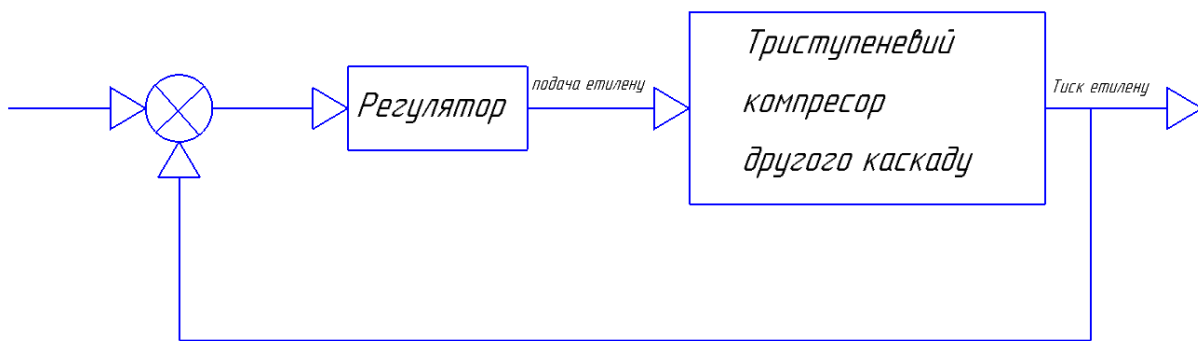


Рисунок 2.5 – Структура схема контура управління рівнем тиску в треступеневому компресорі першого каскаду

2.6 Канал управління рівнем тиску та температури в трубчастому реакторі поз 6 див. п1

Рівень тиску та також температури в реакторі (поз.3 п.1) є важливою технологічною змінною, від підтримання якої на регламентному рівні (245 МПа, 190-250 °С) залежить якісні показники продукту, а саме забезпечення необхідного тиску етилену та температури в реакторі. Найбільш сильне збурення, надходить по каналу подачі етилену з треступеневому компресорі другого каскаду. Здійснення стабілізації заданого значення рівня тиску та температури в реакторі найбільш доцільно виконувати за допомогою зміни подачі (витрати) етилену також підігріву води в реакторі на вході в реактор.

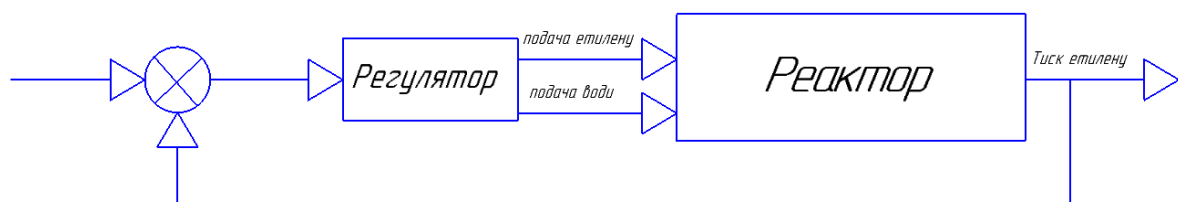


Рисунок 2.6 – Структура схема контура управління рівнем тиску та температури в реакторі

2.7 Канал управління рівнем тиску в редукційний вентиль поз 7 див. п1

Рівень тиску в редукційному вентилі (поз.7 п.1) є важливою технологічною змінною, від підтримання якої на регламентному рівні (24,5-26,3 МПа) залежить якісні показники продукту, а саме забезпечення необхідного тиску реакційної суміші в вентилі. Найбільш сильне збурення, надходить по каналу подачі етилену з реактора. Здійснення стабілізації заданого значення рівня тиску в вентилі найбільш доцільно виконувати за допомогою зміни подачі (витрати) етилену на вході в вентиль.

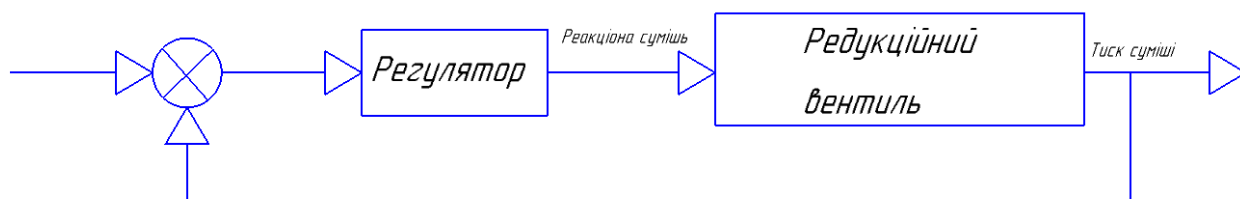


Рисунок 2.7 – Структура схема контуру управління рівнем тиску в редукційному вентилі

2.8 Канал управління рівнем тиску в масловіддільнику високого тиску поз 8 див.п1

Рівень тиску в масловіддільнику (поз.8 п.1) є важливою технологічною змінною, від підтримання якої на регламентному рівні (0,15 - 0,59 МПа) залежить якісні показники продукту, а саме забезпечення необхідного тиску реакційної суміші в масловіддільнику. Найбільш сильне збурення, надходить по каналу подачі етилену з редукційного вентиля. Здійснення стабілізації заданого значення рівня тиску масловіддільнику найбільш доцільно виконувати за допомогою зміни подачі (витрати) етилену на вході в масловіддільник.

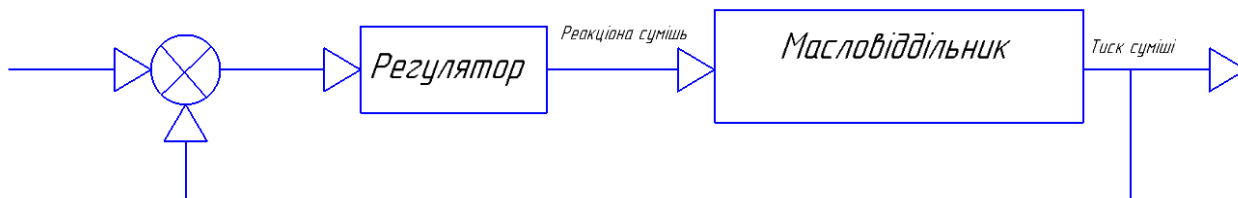


Рисунок 2.8 – Структура схема контура управління рівнем тиску в
масловіддільник високого тиску

2.9 Канал управління грануляції реакційної суміші в гранулюючому агрегаті поз 9
див.п1

Грануляція суміші (поз.9 п.1) є важливим технологічним процесом, підтримання якого на регламентному рівні (60-70 ° С) залежить якість продукту, а саме забезпечення необхідної температури готових гранул для подальшого фасування. Найбільш сильне збурення, надходить по каналу подачі реакційної суміші на гранулюючу головку з агрегату. Здійснення стабілізації заданого значення температури гранул найбільш доцільно виконувати за допомогою зміни подачі (витрати) знесоленої води на гранулюючу головку.

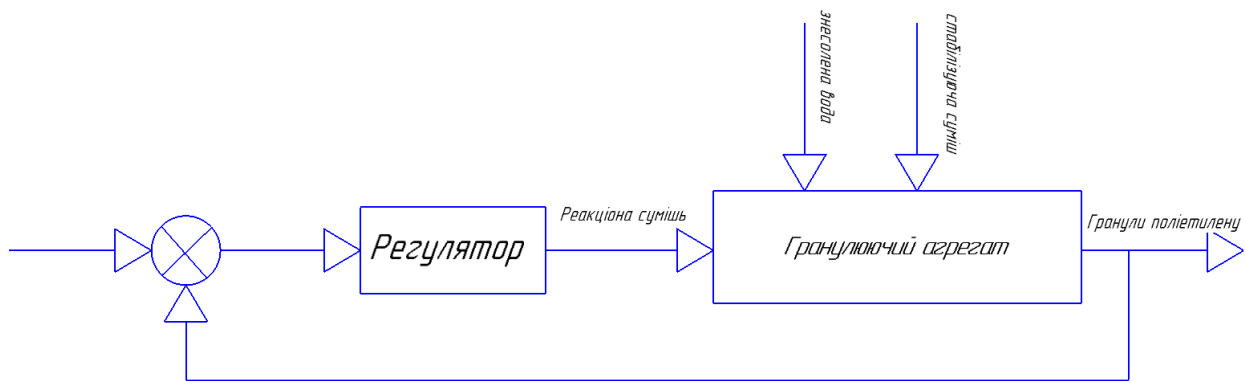


Рисунок 2.10 – Структура схема контура управління грануляції реакційної суміші
в гранулюючому агрегаті

3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ, РОЗРОБКА СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Засоби автоматизації за допомогою яких буде здійснюватися управління процесом, повинні бути обрані технічно грамотно і економічно обґрунтовано. Конкретні типи пристроїв обирають з урахуванням особливостей об'єкту управління. В першу чергу беруть до уваги такі фактори, як пожеже- та вибухонебезпечність, агресивність і токсичність середовищ, число параметрів, котрі приймають участь в керуванні, та їх фізико-хімічні властивості, також вимоги до якості контролю та регулювання.

Головною особливістю вибору засобів автоматизації, для процесу виробництва поліетилену при високому тиску, є необхідність використовувати пожеже- та вибухонебезпечні засоби. Також беруться до уваги: якість, надійність, уніфікованість приладів під сучасні засоби прийому/передачі і обробки інформації, а також вибір засобів автоматизації від одного виробника.

3.1 Вибір засобів автоматизації

3.1.1 Вибір датчиків тиску

Для виміру тиску в змішувачі , лічильнику , компресору першого каскаду , масловіддільнику низького тиску можливе використання наступних датчиків тиску :

а) Овен ПД100-ДВ 01.115.0,5.EXD

Датчики серії ПД100-ДВ- призначені для безперервного перетворення вакуумметричного тиску вимірюваного середовища в уніфікований сигнал постійного струму 4 ... 20 мА з вибухозахистом типу «Вибухонепроникна оболонка» 1Exd IICТ6Gb.

Зовнішній вигляд датчика тиску представлена на рисунку 3.1



Рисунок 3.1.1 – Датчик тиску Овен ПД100-ДВ 01.115.0,5.EXD

Технічні характеристики:

Тип вимірювального тиску: вакуумметричний тиск.

Вихідний сигнал: 4 .. 20 мА.

Напруга живлення: 12 ... 36 В постійного струму.

Споживана потужність: не більше 0,8 Вт.

Верхня межа вимірюваного тиску: от 0,016 МПа до 25,0 МПа

перевантажувальна здатність: не менше 200% ВП.

клас точності: 0,5.

Вибухозахист: «вибухонепроникна оболонка» 1 EX D IIC T6 Gb.

ступінь захисту корпусу перетворювача: IP65.

Міжповірочний інтервал: 2 роки

б) Овен ПД100-ДВ 01.115.0,5.

Датчики серії ПД100-ДВ- призначені для безперервного перетворення вакуумметричного тиску вимірюваного середовища в уніфікований сигнал постійного струму 4 ... 20 мА.

Зовнішній вигляд датчика тиску представлена на рисунку 3.4.

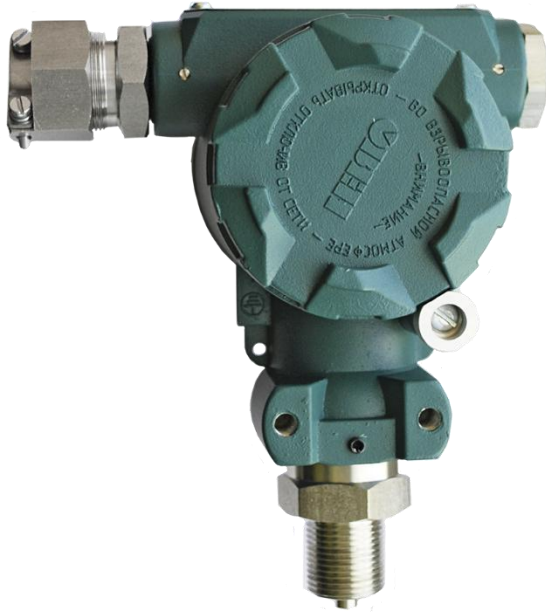


Рисунок 3.1.2 – Датчик тиску Овен ПД100-ДВ 01.115.0,5

Технічні характеристики:

Тип вимірювального тиску: вакуумметричний тиск.

Вихідний сигнал: 4 .. 20 мА.

Напруга живлення: 12 ... 36 В постійного струму.

Споживана потужність: не більше 0,8 Вт.

Верхня межа вимірюваного тиску: от 0,016 МПа до 25,0 МПа.

перевантажувальна здатність: не менше 200% ВП.

клас точності: 0,5.

Вибухозахист: відсутній.

ступінь захисту корпусу перетворювача: IP65.

Міжповірочний інтервал: 2 роки.

Порівнявши технічні характеристики датчиків Овен ПД100-ДВ 01.115.0,5.EXD і ПД100-ДВ 01.115.0,5 можна зробити висновок, що обидва датчика мають ідентично технічні характеристики, але Овен ПД100-ДВ 01.115.0,5.EXD має вибухозахищене виконання, що в умовах

вибухонебезпечного виробництва відіграє найважливішу роль. Тому використовуємо датчик тиску ПД100-ДВ 01.115.0,5.EXD.

в) Для виміру тиску в компресор другого каскаду , трубчастий реактор можливе використання наступних датчиків тиску :

Датчики ДМ5007А-ДІ призначені для вимірювання абсолютного тиску (ТА), надлишкового тиску (ДІ), розрядження (ДВ), надлишкового тиску-розрядження (ДВІ) шляхом перетворення в уніфікований сигнал постійного струму (4-20) мА

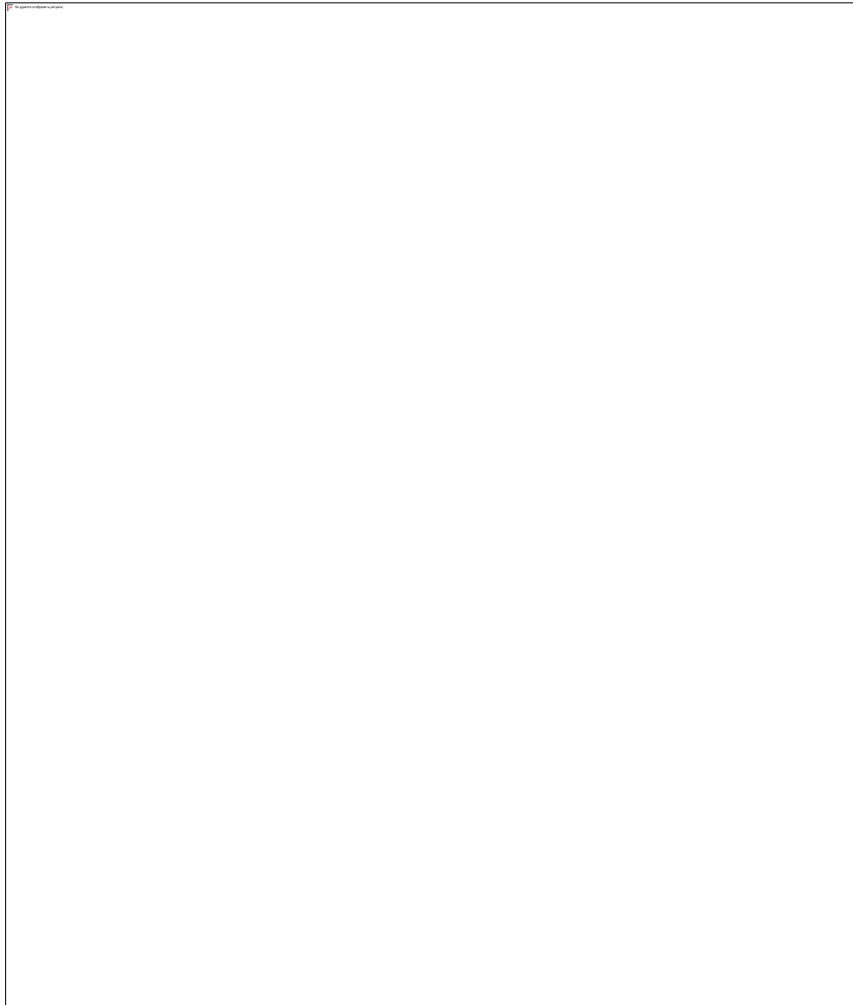


Рисунок 3.1.3 – Датчик тиску ДМ5007А-ДІ

Таблиця 2 - Технічні характеристики

Тип приладу	Датчик тиску загальнопромислового виконання
Ступінь захисту	IP65
Межа основної похибки	±0.25%; ±0.5%
Кліматичне виконання	У2
Температура довкілля мінус	мінус 40 до плюс 70 °С; від мінус 55 до плюс 70 °С
Віброзахист	Віброзахист Витримує вплив вібрації з частотою до 100 Гц з амплітудою до 2,5 мм
Міжповірочний інтервал	3 роки
Корпус	Нержавіюча сталь
Штуцер	Нержавіюча сталь
Різьблення приєднувального штуцера	M20*1,5-8g; R1/2; G1/2-B
Масса приладу	не більше 0,35 кг

Максимальні верхні межі вимірювання датчиків ДМ5007А

ДИ	10; 16; 25; 60; 63; 100; 160; 250; 400; 600; 630 кПа
	0,25; 0,4; 0,6; 1; 1,6; 2,5; 4; 6; 6,3; 10; 16; 25; 40; 60; 63; 100; 160; 250 МПа

г) Датчики тиску ДМ5007АЕх призначені для вимірювання абсолютного тиску (ТА), надлишкового тиску (ДИ), розрядження (ДВ), надлишкового тиску-розрядження (ДВІ) шляхом перетворення в уніфікований сигнал постійного струму. Датчики ДМ5007АЕх - є вибухозахищеними з видом вибухозахисту: "Іскробезпечний електричний ланцюг" з маркуванням з вибухозахисту "0ЕхІаІСТ5Х". Прилади відповідають вимогам електромагнітної сумісності до групи ІІ



Рисунок 3.1.4 – Датчик тиску ДМ5007АЕх-ДІ

Таблица 3 - Технические характеристики

Тип приладу	Датчик тиску вибухозахищений з видом вибухозахисту "Іскробезпечний електричний ланцюг"
Ступінь захисту	IP65
Межа основної похибки	±0.25%; ±0.5%
Кліматичне виконання	У2
Температура довкілля мінус	мінус 40 до плюс 70 °С; від мінус 55 до плюс 70 °С
Віброзахист	Віброзахист витримує вплив вібрації з частотою до 100 Гц з амплітудою до 2,5 мм
Міжповірочний інтервал	3 роки
Корпус	Нержавіюча сталь
Штуцер	Нержавіюча сталь
Різьблення приєднувального штуцера	M20*1,5-8g; R1/2; G1/2-B
Маса приладу	не більше 0,4 кг

Максимальні верхні межі вимірювання датчиків ДМ5007АЕх-ДІ

ДИ	10; 16; 25; 60; 63; 100; 160; 250; 400; 600; 630 кПа
	0,25; 0,4; 0,6; 1; 1,6; 2,5; 4; 6; 6,3; 10; 16; 25; 40; 60; 63; 100; 160; 250 МПа

Порівнявши технічні характеристики датчиків ДМ5007А-ДІ і ДМ5007АЕх-ДІ можна зробити висновок, що обидва датчика мають ідентично технічні характеристики, але ДМ5007АЕх-ДІ має вибухозахищене виконання, що в умовах вибухонебезпечного виробництва відіграє найважливішу роль. Тому використовуємо датчик тиску ДМ5007АЕх-ДІ

3.2 Вибір електропривода клапана

Для управління подачі реакційної суміші на редуційний вентиль необхідно обрати автоматичний клапан. Проведемо вибір між:

а) BELIMO EXNROBSR1SR1

Призначений для управління кульовими клапанами. Встановлюється на клапани Белімо до ДУ50 включно. Для установки на клапани інших виробників необхідно перевірити відповідність посадочних розмірів і зусилля.

Зовнішній вигляд електропривода представлений на рисунку 3.2.1



Рисунок 3.2.1 - електропривода клапана BELIMO EXNROBSR1SR1

Основні технічні характеристики:

Зусилля: 10Нм.

Напруга живлення: 24В.

Споживана потужність 1.5Вт

Керуючий сигнал 0-10В

Час повороту 140с

Кут повороту макс 90 °

Ступінь захисту IP66, 1EXdIIcT6.

б) MADAS MN28

Всі деталі електромагнітного клапана MN28, які безпосередньо контактують з рідиною, зроблені зі сплавів алюмінію і нержавіючої сталі. У порівнянні з іншими моделями, керованими мембраною, клапан MN28 може працювати безперервно навіть в замкнених системах з диференціальним тиском від 0 до 0,8 МПа. Дуже швидкий час відкриття / закриття дозволяє застосовувати клапан MN28 в системах, де необхідне точне дозування рідин.

Зовнішній вигляд електропривода представлений на рисунку 3.2.2



Рисунок 3.2.2 – електропривода клапана MADAS MN28.

Основні технічні характеристики MADAS MN28:

Момент, що обертає: 5 Нм

Живлення: 24 В

Приєднання: фланцеве

Серія: 87

Управління: 0 ... 10 В

Споживана потужність 1.5Вт

Порівнявши технічні характеристики електропривода клапана BELIMO EXNROBSR1SR1 і MADAS MN28 можна зробити висновок, що по своїх параметрах підходять обидва клапана, але так як в MADAS MN28 відсутній вибухозахист, що в умовах вибухонебезпечного виробництва відіграє найважливішу роль, тому вибираємо BELIMO EXNROBSR1SR1.

3.3 Вибір датчиків температури

Для вимірювання температури в гранулюючому агрегаті, трубчастому реакторі можливе використання наступних датчиків температури:

а) ДТС015Д-Pt100.0.5.100.I.EXD-T6 [73]

Термоперетворювачі ДТС у вибухозахищеному виконанні призначені для безперервного вимірювання температури різних робочих середовищ (пар, газ, вода, сипучі матеріали, хімічні реагенти і т.п.), неагресивних до матеріалу корпусу датчика і перетворення отриманих значень в уніфікований струмовий вихідний сигнал 4...20 мА. Можуть застосовуватися для вимірювання температури вибухонебезпечних сумішей газів, парів, а також легкозаймистих і вибухових речовин.

Зовнішній вигляд датчика температур представлена на рисунку 3.1.

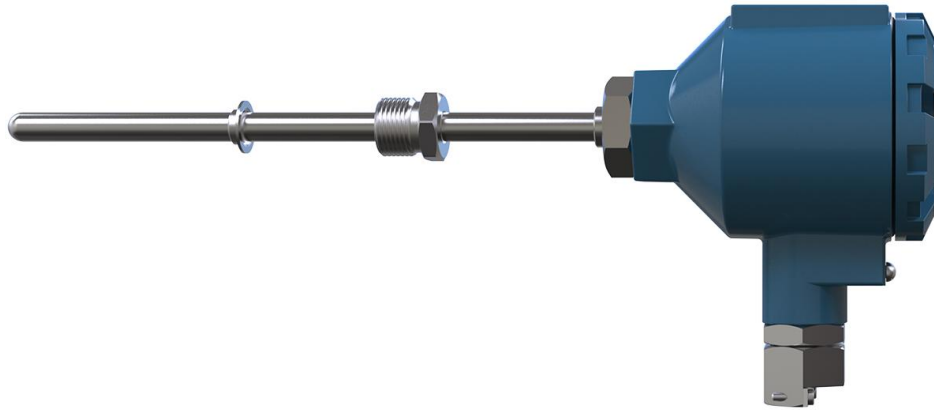


Рисунок 3.3.1 - Датчик температури ДТС015Д-Pt150.0.5.100.I.EXD-T6 [73]

Технічні характеристики:

Тип вихід: аналоговий.

Діапазон вимірюваних температур: 0 ... + 250 ° C.

НСХ: Pt100.

Вихідний сигнал: 4 ... 20 мА.

Клас точності: $\pm 0,5\%$.

Міжповіро́чний Інтервал - 2 роки.

б) Термоперетворювач ДТС020 50м термометр опору з комутаційної голівкою EXIA

Датчики призначені для безперервного вимірювання температури рідких, паро- та газоподібних середовищ, сипучих матеріалів і твердих тіл в різних галузях промисловості, а також в системах теплопостачання, вентиляції і кондиціонування повітря. Датчики перетворюють зміна температури в зміну електричного опору постійному струму.

Зовнішній вигляд датчика температур представлена на рисунку 3.3.2.



Рисунок 3.3.2 - Термоперетворювач опору ДТС020 50м

Технічні характеристики:

Діапазон вимірюваних температур від -50 до +250 ° С;

Вихідний сигнал: електричний опір постійному струму;

Основна приведена похибка 0.5%;

Напруга живлення від 18 до 24 В;

Ступінь захисту від впливу пилу і води IP65 по ГОСТ 14254

Вид вибухозахисту "вибухонепроникна оболонка d"

Порівнявши технічні характеристики датчиків ДТС020Д-
Pt150.0.5.100.I.EXD-T6 [73] і ДТС015, можна зробити висновок, що обидва
датчика мають схожі параметри, але ДТС020Д-Pt150 має вбудований
нормуючий перетворювач, виявлення несправностей. Тому будемо
використовувати датчик температури ДТС020Д-Pt150.0.5.100.I.EXD-T6 .

3.4 Вибір датчика концентрації кисню

Для вимірювання концентрації кисню в дичильнику можливе
використання наступного датчика кисню:

а) WALCOM FGD-O2 – промисловий датчик контролю концентрації
кисню у повітрі в діапазоні 0–30 % VOL.

Пристрій має ергономічний дизайн та міцний вибухозахищений корпус
(Ex d II СТ6) для роботи в промислових умовах. Прилад оснащений
удосконаленим датчиком каталітичного типу з високою чутливістю та
відтворюваністю показань. FGD-O2 використовує природну дифузію при

вимірюванні концентрації O₂. Результати вимірювання концентрації газу в повітрі перетворюються на уніфікований вихідний сигнал 4–20 мА, а також на цифровий сигнал, який може бути переданий через інтерфейс RS485.

WALCOM FGD-O₂ можна підключити до панелі керування через роз'єм RS485, для відображення результатів вимірювання на дисплеї.

Промисловий датчик кисню (0–30 % VOL, 4–20 мА/RS485) WALCOM FGD-O₂ застосовують для виявлення небезпечних концентрацій O₂ під час проведення підземних робіт, на шахтах, у промислових та сільськогосподарських приміщеннях, на станціях зрідженого газу для забезпечення безпеки працівників .

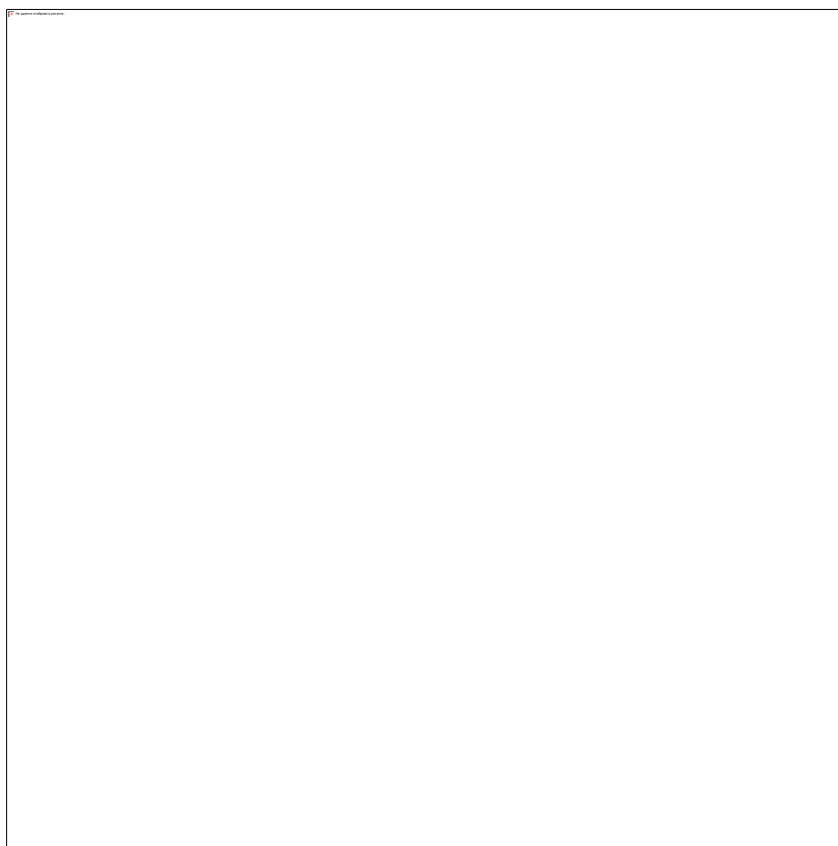


Рисунок 3.4.1 – Датчик кисню WALCOM FGD-O₂

Таблиця 4 - Технічні характеристики промислового датчика кисню (0-30% VOL, 4-20 mA/RS485) WALCOM FGD-O2

Діапазон вимірів	0 ~ 30 % VOL
Разрешение	0.1 % VOL
Точність виміру	$\leq \pm 5 \% \text{ F.S.}$
Тип датчика	Каталітичний
Метод відбору проб	Дифузія
Вихідний сигнал	4-20мА, 0-5В, RS485, реле, бездротові цифрові (додатково)
Час відповіді	$\leq 30 \text{ с}$
Час відновлення	$\leq 10 \text{ с}$
Повторюваність	$\leq \pm 1\%$
Помилка лінійності	$\leq \pm 1\%$
Нульове зміщення	$\leq \pm 1\% \text{ (FS/рік)}$
Підключення	Розмір різьбової шлангової труби G1/2 Розмір різьблення M45 x 2 мм
Робоча температура повітря	-20 ~ 55 °C
Вибухозахисність	Ex d II CT6
Робоча напруга	24 В DC
Габарити пристрою	190 × 150 × 95 мм

3.5 Вибір пристрою плавного пуску

Пристрої плавного пуску використовуються для забезпечення м'якого (плавного) пуску і останов двигуна. Проведемо вибір ППП між:

а) УПП2-3К5-В

Лінійка пристроїв плавного пуску УПП2 забезпечують управління пуском і зупинкою електродвигуна потужністю до 110 кВт в режимі плавного наростання напруги і розроблені для використання з зовнішнім пристроєм захисту електродвигуна.

Зовнішній вигляд ППП представлений на рисунку 3.5.1



Рисунку 3.5.1 - Зовнішній вигляд УПП2-3К5-В

Основні технічні характеристики:

Мережа живлення, В : $3 \times 200 \dots 440$ В ;

Частота електроживлення, Гц: 45 ... 66;

Потужність: 3,5кВт;

Час розгону: 2 ... 20 сек;

Час гальмування: 2 ... 20 сек;

Керуюча напруга: 110 ... 240 В (2-дротове підключення),

380 ... 440 В (3-дротове підключення);

Вхідні керуючі клеми:

Клема пуску N1 (Нормально-разомкнута, макс. 300 В АС),

Клема зупинки N2(Нормально-замкнута, макс. 300 В АС;

вихідні реле)

Ступінь захисту

IP20 - до 30 кВт, IP00 - 30 ... 110 кВт

Діапазон робочих температур: -10 ... + 60 ° С.

б) RSE 4003В

Пристрої плавного пуску / зупинки RSE 4003В, призначене для плавного запуску/зупинки трифазного короткозамкнутого асинхронного електродвигуна.

Пристрій плавного пуску зменшують пусковий струм і, отже, ривки на валу двигуна в момент пуску / зупинки. Під час роботи напівпровідникові силові елементи шунтуються за допомогою вбудованого електромеханічного реле.

Зовнішній вигляд ППП представлений на рисунку 3.13



Рисунок 3.5.2 - Зовнішній вигляд ППП RSE 4003В

Технічні характеристики:

Потужність: 3,5 кВт

Час розгону: 5,5 - 7,5 секунд

Час зупинки: 6,0 - 10 секунд

Індикація живлення: Зелений індикатор

Індикація розгону / зупинки: Жовтий індикатор

Ступінь захисту: IP20

Температура робочого середовища: -20° - $+50^{\circ}$ C

Порівнявши технічні характеристики пристроїв плавного пуску / зупинки УПП2 і RSE 4003B можна зробити висновок, що обидва пристрої плавного пуску мають практично однакові технічні характеристики. Але в пристрої плавного пуску RSE 4003B відсутня вхідні керуючі клеми, що необхідно згідно з технічним завданням Тому будемо використовувати пристрій плавного пуску УПП2-3К5-В.

3.6 Вибір Перетворювача частоти

Регулювання швидкості обертання повітродувки , вібросита проводиться шляхом зміни швидкості обертання електродвигунів. Для цього в ланцюзі живлення електродвигунів необхідно встановити перетворювачі частоти:

ОВЕН ПЧВ103-4К0-В

Універсальна лінійка частотних перетворювачів може бути використана для управління приводами на базі асинхронних двигунів в промисловості і ЖКГ. Широкий набір функцій для вирішення базових завдань частотного управління.

Основні функціональні можливості:

Плавний пуск і останов двигуна;

Компенсація навантаження і ковзання;

Автоматична адаптація двигуна без обертання;

Автоматична оптимізація енергоспоживання, що забезпечує найвищий рівень енергоефективності;

Повна функціональна і апаратна діагностика і захист роботи ПЧВ;
Вбудований ПІ-регулятор для управління в замкнутому контурі
(підтримання тиску, температури, рівня і т.д.);

Вбудований ПЛК для вирішення складних завдань управління і
позиціонування приводу

Гнучка структура управління з можливістю одночасного управління по
фізичним входів і по інтерфейсу RS-485, що забезпечує зручну інтеграцію в
сучасні системи управління і диспетчеризації.

Зовнішній вигляд ПЧ представлений на рисунку 3.6.1



Рисунок 3.6.1 – Перетворювач частоти ОВЕН ПЧВ103-4К0-В.

Основні технічні характеристики

Мережа живлення: 3 фази, 380...480 В;

Потужність: 4.0 кВт ;

Вихідна частота, Гц: 0...200 Гц(VC),0...400 (U/F);

Цифрові входи

(імпульсні) 5 (1);

Аналогові входи 2 (1 U/I, 1 I);

Аналогові виходи 1 I;

Релейні виходи 1 (240 В, 2 А);

Протокол RS-485 Modbus RTU;

Вбудовані джерела живлення 10 В/15 мА, 24 В/130 мА;

Діапазон робочих температур: 0 ... 40 °С

Температура при зберіганні і транспортуванні -20...+70 °С

б) HUNDAI n700e045hf

N700E має можливості взаємодії перетворювача з іншими пристроями системи частотного управління приводом значно розширені за рахунок збільшення кількості дискретних і аналогових виходів. N700E має два релейних і два аналогових струмовий вихід, які при необхідності може використовуватися як цифрова. Це розширює можливості використання N700E в системах каскадного управління насосами, а також покращує організацію роботи додаткових систем автоматики.

У N700E значно розширені функціональні можливості, а саме режими: Надструм, перевантаження (електронна термальна), надмірне напруження, недостатня напруга, помилка зв'язку, виявлення зовнішнього короткого замикання, ненавмисний запуск - помилка USP, електрично стирається програмований ПЗУ, зовнішня помилка, замикання на землю, перегрів з виконанням спеціальних алгоритмів роботи приводів.

Зовнішній вигляд ПЧ представлений на рисунку 3.6.1



Рисунок 3.6.2 – Перетворювач частоти HUNDAI n700e045hf.

Основні технічні характеристики:

Мережа живлення: 3 фази, 380...480 В (4.5 кВт)

Вихідна частота, Гц: 0...400 (U/F)

Цифрові входи (імпульсні): 5 (1)

Аналогові входи: 2 (1 U/I, 1 I)

Аналогові виходи: 1 I

Релейні виходи: 1 (240 В, 2 А)

Протокол: RS-485 Modbus RTU

Вбудовані джерела живлення: 10 В/15 мА, 24 В/130 мА

ПД регултор: вбудований

Температура при зберіганні і транспортуванні -20...+70 °С

Порівнявши технічні характеристики ПЧ ОВЕН ПЧВ103-4К0-В та HUNDAI n700e045hf, можна зробити висновок, що при схожих параметрах ОВЕН ПЧВ103-4К0-В має меншу вартість, також беремо до уваги, те що вся система автоматизація побудована на засобах ОВЕН, ми обираємо саме ПЧВ103.

3.7 Вибір контролера

Контролер вибираємо виходячи із забезпечення необхідної швидкодії, обсягу пам'яті, можливості узгодження з АРМ, простоти налаштування і експлуатації, а також з огляду на кількість входів і виходів, їх вид.

На підставі таблиці 1.1 і аналізу процесу виробництва поліетилену при високому тиску висунемо вимоги до портів контролера, таблиця 5.

Таблиця 5 – Вимоги до портів контролера.

Сигнал	Кількість сигналу
Аналогові входні	16
Дискретні входні	9
Аналогові вихідні	8
Дискретні вихідні	20

Таким чином, для управління технологічним процесом можливе використання наступних контролерів:

а) ОВЕН ПЛК 160

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

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

Конструктивні особливості ОВЕН ПЛК 160

Контролер виконаний в компактному DIN-рейковому корпусі

Розширення кількості точок введення\ виведення здійснюється шляхом підключення зовнішніх модулів введення \ виводу за допомогою одного з вбудованих інтерфейсів.

Обчислювальні ресурси ОВЕН ПЛК 160

У контролері закладені потужні обчислювальні ресурси при відсутності операційної системи:

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

Зовнішній вигляд ПЛК представлений на рисунку 3.7.1



Рисунок 3.7.1 – ОВЕН ПЛК 160

Технічні характеристики:

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

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

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

б) ОВЕН ПЛК154

ОВЕН ПЛК154 - моноблочний контролер з дискретними і аналоговими входами / виходами на борту для автоматизації малих систем

Призначення контролера ОВЕН ПЛК154:

Створення систем управління малими та середніми об'єктами.

Побудова систем диспетчеризації.

Особливості ОВЕН ПЛК154:

Компактний DIN-рейковий корпус.

Дискретні і аналогові входи / виходи на борту.

Наявність послідовних портів (RS-485, RS-232) і Ethernet.

Розширення кількості точок введення / виведення здійснюється шляхом підключення зовнішніх модулів введення / виведення за допомогою одного з вбудованих інтерфейсів.

Конкурентні переваги ОВЕН ПЛК154:

Відсутність ОС, що підвищує надійність роботи контролерів.

Швидкість роботи дискретних входів - до 10 КГц при використанні підмодулей лічильника. Велика кількість інтерфейсів на борту: Ethernet, 2 послідовних порту.

Розширений температурний діапазон роботи: від -20 до +70 С.

Вбудований акумулятор, що дозволяє «перечікувати» зникнення живлення: виконання програми при пропажі живлення і переклад вихідних елементів в «безпечний стан».

Вбудований годинник реального часу.

Контролер підтримує роботу з нестандартними протоколами за допомогою одного з портів, що дозволяє підключати такі пристрої як електро-газо-, водолічильники, зчитувачі штрих-кодів і т.п.

Зовнішній вигляд ПЛК представлений на рисунку 3.7.2

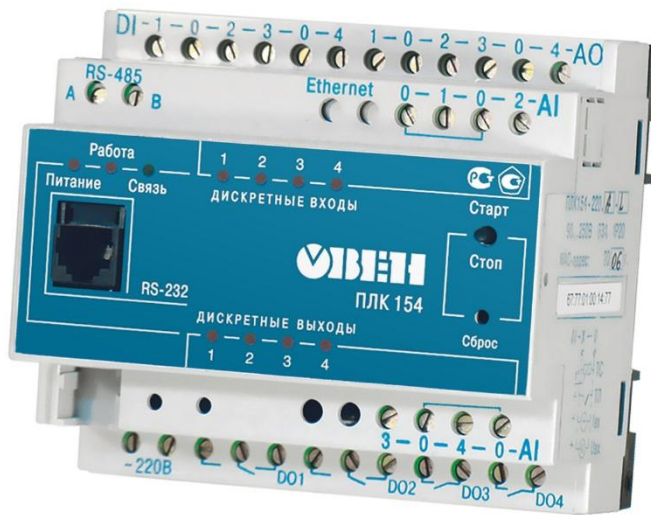


Рисунок 3.7.2 – ОВЕН ПЛК 154

Технічні характеристики:

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

Порівняв технічні характеристики контролерів ПЛК160 и ПЛК154, робимо висновок, що головна різниця між контролерами в кількості вхідних і вихідні

каналів, а так як виробництво потребує регулюванню великої кількості параметрів, обираєм контроллер ПЛК160.

Так як вбудованих аналогових входів/виходів недостатньо, то виникає необхідність використання додаткових модулів введення/виведення аналогових і дискретних сигналів.

Виходячи з таблиці вхідних сигналів нам необхідно 1 модуль вводу аналогових сигналів ОВЕН МВ110-8А.

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

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

Прилад має наступні групи гальванічно ізольованих ланцюгів:

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

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

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

Модуль введення аналогових сигналів представлений на рисунку 3.7.3



Рисунок 3.7.3 - ОВЕН МВ110-8А

Основні особливості модуля швидкісного введення аналогових сигналів МВ110-8АС

- 8 каналів аналогового введення
- Типи вхідних сигналів: уніфіковані сигнали струму (0-20 мА, 4-20 мА, 0-5 мА) і напруги (0-10 В)
- Частота вимірів: до 200 вибірок в секунду
- Напруга живлення: ~ 220 В або 24 В (в залежності від модифікації)
- Вбудований джерело живлення датчиків: 24 В, 180 мА (для модифікації зі змінним напругою живлення).

Виходячи з таблиці вхідних сигналів нам необхідно 1 модуль виводу аналогових сигналів ОВЕН МВ110-6У, та 1 модуль виводу дискретних сигналів ОВЕН МВ110-16Р.

Модуль аналогово виводу МУ110-6У

Прилад призначений для перетворення цифрових сигналів, які передаються по мережі RS-485, в аналогові сигнали діапазоном від 0 до 10 В для управління виконавчими механізмами або для передачі сигналів приладів реєстрації та самописцям.

МУ110 працює в мережі RS-485 за протоколами ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON.

МУ110 не є Майстром мережі, тому мережа RS-485 повинна мати Майстер мережі, наприклад, ПК із запущеною на ньому SCADA-системою, контролер або регулятор.

До МУ110 надається безкоштовний OPC-драйвер і бібліотека стандарту WIN DLL, які рекомендується використовувати при підключенні приладу до SCADA-системам і контролерам інших виробників.

Конфігурація МУ110 здійснюється за допомогою ПК через адаптер інтерфейсу RS-485 / RS-232 або RS-485 / USB (наприклад, ОВЕН АС3-М або АС4, відповідно) за допомогою програми «Конфігуратор М110», що входить в комплект поставки.

Прилад відповідає вимогам по стійкості до впливу перешкод відповідно ГОСТ Р 51522.

Модуль аналогово виводу МУ110-8У представлений на рисунку 3.7.4



Рисунк 3.7.4 – Модуль аналогово виводу МУ110-8У.

Основні особливості модуля аналогово виводу МУ110-8У:

8 каналів аналогово виводу

Споживана потужність, ВА: не більше 6;
Кількість аналогових вихідних елементів:6;
Тип аналогових вихідних елементів: ЦАП «параметр - напруга 0 ... 10 В»;
Основна приведена похибка ЦАП,%,: не більше $\pm 0,5$;
Діапазон напруг живлення виходу, В: 12 ... 36;
Інтерфейс зв'язку з комп'ютером: RS-485;

Модуль дискретного виводу МУ110-16Р

Прилад призначений для управління за сигналами з мережі RS-485 вбудованими дискретними ВЕ, використовуваними для підключення виконавчих механізмів з дискретним керуванням.

Вбудовані ВЕ можуть працювати в режимі ШІМ.

МУ110 працює в мережі RS-485 за протоколами ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON.

МУ110 не є Майстром мережі, тому мережа RS-485 повинна мати Майстер мережі, наприклад, ПК із запущеною на ньому SCADA-системою, контролер або регулятор. До МУ110 надається безкоштовний OPC-драйвер і бібліотека стандарту WIN DLL, які рекомендується використовувати при підключенні приладу до SCADA-системам і контролерам інших виробників.

Конфігурація МУ110 здійснюється на ПК через адаптер інтерфейсу RS-485 / RS-232 або RS-485 / USB (наприклад ОВЕН АС3-М або АС4) за допомогою програми «Конфігуратор М110», що входить в комплект поставки.

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

Модуль дискретного виводу МУ110-16Р представлений на рисунку 3.7.5



Рисунок 3.7.5 – Модуль дискретного виводу МУ110-16Р

Основні особливості модуля дискретного виводу ОВЕН МУ110-16Р:

- 16 каналів дискретного виводу, групова розв'язка
- Типи вихідних елементів: Р - е / м реле 3 А ~ 250 В або = 30 В
- Можливість видачі ШІМ-сигналу з будь-якого Вихід
- Напруга живлення: ~ 220 В або = 24 В (в залежності від модифікації)

3.9 Вибір блока живлення

Так як в системі автоматизація використовуються прилади які працюють при пониженій напрузі, то виникає необхідність передбачити окремий блок живлення, такими блоками можуть служити:

а) ОВЕН БП60

Блок живлення призначений для живлення стабілізованою напругою постійного струму спектру радіоелектронних пристроїв – релейної автоматики, контролерів, датчиків і т.п.

Основні функції:

перетворення змінного (постійного) напруги в постійне стабілізоване у двох або чотирьох незалежних каналах

обмеження пускового струму

захисту від перенапруги й імпульсних завад на вході
захист від перегрузки, короткого замикання і перегріву
регулювання вихідного напруги за допомогою внутрішнього
підлаштування резистора в діапазоні $\pm 8\%$ від номінального вихідного напруги
зі збереженням потужності
індикація про наявність напруги на виході кожного каналу

Зовнішній вигляд блоку живлення ОВЕН БП60 представлений на рисунку
3.9.1



Рисунок 3.9.1 – Блок живлення ОВЕН БП60

Основні технічні характеристики БП60

Частота вхідної змінної напруги: 47...63 Гц

Поріг спрацьовування захисту по струму: не більше 1,5 I_{max}

Максимальна вихідна потужність: 60 Вт

Нестабільність вих. напруги при зміні напруги живлення: $\pm 0,2\%$

Нестабільність вих. напр. при зміні струму навантаження від 0,1 I_{max} до
I_{max}: $\pm 0,25\%$

Робочий діапазон температур: $-20...+50\text{ }^{\circ}\text{C}$

Коефіцієнт температурної нестабільності вихідної напруги в робочому діапазоні температур: $\pm 0,025\%$ / °С

Рівень радіоперешкод по ГОСТ Р 51527: група С

Ступінь захисту IP20

Вихідна напруга: $24 \pm 1\%$ В

Амплітуда пульсації вихідної напруги: 120мВ

Б) Мікрол БПС24-2к

Призначений для живлення стабілізованою напругою постійного струму 24В різних приладів і промислового обладнання

Галузь застосування

- Живлення нормують перетворювачів і блоків перетворення сигналів

- Живлення комплексу тензорезисторних вимірювальних перетворювачів теплоенергетичних параметрів

- Живлення датчиків з уніфікованим вихідним струмовим сигналом

- Живлення я датчиків тиску Сапфір-22, Сафір-22, Метран-43, -44, -45,

Зонд і ін.

- Живлення я датчиків температури ТСМУ, ТСПУ, ТХАУ, ТХКУ і ін.

Зовнішній вигляд блоку живлення Мікрол БПС24-2к представлений на рисунку 3.9.2



Рисунок 3.9.2 – Блок живлення Мікрол БПС24-2к

Технічні характеристики

- Кількість каналів: 2
- Гальванічне розділення: від мережі живлення, між каналами
- Номінальна вихідна напруги: 24 В
- Номінальний струм навантаження одного каналу: 150 мА
- Клас стабілізації вихідної напруги: 0,2%
- Захист від короткого замикання і перевантажень по кожному каналу
- Струм спрацьовування захисту: не більше 200 мА (по окремому замовленню не більше 50 мА)
- Струм короткого замикання: не більше 190 мА (по окремому замовленню не більше 30 мА)
- Автоматичне відновлення нормальної роботи після усунення перевантаження або короткого замикання
- Опір ізоляції: не менше 40МОм при 1000В
- Напруга живлення: від мережі змінного струму $\sim (220 \pm 22)$ В, (50 ± 1) Гц
- Потужність: не більше 9 Вт

- Маса блоку: не більше 1,0 кг
- Корпус (ВхШхГ): 77x100x110 DIN VDE 0470, IP30
- Кріплення: рейок DIN35x7.5 EN50022 або настінне

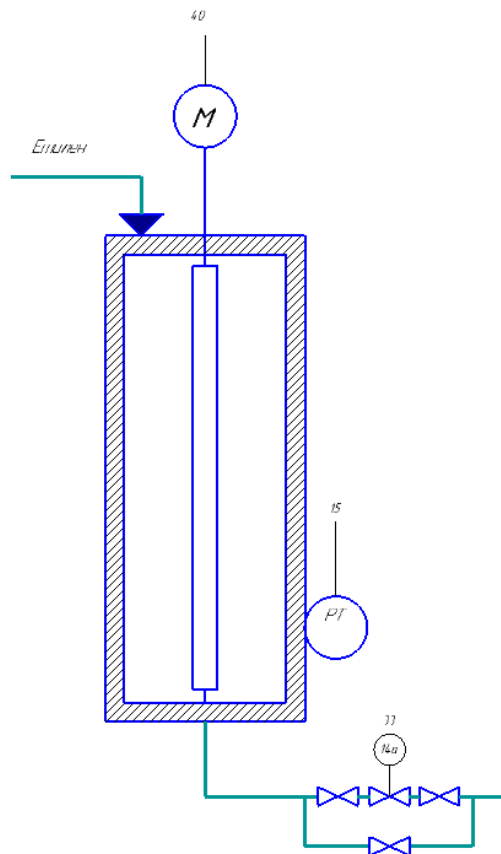
Порівнявши технічні характеристики блоків живлення ОВЕН БП60 та Мікрол БПС24-2к, можна зробити висновок, що по своїм параметрам нас задовольняє обидва блока живлення, але взявши до уваги, що переважна більшість засобів автоматизації використовується фірмі «ОВЕН», тому ми робимо вибір на користь ОВЕН БП60.

4 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

Основний процес полімеризації етилену проходить в трубчастому реакторі, трубчастий реактор являє собою вертикальним циліндром, що складається із зовнішнього корпусу і вставленого в нього внутрішнього патрона з мішалкою. Підігрів розчину і підтримання температур здійснюється за допомоги реакції полімеризації і виділення тепла підчас розчеплення молекул етилена на поліетилен , для підтримання температури 190-250 потрібно керувати мішалкою

4.1 Отримання математичного опису об'єкта управління

Контур регулювання температури в трубчастому реакторі зображений на рисунку 4.1



Рисунку 4.1- Контур регулювання температури в трубчастому реакторі
В результаті синтезу ми повинні отримати перехідний процес з такими показниками якості:

Час перехідного процесу – $t_p \leq 20$ хв

Перерегулювання – $\sigma \leq 5\%$

4.2 Отримання математичного опису об'єкта керування.

Математична модель об'єкта управління у вигляді кривої розгону представлена на рисунку 4.2.

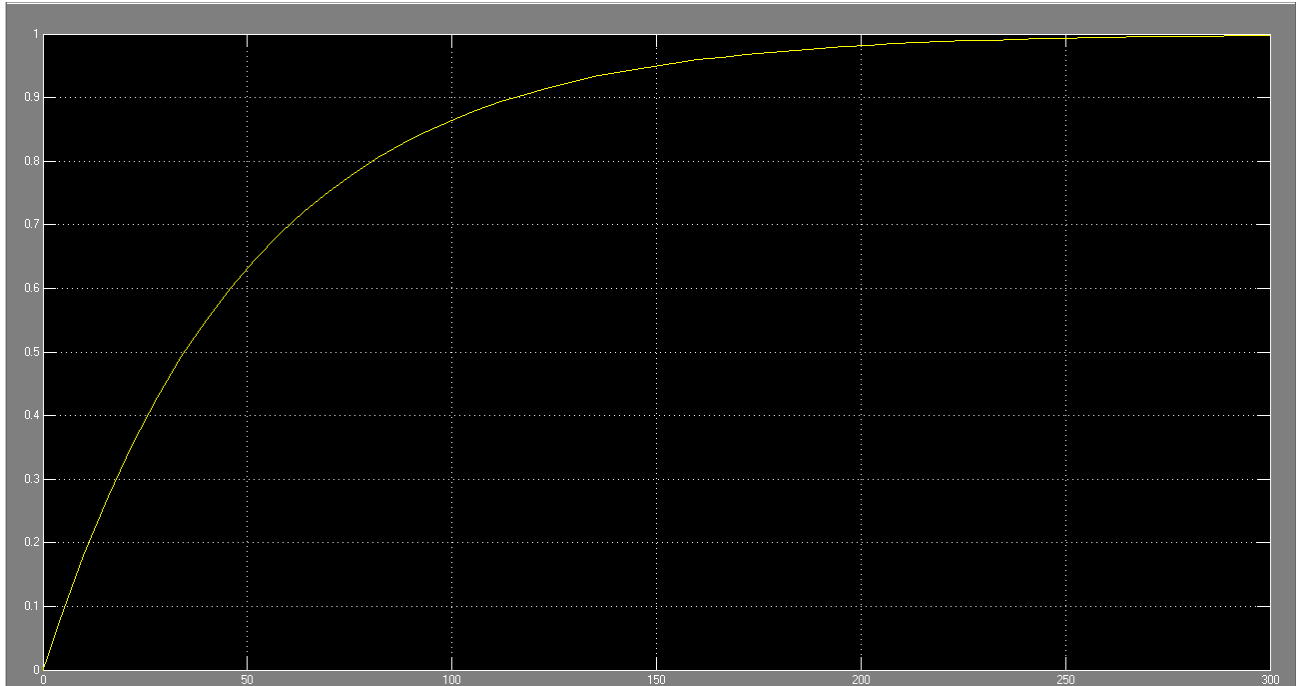


Рисунок 4.2 - Крива розгону об'єкта управління

Скористаємося методом Орманса для визначення передаточної функції. Завдяки цьому методу можливо визначити дві домінуючі постійні об'єкта управління відповідно до кривої розгону:

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

Визначення передаточної функції відбувається наступним чином:

1) З нормованої кривої розгону визначаємо час, що відповідає значенню $h = 0,7$ і позначаємо його t_7 . З графіка цей час дорівнює 60 секунди.

2) Отриману величину інтервалу ділимо на три частини. Піднімаємо перпендикуляр до кривої розгону і визначаємо величину h_{N4} . Відповідно до нашого графіка $h_{N4} = 0,33$. Всі необхідні побудови показані на малюнку .

3) Аналітично доведено зв'язок між точками кривої розгону і параметрами моделі, а саме $t_7 = 1,2 (T_1 + T_2)$. 4) Для визначення постійних часу об'єкта управління використовується допоміжна величина Z^2 , яку знаходять по номограмі.

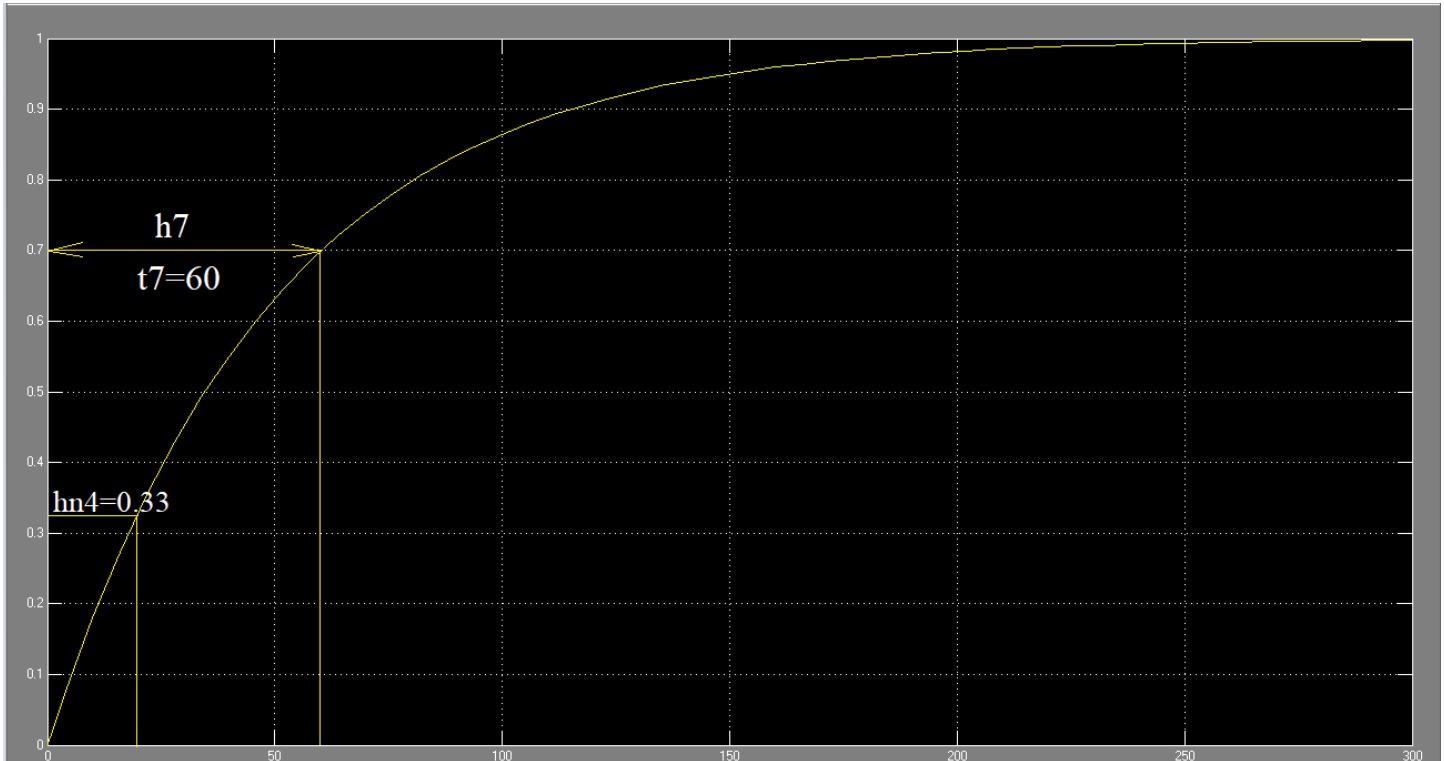


Рисунок 4.3 – Крива розгону

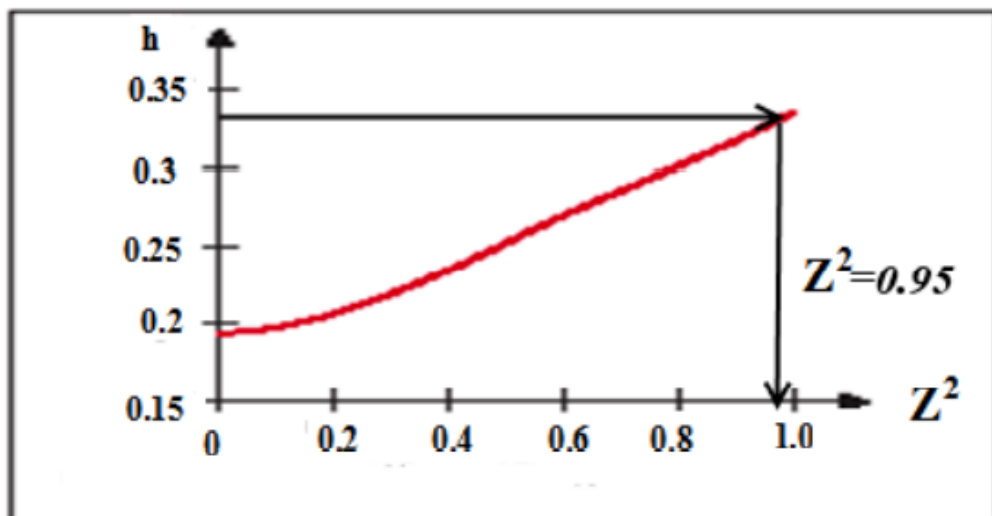


Рисунок 4.4 - Номограма для визначення величини Z^2

5) Для визначення постійних часу об'єкта управління T_1 і T_2 використовуються наступні формули

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

$$T_1 := \frac{60}{2.4}(1 + 0.975)$$

$$T_1 = 49.375$$

$$T_2 := \frac{60}{2.4} \cdot (1 - 0.975)$$

$$T_2 = 0.625$$

Т.к. $T_1 \gg T_2$, то можно перейти до моделі першого порядку:

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

Результуюча передаточна функція має наступний вигляд

$$W(p) := \frac{1}{49.375p + 1}$$

отриманою передаточною функцією будемо перехідну характеристику і зробимо порівняння з вихідною кривою розгону. Нормований графіки перехідних характеристик показані на рисунку .

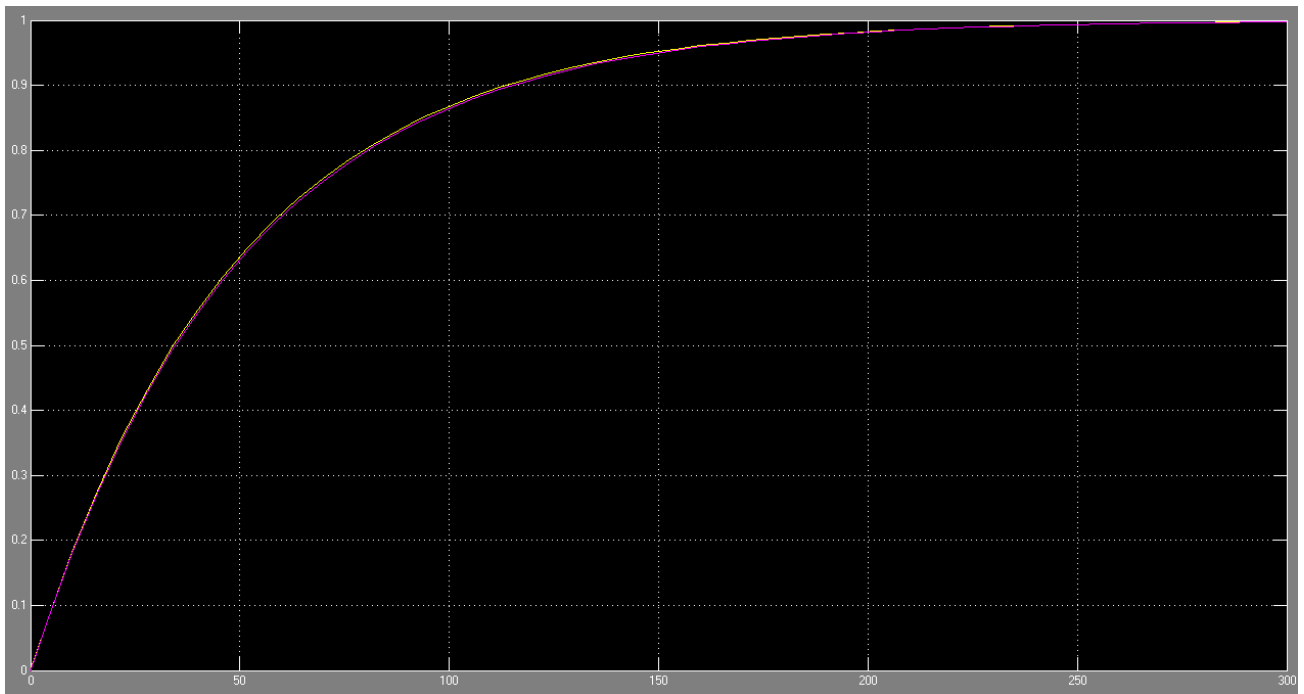


Рисунок 4.5 - Крива розгону з експерименту

4.3 Перевірка адекватності отриманих кривих розгон

Для перевірки відповідності перехідних характеристик скористаємося методом Фішера. Відповідно до цього методу необхідно весь інтервал часу поділити на 10 частин і потім визначати Y_i зад і $Y_{i\text{мод}}$. Ці значення записані до таблиці 5.

Таблиця 5 - Значення, отримані з перехідних характеристик

$Y_{\text{експ}}$	0.102	0.198	0.295	0.397	0.450	0.580	0.650	0.780	0.890	1
$Y_{\text{мод}}$	0.105	0.2	0.305	0.401	0.455	0.6	0.695	0.81	0.95	1
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

$$U_{\text{сер.зад}}=0,534$$

$$U_{\text{сер.мод}}=0,552$$

Всі розрахунки проводимо в математичному пакеті MathCad:

$$yz := \begin{pmatrix} 0.102 \\ 0.198 \\ 0.295 \\ 0.397 \\ 0.450 \\ 0.580 \\ 0.650 \\ 0.780 \\ 0.890 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$ym := \begin{pmatrix} 0.105 \\ 0.2 \\ 0.305 \\ 0.401 \\ 0.455 \\ 0.6 \\ 0.695 \\ 0.81 \\ 0.95 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$S1 := \frac{\sum_{i=0}^9 (yz_i - 0.534)^2}{9}$$

$$S2 := \frac{\sum_{i=0}^9 (ym_i - 0.552)^2}{9}$$

$$S1 = 0.089$$

$$S2 = 0.096$$

$$F := \frac{S1}{S2}$$

$$F = 0.927 \quad +$$

Згідно таблиці Фішера для $f1 = 10$, $f2 = 10$ визначасмо критерій Фішера. Для даних значень він дорівнює 2,98.

Так як згідно таблиці Фішера отриманий критерій менше ніж критерій по таблиці ($0,927 < 2,98$), то можна вважати, що дана модель адекватна.

Таблиця 2 критерій Фішера

f_2	f_1										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	245.95
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.31

4.4 Вибір регулятора та його параметрів налаштування

Для більш швидкого, простого та наглядного методу скористаємося математичним пакетом MATLAB. Збираємо схему регулювання, яка має вигляд

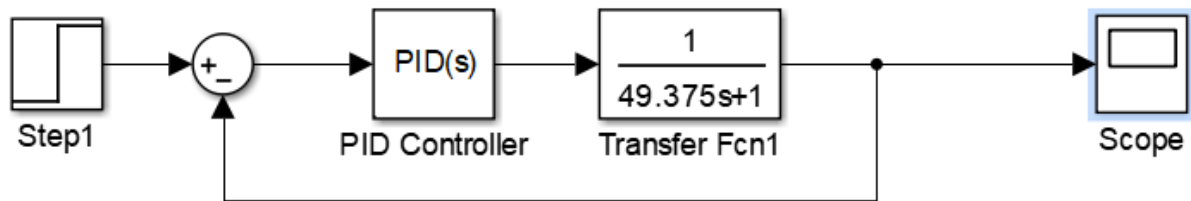


Рисунок 4.6- схема для моделювання

Вибирати будемо між промисловими П, ПІ, ПІД – регуляторами, головними критеріями при виборі будуть час регулювання, а також пере регулювання. Також буде приведена таблиця з параметрами всіх регуляторів. Підбор параметрів регулювання проводиться переміщенням необхідного повзунка.

4.4.1 П-регулятор

Безперервний ідеальний П- регулятор

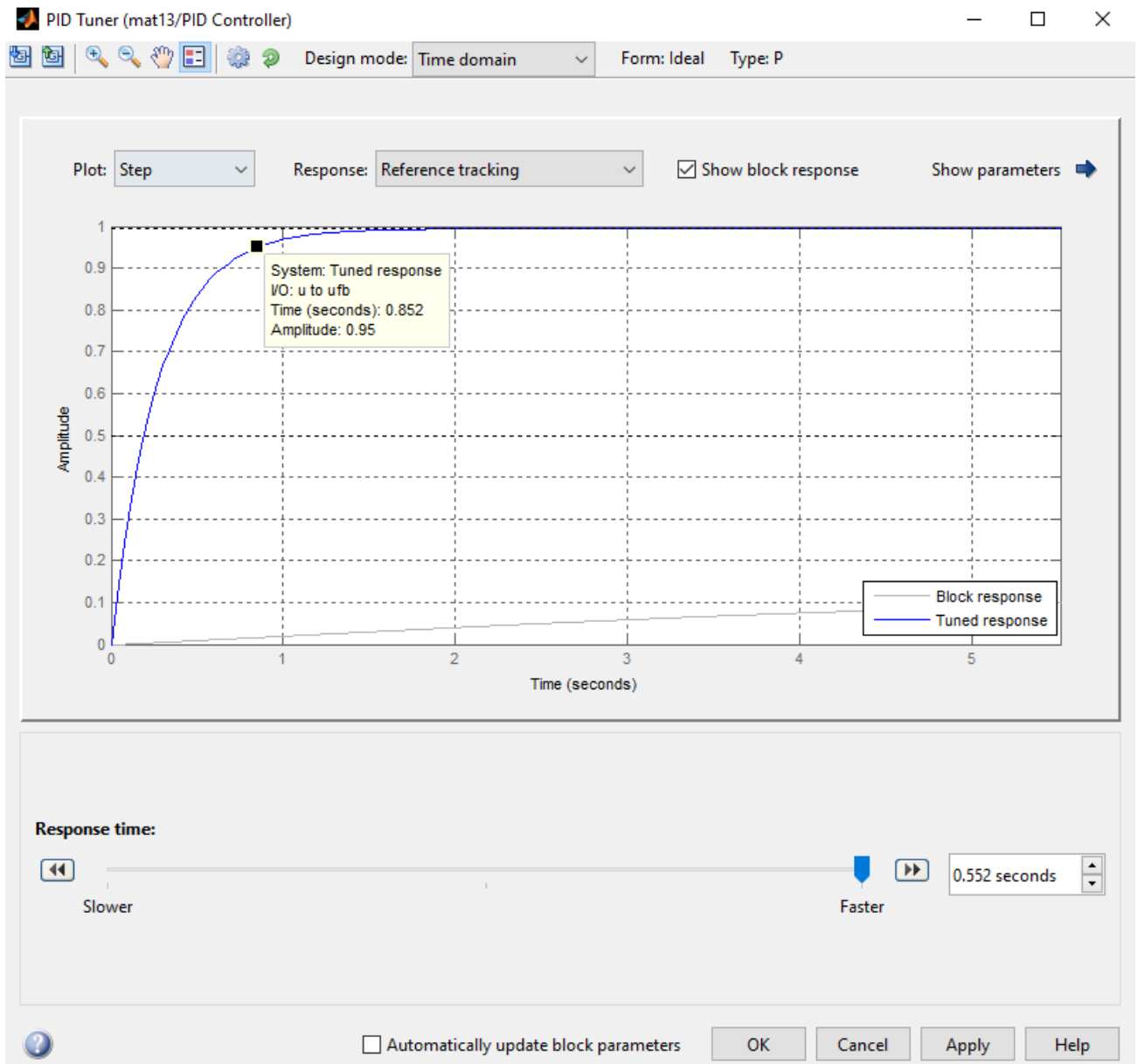


Рисунок 4.7- Результати моделювання

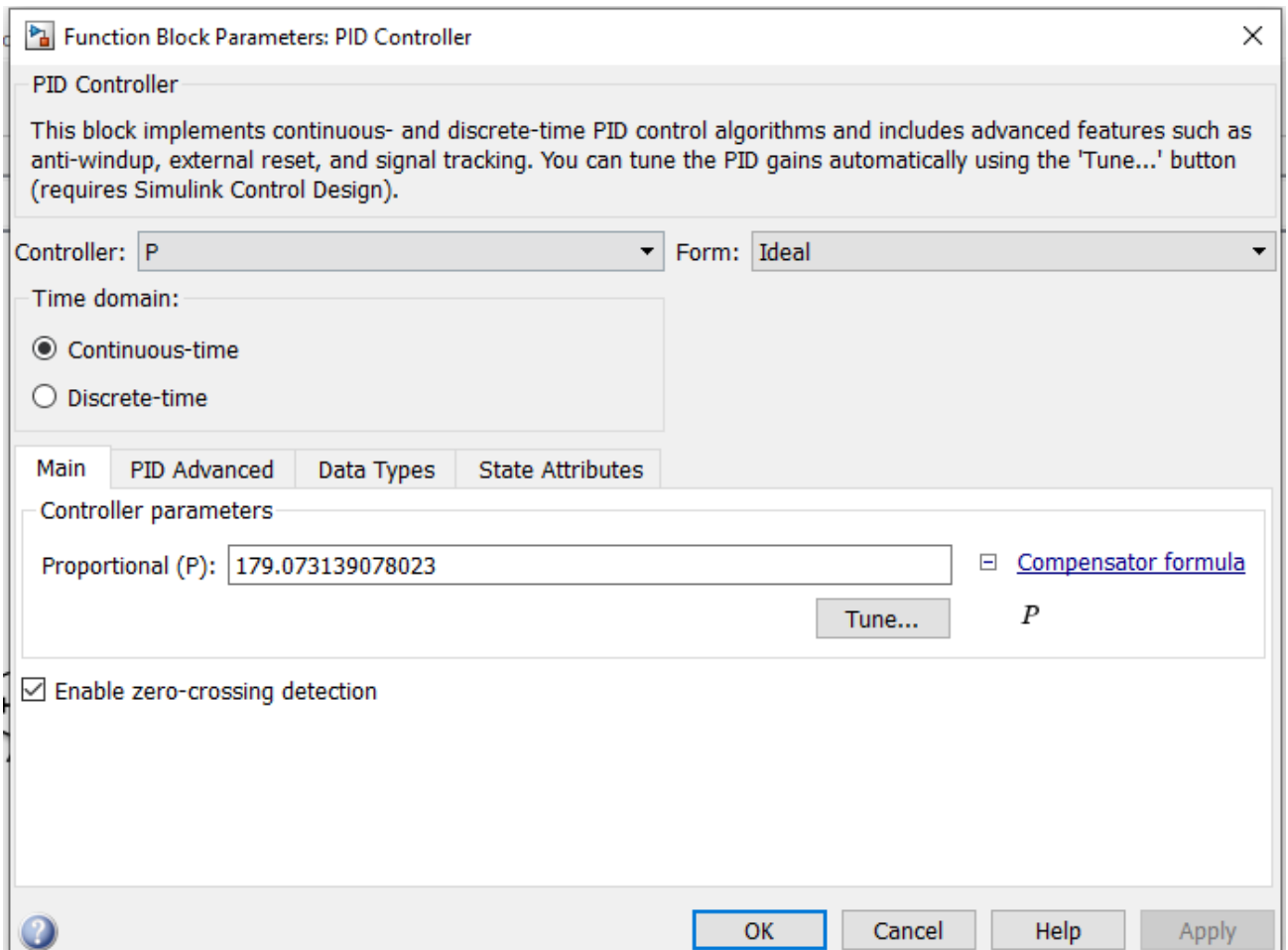


Рисунок 4.8- Налаштування П-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 179,0.7; час регулювання 0,8 секунди; перерегулювання немає. Безперервний ідеальний

П-регулятор при налаштування показав такі самі величини

4.4.2 ПІ-регулятор

Безперервний паралельний ПІ – регулятор

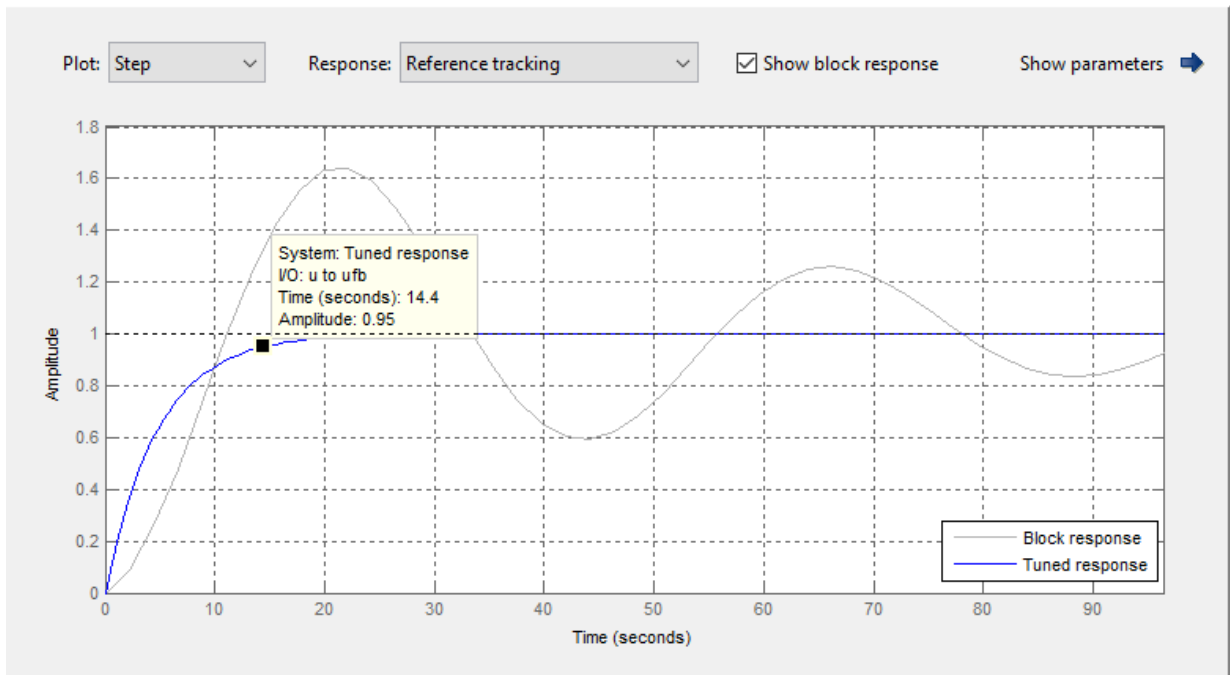


Рисунок 4.9- Результати моделювання

Function Block Parameters: PID Controller

PID Controller
This block implements continuous- and discrete-time PID control algorithms and includes advanced features such as anti-windup, external reset, and signal tracking. You can tune the PID gains automatically using the 'Tune...' button (requires Simulink Control Design).

Controller: **PI** Form: **Parallel**

Time domain:
 Continuous-time
 Discrete-time

Main | **PID Advanced** | Data Types | State Attributes

Controller parameters

Proportional (P): [Compensator formula](#)

Integral (I): $P + I \frac{1}{s}$

Initial conditions

Source:

Integrator:

External reset:

Ignore reset when linearizing
 Enable zero-crossing detection

Рисунок 4.10- Налаштування ПІ-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 10,23; час інтегрування – 0,2; час регулювання 14.4 секунди; перерегулювання 0%

Безперервний ідеальний ПІ – регулятор

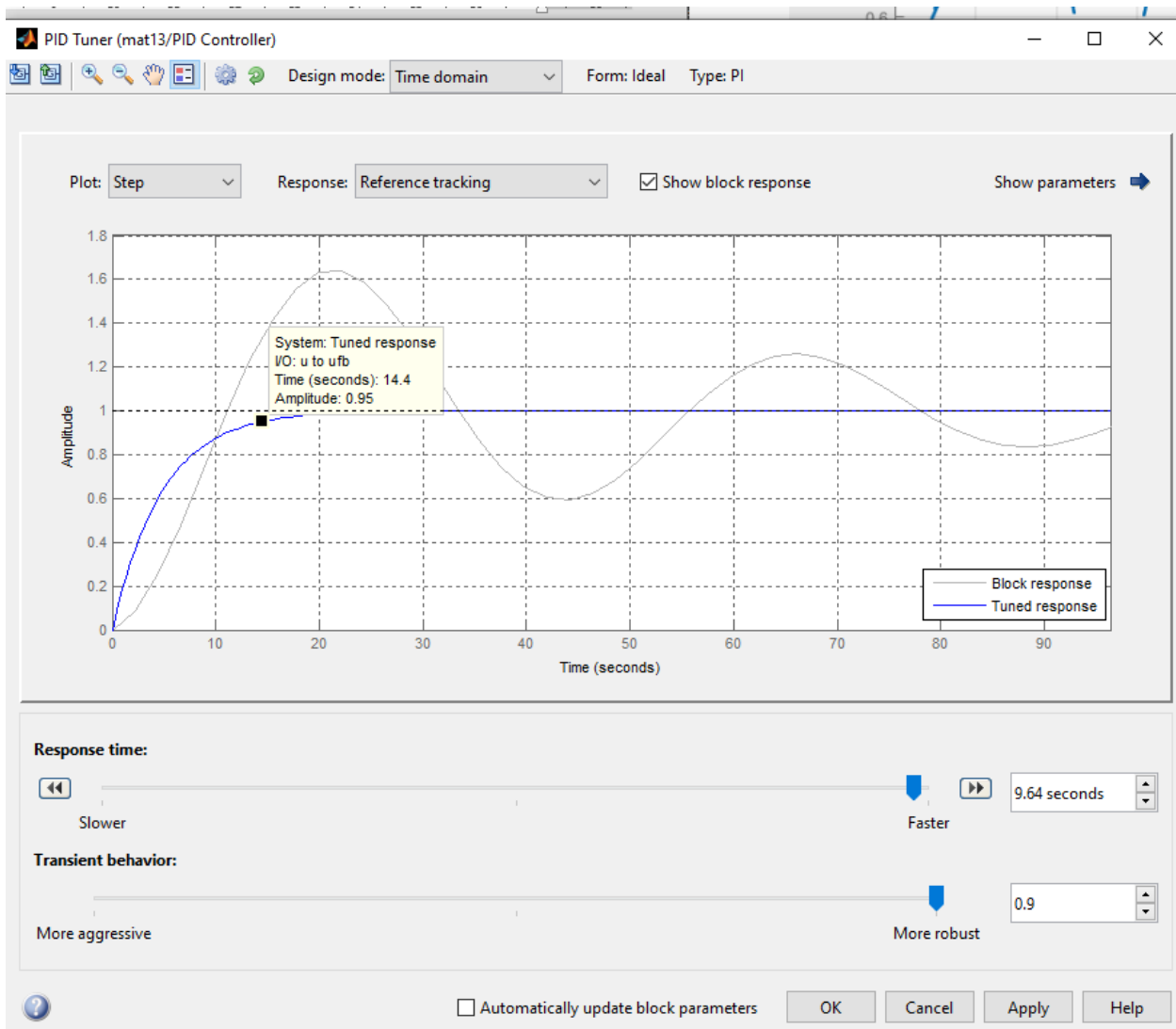


Рисунок 4.11- Результати моделювання

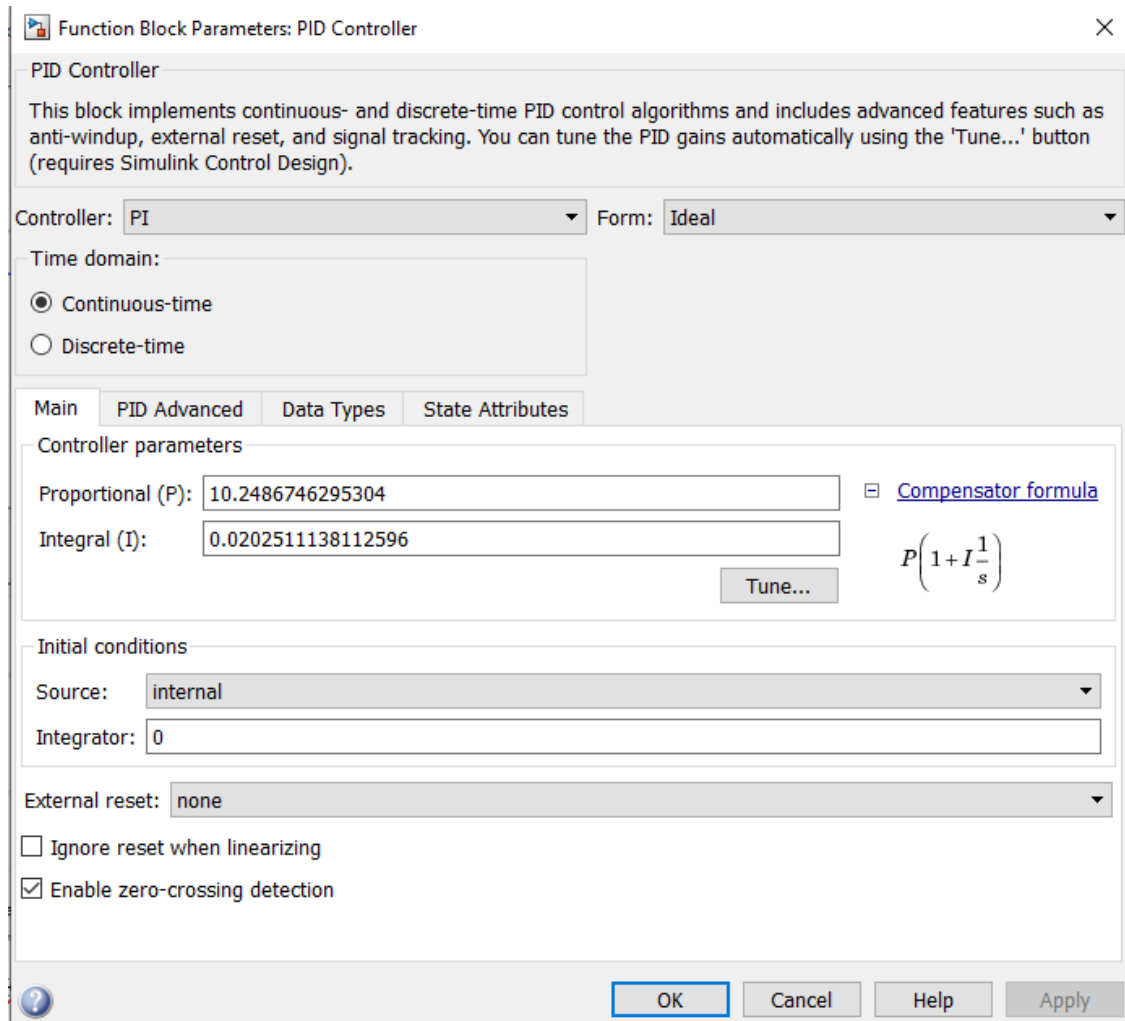


Рисунок 4.12- Налаштування ПІ-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 10,24; час інтегрування – 0,2; час регулювання 14.4 секунди; перерегулювання 0%

Дискретний паралельний ПІ – регулятор

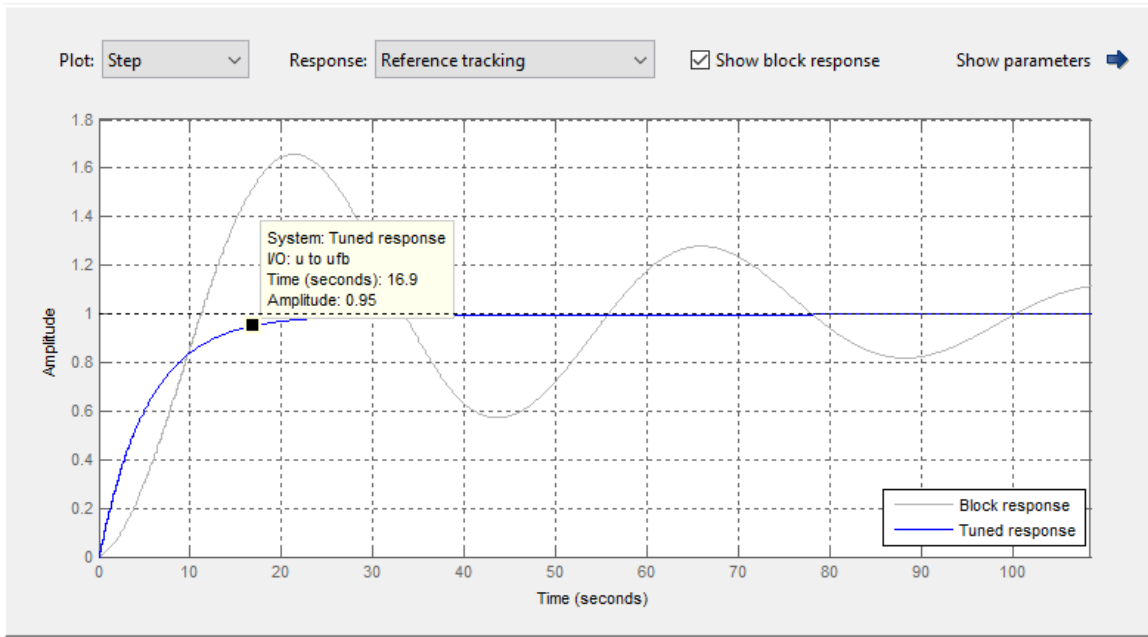


Рисунок 4.13- Результати моделювання

Function Block Parameters: PID Controller

PID Controller
This block implements continuous- and discrete-time PID control algorithms and includes advanced features such as anti-windup, external reset, and signal tracking. You can tune the PID gains automatically using the 'Tune...' button (requires Simulink Control Design).

Controller: **PI** Form: **Parallel**

Time domain:
 Continuous-time
 Discrete-time

Discrete-time settings
 Integrator method: **Forward Euler**
 Sample time (-1 for inherited): **0.1**

Main | **PID Advanced** | Data Types | State Attributes

Controller parameters

Proportional (P): Compensator formula
 Integral (I):

$$P + I \cdot T_s \frac{1}{z-1}$$

Initial conditions
 Source: **internal**
 Integrator:

External reset: **none**

Ignore reset when linearizing
 Enable zero-crossing detection

Рисунок 4.14- Налаштування ПІ-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 9.1; час інтегрування – 0,16; час регулювання 16.9 секунди; перерегулювання 0%
 Дискретний ідеальний ПІ – регулятор

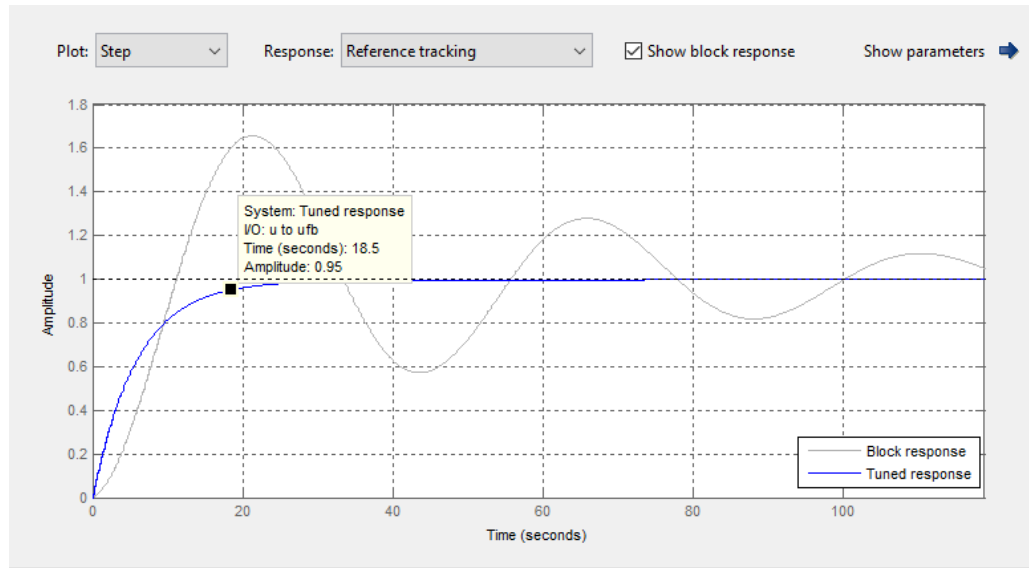


Рисунок 4.15- Результати моделювання

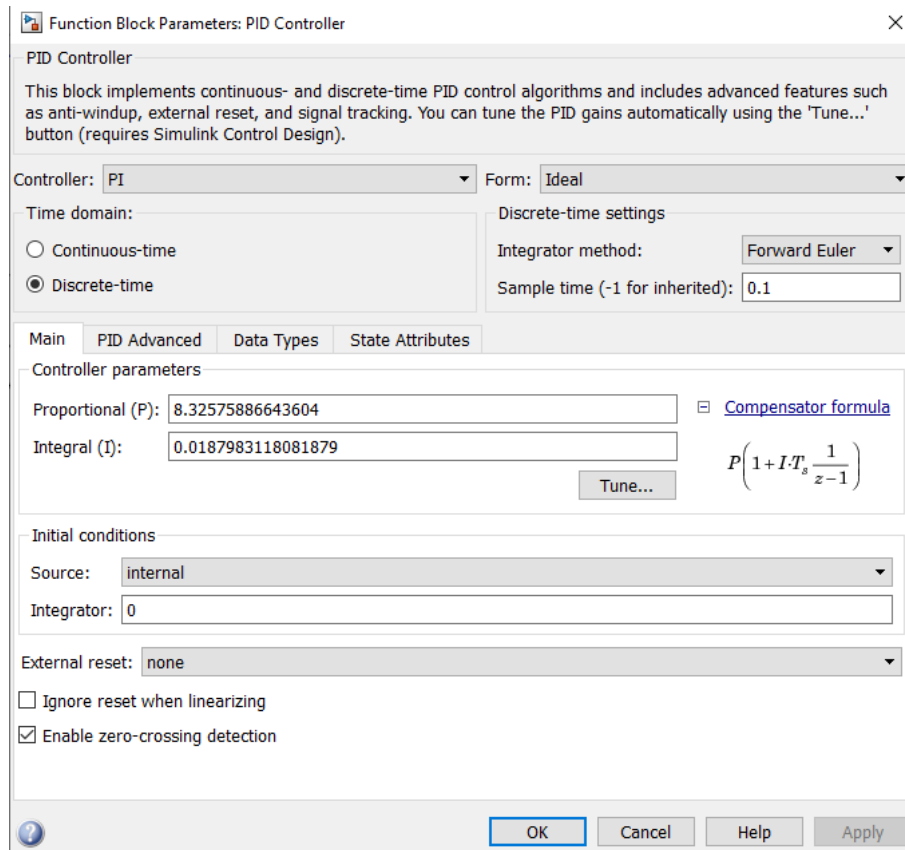


Рисунок 4.16- Налаштування ПІ-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 8.3; час інтегрування – 0,02; час регулювання 18,5 секунди; перерегулювання 0%

4.4.2 Безперервний ідеальний ПІД-регулятор

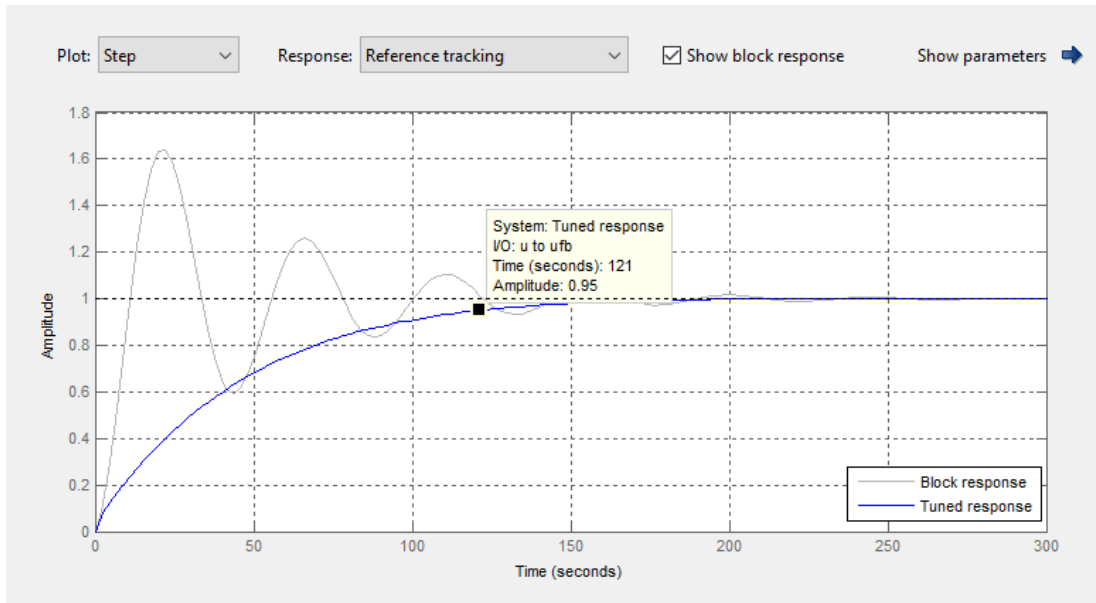


Рисунок 4.17- Результати моделювання

Function Block Parameters: PID Controller

PID Controller

This block implements continuous- and discrete-time PID control algorithms and includes advanced features such as anti-windup, external reset, and signal tracking. You can tune the PID gains automatically using the 'Tune...' button (requires Simulink Control Design).

Controller: PID Form: Ideal

Time domain:

Continuous-time
 Discrete-time

Main PID Advanced Data Types State Attributes

Controller parameters

Proportional (P): 1.10574543269175 [Compensator formula](#)

Integral (I): 0.0218652359938992

Derivative (D): 1.70702899148928

Filter coefficient (N): 2.60074326914025

$$P \left(1 + I \frac{1}{s} + D \frac{N}{1 + N \frac{1}{s}} \right)$$

Tune...

Initial conditions

Source: internal

Integrator: 0

Filter: 0

External reset: none

Ignore reset when linearizing
 Enable zero-crossing detection

OK Cancel Help Apply

Рисунок 4.18- Налаштування ПІД-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 1.1; час інтегрування – 0,02; час диференціювання – 1.7; час регулювання 121 секунди; перерегулювання 0%

Безперервний паралельний ПІД – регулятор

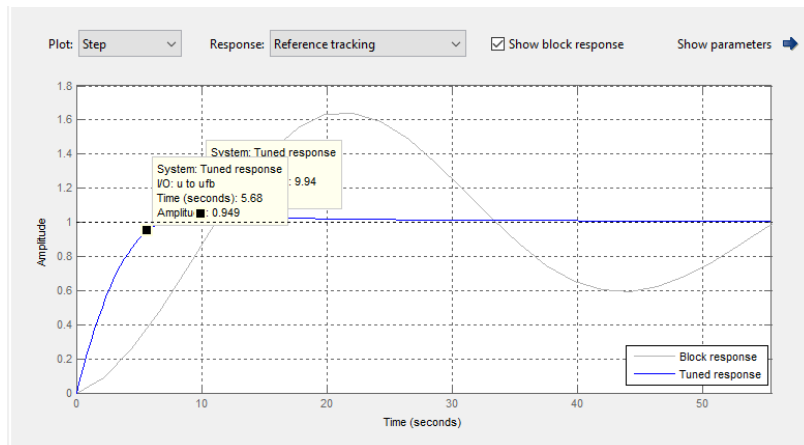


Рисунок 4.19- Результати моделювання

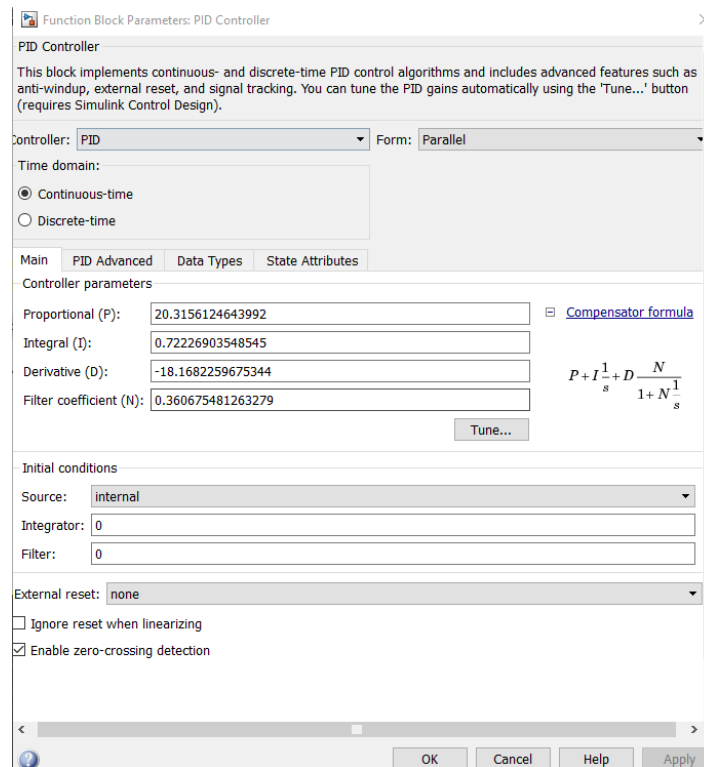


Рисунок 4.20- Налаштування ПІД-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 20; час інтегрування – 0,7 час диференціювання – 18,06; час регулювання 5.68 секунди; перерегулювання 6%

Дискретний паралельний ПІД – регулятор

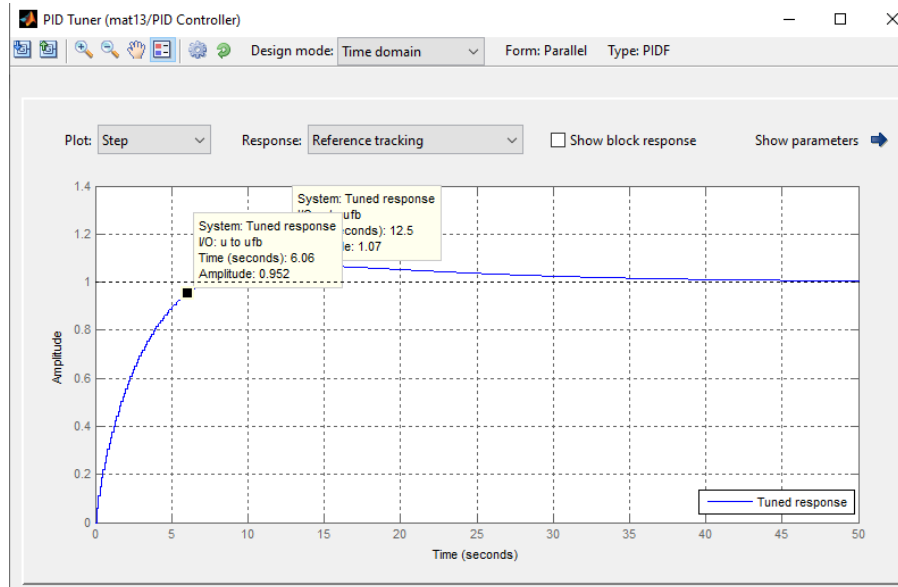


Рисунок 4.21- Результати моделювання

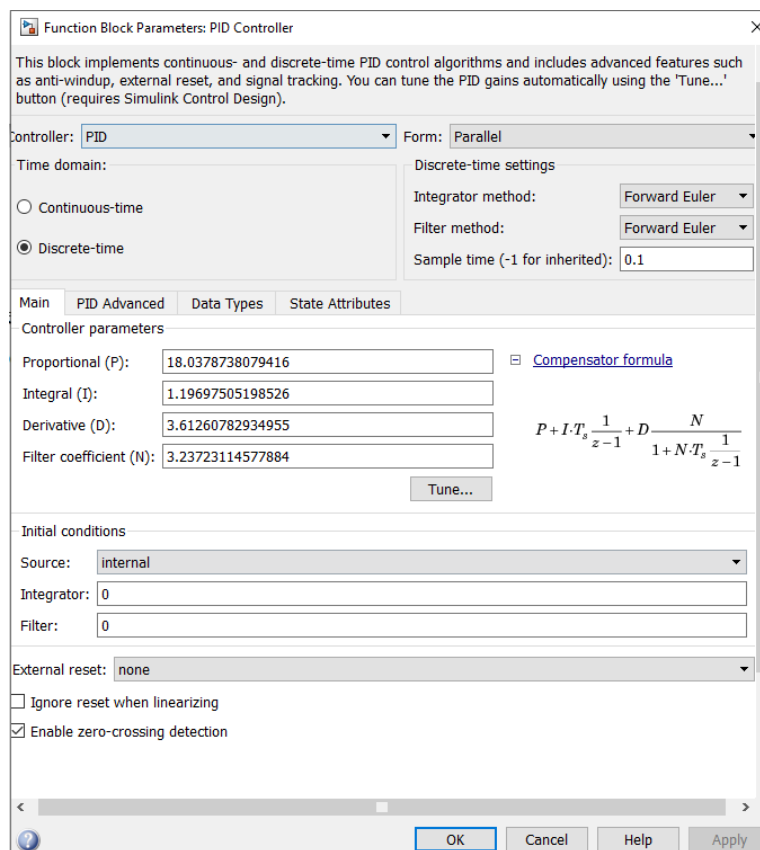


Рисунок 4.22- Налаштування ПІД-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 18.03; час інтегрування – 1.2 час диференціювання – 3.6; час регулювання 6.06 секунди; перерегулювання 7%

Дискретний ідеальний ПІД – регулятор

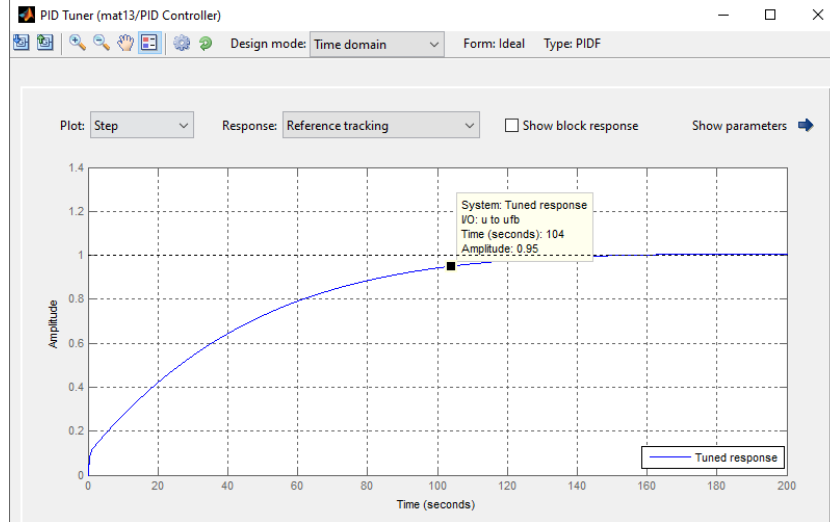


Рисунок 4.23- Результати моделювання

Рисунок 4.23- Налаштування ПІД-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 1.2; час інтегрування – 0.02 час диференціювання – 4.02; час регулювання 104 секунди; перерегулювання 0%

Таблиця 6 – Результати регулювання

Регулятор	P	I	D	Час регулювання, с	Перерегулювання,%
Безперервний ідеальний П- регулятор	179,07	-	-	0,8	0
Безперервний паралельний ПІ – регулятор	10,23	0,2	-	16,9	0
Безперервний ідеальний ПІ – регулятор	10,24	0,2	-	14,4	0
Дискретний ідеальний ПІ – регулятор	8,3	0,02	-	18,5	0
Дискретний паралельний ПІ – регулятор	9,1	0,16	-	16,9	0
Безперервний ідеальний ПІД – регулятор	1,1	0,02	1,7	121	0
Безперервний паралельний ПІД – регулятор	20	0,7	18,06	5,68	6
Дискретний паралельний ПІД – регулятор	18,03	1,2	3,6	6,06	7
Дискретний ідеальний ПІД – регулятор	1,2	0,02	4	104	0

При виборі регулятора я звертав увагу на такі показники: час регулювання та пере регулювання. З вище перерахованих найкращим вибором був би П-регулятор, але це неможливо в зв'язку з тим, що теоретично при моделюванні с такими параметрами регулювання можливе, але технічно реалізувати його неможливо. З ПІ- регулятором отримали такі показники: час регулювання в середньому 15 секунд, а перерегулювання 0%. ПІД- регулятор має свої недоліки, такі як: 3 параметри налаштування(що викликає додаткові складнощі при налаштуванні), вразливість до перешкод та інше. Також при моделюванні були отримані гірші показники регулювання, а саме час регулювання в порівнянні з ПІ- регулятором більший майже в 3 рази, пере регулювання теж збільшилося. На основі таблиці 6, був вибраний Безперервний ідеальний ПІ – регулятор, так як має оптимальні показники з тих що наведені в таблиці 6

ВИСНОВОК

В бакалаврській роботі була розглянута і розібрана технологія виробництва поліетилену при високому тиску, розроблена система управління виробництвом, вибрані прилади автоматизації(датчики, виконавчі механізми, контролер), та дослідним шляхом обрали регулятор. Також були розроблені функціональна, електрична принципова схема. В наслідок чого покращилися умови праці є можливість слідкувати та впливати на процес за допомогою ПК. Передбачені різного роду датчики та лічильники встановлені в ключових точках для більш повного фіксування та збирання даних для розрахунку техніко-економічних показників виробництва. Встановлені прилади були обрані з урахуванням групи небезпеки синтезуємої речовини, для попередження небезпечних ситуацій на головному об'єкті виробництва встановлена сигналізація, яка попереджує про збільшення тиску вище норми, який може привести до руйнування апарату та шкідливим наслідкам для навколишнього середовища та персоналу що обслуговує виробництво.

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

- підвищення якості продукції, що випускається;
- скорочення простоїв через неполадки;
- збільшення міжремонтних термінів роботи обладнання;
- використовувати мінімальну кількість працівників, необхідних для підтримки ТП в робочому стані і ліквідації аварійних ситуацій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Технологічний регламент процесу перекристалізації продукту.
2. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ пос. / А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, С.А. Клюев. -М.: Энергоатомиздат, 1990.- 464 с.
3. Інструктивні вказівки до виконання курсових і дипломних проектів / укладачі :
В. Д. Черв'яков, О.Ю. Журавльов, І.В. Щокотова. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 69с.
4. Зиков Д.Д., Деревицька В.А., Тростянська Є.Б., Чекалін М.А., Юкельсон І.І., Яшунська П.Б. Загальна хімічна технологія органічних речовин 1966 – 416 с
5. Волошенко А.В., Горбунов Д.Б., Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования.-Томск.: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 109 с.
6. Сольницев Р.И., Автоматизация проектирования систем автоматического управления - М: Высш. шк., 1991. — 335 с.
7. Методичні вказівки з оформлення графічної частини конструкторської документації проектів автоматизації. Структурні, функціональні та принципові схеми / укладач О.Ю. Журавльов. – Суми: Вид-во СумДУ, 2006. – 48с.
8. Методичні вказівки з оформлення графічної частини конструкторської документації проектів автоматизації. Схеми з'єднань, підключення, загальні та розміщення / укладач О.Ю. Журавльов. – Суми: Вид-во СумДУ, 2006. – 28с.
9. Датчик тиску [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://owen.ua/ru/datchiki/pd100-1%D1%855-exd-datchiki-davlenija-vo-vzryvonepronitsaemom-ispolnenii>
10. Датчик температури [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
https://owen.ru/product/dtshh5exia_termosoprotivleniya_s_vihodnim_signalom_420_ma

11. ОВЕН БП60Б [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:

https://owen.ru/product/bloki_pitaniya_dlya_promishlennoj_avtomatiki

12. ПЛК 160 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:

<https://owen.ru/product/plk160>