

Міністерство освіти і науки України
Шосткинський інститут Сумського Державного
університету Факультет денної форми навчання
Кафедра системотехніки і інформаційних
технологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Зав. Кафедрою
системотехніки та
інформаційних технологій
_____ Худолей Г.М.
«____» _____ 2021 р.

Бакалаврська робота

на тему:

"Система управління технологічним процесом синтезу аміаку середнього тиску"

Керівник проекту

Пата П.С.

Проектант:

студент групи СУ – 71ш-8

Костеров А.А

Залікова книжка № 18080022

Шостка – 2021

ЗМІСТ

Список скорочень та умовних позначень	7
Вступ	8
1 Конструктивно-технологічний аналіз об'єкта автоматизації	9
2 Вибір параметрів технологічного процесу	13
3 Вибір каналів контролю та управління	10
4 Вибір засобів автоматизації	20
5 Розробка структурної схеми системи управління	43
6 Алгоритм роботи системи управління	426
7 Опис електричної схеми управління електродвигунами	437
8 Розрахункова частина	48
Висновок	68
Список використаних джерел	69

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АРМ – автоматизоване робоче місце

АСУТП – автоматизована система управління технологічним процесом

АЦП – аналого-цифровий перетворювач

КВП і А – контрольно-вимірвальні 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 – термoperетворювач опору

ЦД – цифровий дисплей

ЦП – центральний процесор

АТК – автоматизований технологічний комплекс

ТОУ – технологічний об'єкт управління

ВСТУП

Автоматизація технологічних процесів є одним з головних факторів підвищення продуктивності і покращення умов праці.

Автоматизація призводить до покращення основних показників ефективності виробництва: збільшення об'єму виробництва, покращення якості та зменшення собівартості продукції, підвищення продуктивності праці. Застосування автоматизації забезпечує високу якість продукції, скорочення браку(відходів), зменшення витрат сировини та енергії, зменшення чисельності робітників. Впровадження спеціальних пристроїв сприяє безаварійній роботі устаткування, виключає випадки травматизму, попереджає забруднення навколишнього середовища.

Комплексна автоматизація в хімічній промисловості передбачає не тільки забезпечення нормального перебігу процесів з використанням різних пристроїв (контролю, регулювання, сигналізації), а також автоматичне керування пуском і зупинкою апаратів для різного виду робіт(ремонт, обслуговування і т.д.) і в критичних ситуаціях .

Завдання, які вирішуються при автоматизації хімічних виробництв складні. Широке застосування знаходять системи автоматичного регулювання (САР), що забезпечують максимальний позитивний ефект функціонування технологічного об'єкта при мінімальних витратах сировини, енергії і т. д.

Завданням моєї роботи є вирішення питань, пов'язаних з розробкою системи управління виробництвом аміаку при середніх тисках. Це завдання вирішується за впровадження сучасних засобів автоматизації і мікропроцесорної техніки, яка дає можливість контролювати технологічний процес з великою точністю.

Виконання проекту системи управління полягає у необхідності виведення виробництва на новий технологічний рівень управління процесами, що дозволить отримувати продукцію заданої якості, зменшення браку, покращення умов роботи персоналу.

Основний зміст роботи викладено в таких розділах, де: виконано аналіз технологічного процесу, зроблено вибір засобів автоматизації, обрана структурна схема системи управління, розроблена функціональна схема автоматизації, а також електрична принципова схема керування двигунами .

1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

Аміак - неорганічне хімічна сполука азоту і водню, що має формулу NH_3 , при нормальних умовах - безбарвний газ з різким характерним запахом.

Щільність аміаку майже вдвічі менше, ніж у повітря, ПДК становить 20 мг / м³ - IV клас небезпеки (малонебезпечні речовини). Розчинність в воді близько 1200 об'ємів (при 0 ° C) або 700 обсягів (при 20 ° C) в обсязі води. У холодильній техніці носить назву R717, де R - Refrigerant (холодоагент), 7 - тип холодоагенту (неорганічне з'єднання), 17 - молекулярна маса.

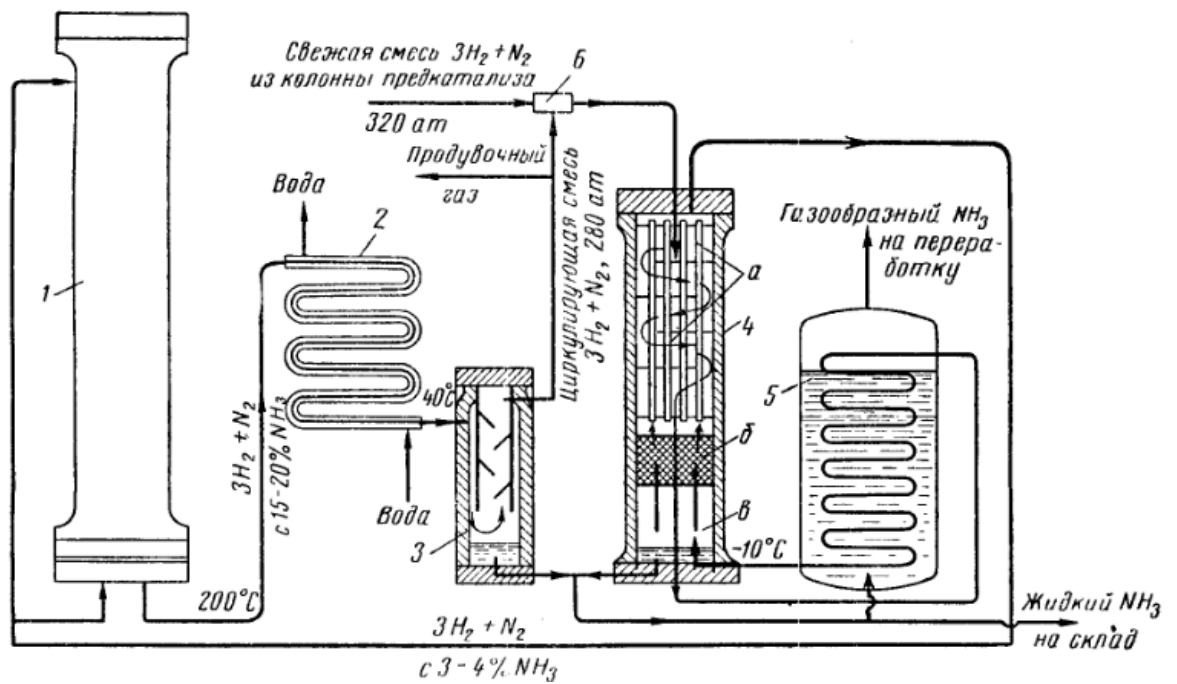
Аміак один з найважливіших продуктів хімічної промисловості, щорічне виробництво в світі перевищує 180 млн тонн.

У рідкому аміаку молекули пов'язані між собою водневими зв'язками. Порівняння властивостей рідкого аміаку з водою показує, що аміак має більш низькі температури кипіння ($t_{\text{кип}} -33,35 \text{ } ^\circ\text{C}$) і плавлення ($t_{\text{пл}} -77,70 \text{ } ^\circ\text{C}$), а також менші щільність, в'язкість (в 7 разів менше в'язкості води), провідність (майже не проводить електричний струм) і діелектричну проникність. Це в деякій мірі пояснюється тим, що міцність водневих зв'язків в рідкому аміаку істотно нижче, ніж у води; а також тим, що в молекулі аміаку є лише одна пара неподілених електронів, на відміну від двох пар в молекулі води, що не дає можливість утворювати розгалужену мережу водневих зв'язків між декількома молекулами.

Аміак легко переходить в безбарвну рідину з щільністю 681,4 кг / м³. Рідкий аміак - хороший розчинник для дуже великого числа органічних, а також для багатьох неорганічних сполук. Твердий аміак - кубічні кристали.

Технологічний процес

Схема установки середнього тиску (300 ат) приведена на рисунку 1. Аміак виділяється в двох конденсаторах: водяному 2 і аміачному (випарнику) 5. Попередньо стиснуто і минулий очищення в колоні предкаталізації, свіжу азатоводородну суміш змішують з циркуляційним газом безпосередньо перед колоною синтезу 1, а між конденсаторами. Це дозволяє додатково очищати свіжу суміш від слідів CO_2 і CO за рахунок подальшого охолодження газу в випарнику до $-10 \text{ } ^\circ\text{C}$ і зіткнення його з рідким аміаком який виділяється. Попередньо газ охолоджується в міжтрубном просторі теплообмінника, в конденсаційній колоні 4 (колона - поєднання теплообмінника з відділювачем газу б) охолодженим газом, що проходить спочатку через насадку б, що затримує бризки. Охолодження в випарнику 5 відбувається за рахунок кипіння рідкого аміаку, а необхідна для цього теплота віднімається від газу.

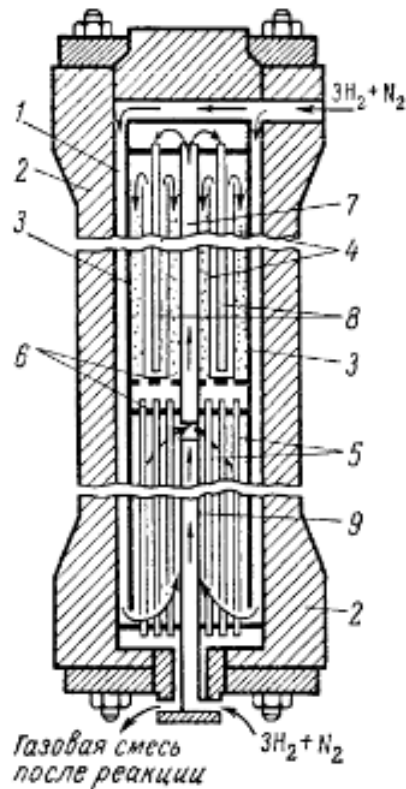


1- колона синтезу, 2- водяний конденсатор (труба в трубі), 3- відділитель газу, 4- конденсаційна колона (а- теплообмінник, б- насадка з керамічними кільцями, в- відділитель газу), 5- випарювач рідкого аміаку, 6- інжектор для змішування свіжої і циркулюючої суміші.

Рисунок 1- Схема установки синтезу аміаку середнього тиску.

Характерною особливістю систем середнього тиску є отримання, крім рідкого, також і газоподібного аміаку (з випарника), який переробляється зазвичай на тому ж заводі в азотну кислоту, сечовину, аміачну селітру і ін.

Газова суміш, що виходить з колони 4, містить ще 3-4% аміаку і подається в верхню частину колони синтезу (рис. 2) і звідси через кільцевий простір I між корпусом колони 2 і стінками 3 каталізаторної коробки 4 надходить в міжтрубний простір першого теплообмінника 5, розташованого в нижній частині колони (такий рух холодного газу охороняє стінки колони від перегрівання, небезпечного тим, що при температурі понад 200 °С водень проникає в сталь і руйнує її).



1 - кільцевий простір між корпусом колони 2 і стінками 3 каталізаторної коробки 4; 5 - теплообмінник; 6 - решітка; 7 центральна труба; 8 - другий теплообмінник; 9 - труба для додаткової подачі азотоводородної суміші (байпас).

Рисунок 2- Колона синтезу аміака середнього тиску:

У цьому теплообміннику суміш нагрівається до $300-320^{\circ}\text{C}$ за рахунок теплоти прореагованих газів, які з температурою $500-550^{\circ}\text{C}$ надходять в трубки теплообмінника з каталізаторної коробки 4 через колосникові решітки 6. З теплообмінника 5 азотоводородна суміш по центральній трубці 7 потрапляє в теплообмінні трубки другого теплообмінника 8, розташованого в масі каталізатора, а потім в каталізаторну коробку 4. У другому теплообміннику температура суміші підвищується до $400-450^{\circ}\text{C}$, а в каталізаторній коробці за рахунок теплоти реакції - до $500-550^{\circ}\text{C}$. Для регулювання температури в каталізаторній коробці частина азотоводородної суміші може надходити сюди холодної через нижню частину колони по трубці (байпасу) 9, минаючи міжтрубний простір теплообмінника 5.

З колони синтезу азотоводородна суміш з вмістом 15-20% аміака направляєється в водяний конденсатор типу «труба в трубі» 2 (рис. 1). У ньому з газу конденсується аміак, який збирається в відділювачі газу 3 і звідси надходить на склад готової продукції. Непрореагована азотоводородна суміш з відділювачу газу 3 засмоктується в інжекційні компресор (інжектор) 6 струменем свіжої суміші, що має більший тиск і після змішування

направляється в колону 4 і випарник 5, в якому з газу конденсується значна частина що залишився аміаку. Звідси суміш надходить в колону синтезу і тим самим замикає цикл процесу.

Колони синтезу виготовляють з кованої хромонікельмолібденової сталі високої міцності; їх висота досягає 13-25 м при внутрішньому діаметрі від 0,85 до 2,5 м і товщині стінок відповідно від 10 до 30 см. Добова продуктивність колон становить від 200 до 1500 т при виході аміаку до 91%, вважаючи на азотоводородну суміш.

За останні роки вступили в експлуатацію полочні колони синтезу діаметром до 1 м. Каталізаторна коробка в цих колонах має 5-6 полиць, які завантажуються каталізатором в зростаючій кількості від першої до останньої полиці. Азотоводородна суміш, поступаюча на першу полицю з температурой 450°C , нагрівається тут за рахунок теплоти реакції до 500°C . Перед входом суміші на другу полицю в неї вводять певну кількість холодної суміші, яка знижує температуру до 450°C . Після другої полки знову вводять певну кількість холодної суміші, яка знижує температуру до 450°C і т. д.

2 ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

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

Таблиця 1 – Перелік параметрів

Параметр	Позиція технологічної схеми	Функція	Відхилення	Значення	
				Min	Max
Температура	Випарювач рідкого аміаку	Контроль, управління	5%	-10,5 °C	-9,5 °C
Рівень	Випарювач рідкого аміаку	Контроль, управління	5%	1,9 м	2,1 м
Концентрація	Конденсаційна колона	Контроль	5%	3 %	4 %
Температура	Колона синтезу	Контроль, управління	5%	500 °C	550 °C
Температура	Колона синтезу	Контроль	5%	195 °C	205 °C
Тиск	Колона синтезу	Контроль, сигналізація	5%	290 ат	310 ат
Концентрація	Колона синтезу	Контроль	5%	15 %	20 %
Температура	Водяний конденсатор	Контроль, управління	5%	38 °C	42 °C
Витрата	Водяний конденсатор	Контроль	5%	450 л/хв	500 л/хв
Тиск	Інжектор	Контроль, управління	5%	315 ат	325 ат
Тиск	Інжектор	Контроль, управління	5%	275 ат	285 ат
Витрата	Відділювач газу	Контроль	5%	9 т/г	10 т/г
Витрата	Випарювач рідкого аміаку	Контроль	5%	4 м3/г	5 м3/г

3 ВИБІР КАНАЛІВ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ

3.1 Канали контролю і управління

3.1.1 Температура азото-водневої суміші у Випарювачі рідкого аміаку поз.5

Для охолодження азото-водневої суміші в конденсаційній колоні треба підтримувати температуру азото-водневої сумі що виходить з випарювача рідкого аміаку в межах від -10,5 °С до -9,5 °С, який після цього надійде в теплообмінник конденсаційної колони і охолодить суміш яка в нього надходить. Для цього в трубі яка виходить з випарювача треба встановити датчик температури та регулюючий клапан.

3.1.2 Рівень рідкого аміаку у Випарювачі рідкого аміаку поз.5

Для підтримання температури газової суміші в межах від -10,5 °С до -9,5 °С потрібно регулювати рівень рідкого аміаку у випарнику в межах 1,9- 2,1 м. Для цього потрібно встановити датчик рівня, а на трубопроводі подачі аміаку встановити регулюючий клапан.

3.1.3 Концентрація аміаку в суміші на виході Конденсаційної колони поз.4

В технологічному процесі є необхідність контролювати концентрацію аміаку в газовій суміші, вона повинна становити 3-4 %, для контролю на трубопроводі встановлюється датчик.

3.1.4 Температура в колоні синтезу поз.1

Для нормального протікання хімічної реакції в каталізаторній коробці необхідно підтримувати температуру в межах 500-550 °С. Для цього потрібно встановити датчик та регулюючий клапан на трубопроводі азото-водневої суміші яка надходить до нижньої частини колони синтезу.

3.1.5 Температура азото-водневої суміші на виході з колони синтезу.

Є необхідність в контролі температури продукту на виході колони, забезпечується це встановленням датчику температури.

3.1.6 Тиск в колоні синтезу

При протікання реакції в колонні створюється надлишковий тиску від 290 до 310 атмосфер. Для контролю становлюється датчик, а також сигналізація на випадок надзвичайної ситуації.

3.1.7 Концентрація аміаку в суміші на виході колони синтезу.

В технологічному процесі є необхідність контролювати концентрацію аміаку в газовій суміші, вона повинна становити 15-20 %, для контролю на трубопроводі встановлюється датчик.

3.1.8 Температура суміші в водяному конденсаторі поз.2

Для подальшого технологічного процесу суміш треба охолодити до температури 38 - 42 °С . Для цього в водяному конденсаторі встановлюють датчик температури, а також регулюючий клапан на подачі холодної води в конденсатор.

3.1.9 Витрата води в водяному конденсаторі

Для підрахування економічних показників виробництва потрібно знати всі показники витрат ресурсів, для цього встановлюється витратомір.

3.1.10 Тиск свіжої суміші в інжекторі поз.6

Для нормального протікання процесу потрібно контролювати тиск суміші в інжекторі в межах 315-325 атмосфер. Для цього на трубопроводі встановлюється датчик та регулюючий клапан

3.1.11 Тиск робочої суміші в інжекторі поз.6

Для нормального протікання процесу потрібно контролювати тиск суміші в інжекторі в межах 275-285 атмосфер. Для цього на трубопроводі встановлюється датчик та регулюючий клапан.

3.1.12 Витрата готової продукції на склад

Для підрахування економічних показників виробництва потрібно знати кількість виробленого продукту, для цього встановлюється витратомір

3.1.13 Витрата газоподібного аміаку на подальшу переробку.

Для подальшого процесу переробки необхідно знати обсяги продукції яка поступає на переробку, для цього встановлюємо витратомір.

3.2 Контури управління

3.2.1 Контур управління температурою в колоні синтезу

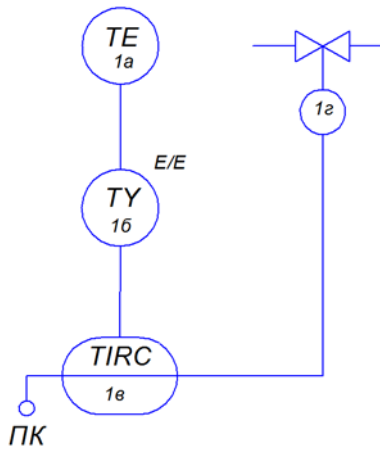


Рисунок 3- Контур управління температурою

3.2.2 Контур контролю тиску в колоні синтезу

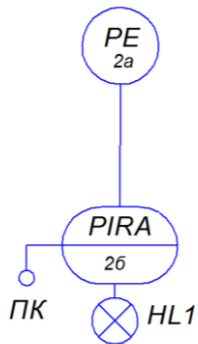


Рисунок 4- Контур контролю тиску

3.2.3 Контур контролю температури на виході з колони синтезу

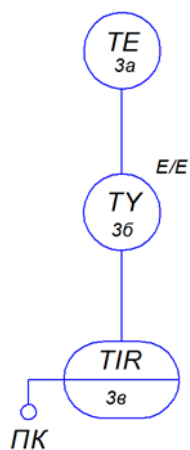


Рисунок 5- Контур контролю температури

3.2.4 Контур управління температурою в водяному конденсаторі

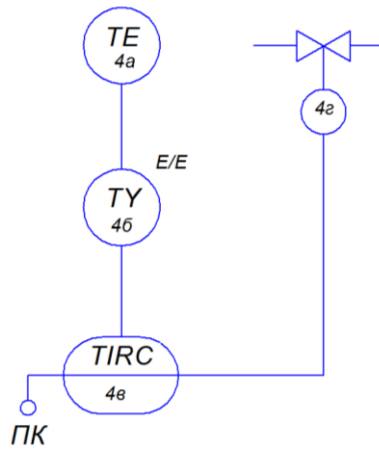


Рисунок 6- Контур управління температурою

3.2.5 Контур контролю витрати води після конденсатора

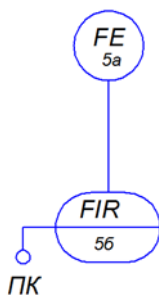


Рисунок 7- Контур контролю витрати

3.2.6 Контур управління тиском свіжої газової суміші що надходить до інжектору

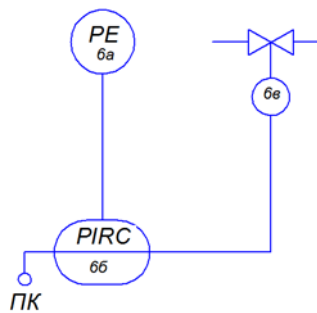


Рисунок 8- Контур управління тиску

3.2.7 Контур управління тиском робочої газової суміші що надходить до інжектору

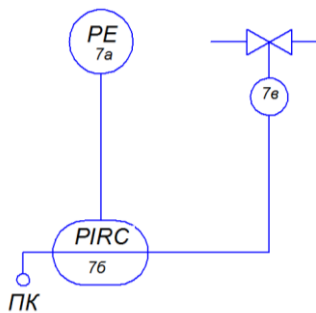


Рисунок 9- Контур управління тиску

3.2.8 Контур управління температурою суміші в випарювачі

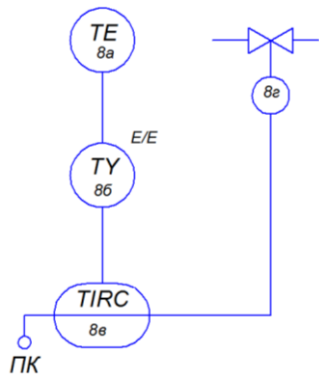


Рисунок 10- Контур управління температурою

3.2.9 Контур управління рівня рідкого аміаку в випарювачі

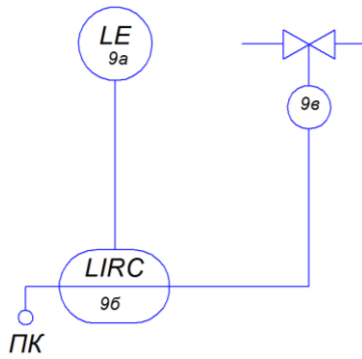


Рисунок 11- Контур управління рівнем

3.2.10 Контур контролю витрати газоподібного аміаку

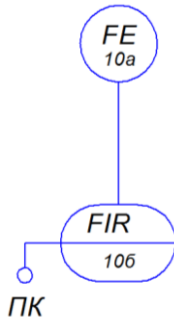


Рисунок 12- Контур контролю витрати

3.2.11 Контур контролю витрати аміаку на склад

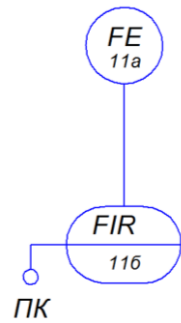


Рисунок 13- Контур контролю витрати

3.2.12 Контур контролю концентрації після колони синтезу

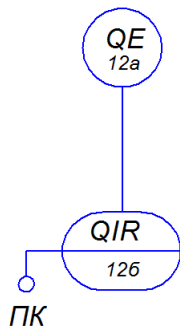


Рисунок 14- Контур контролю концентрації

3.2.12 Контур контролю концентрації до колони синтезу

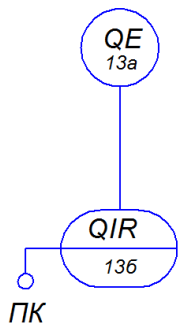


Рисунок 15- Контур контролю концентрації

4 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

4.1 Вибір датчиків

Для більш простого монтажу та обслуговування датчики вибираємо з вбудованим перетворювачем в уніфікований сигнал.

4.1.1 Контроль температури в випарювачі рідкого аміаку

а) Термоперетворювачі опору ОВЕН ДТСхх5М-И

Термоперетворювачі опору з високоточним нормувальним перетворювачем ОВЕН ДТСхх5М-И застосовуються для безперервного вимірювання та перетворення значень температури рідких, газоподібних, твердих та сипких речовин в уніфікований вихідний струмовий сигнал 4...20 мА.



Рисунок 16 - Термоперетворювачі опору ДТСхх5М-И

Таблиця 2-Технічні характеристики

Найменування	Значення
Номінальне значення напруги живлення (постійного струму)	24 В
Діапазон допустимої напруги живлення (постійного струму)	12...36 В
Максимальна потужність, що споживається перетворювачем	0,8 Вт
Діапазон вихідного струму перетворювача	4...20 мА
Вид залежності «струм від температури»	лінійна
Нелінійність перетворення, не менше	±0,2%
Розрядність цифро-аналогового перетворювача, не менше	12 біт
Опір кожного дроту, що з'єднує перетворювач з термометром опору, Ом, не більше	30
Опір лінії зв'язку з термоелектричним перетворювачем, Ом, не більше	100
Номінальне значення опору навантаження (при напрузі живлення 24 В)	500 Ом ±5%
Максимальний допустимий опір навантаження	1250 Ом

(при напрузі живлення 36 В) *	
Пульсації вихідного сигналу	0,6%
Час встановлення робочого режиму для перетворювача (попереднє прогрівання) після увімкнення напруги живлення, не більше	30 хв
Показник теплової інерції, не більше	20...40 с

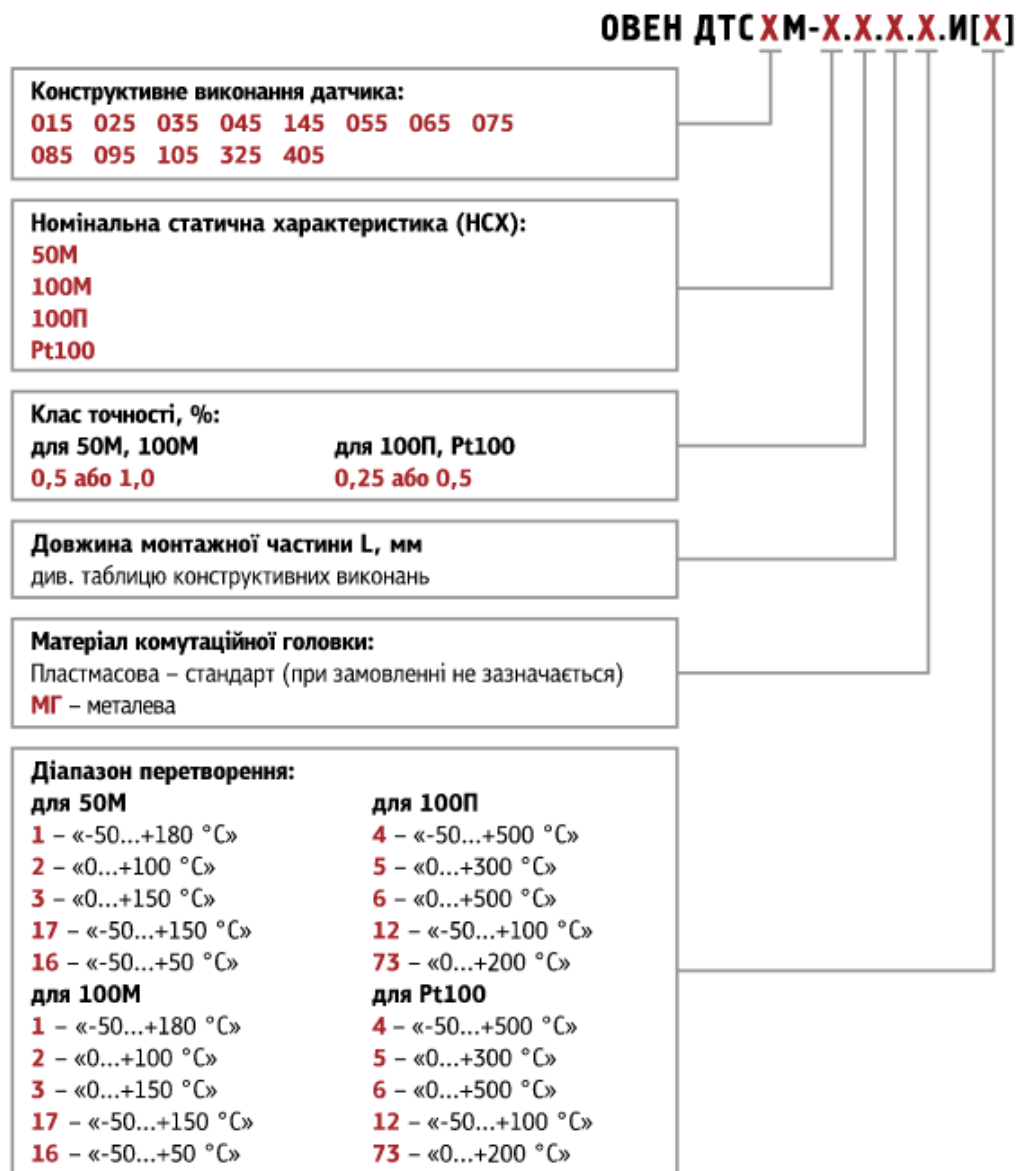


Рисунок 17- Позначення при замовленні

Обрали модель ДТС 015М-50М.0,5.60.МГ.И[2]

Вартість від 1245 грн

б) Термоперетворювачі з уніфікованим вихідним сигналом ТСМУ Метран- 274, ТСПУ Метран-276

Призначені для вимірювання температури нейтральних і агресивних середовищ, по відношенню до яких матеріал захисної арматури є корозійностійким. Чутливий елемент первинного перетворювача і вбудований в головку датчика вимірювальний перетворювач перетворюють вимірювану температуру в уніфікований вихідний сигнал постійного струму, що дає можливість побудови АСУТП без застосування додаткових нормують перетворювачів.



Рисунок 18 – Термоперетворювач опору ТСМУ Метран-274

Таблиця 3-Технічні характеристики

Тип и исполнение термопреобразователя	НСХ	Выходной сигнал, мА	Диапазон преобразуемых температур, °С	Предел допускаемой основной приведенной погрешности, ±%, %	Зависимость выходного сигнала от температуры
ТХАУ Метран-271	К*	4-20	-40...600, -40...800, -40...900, -40...1000, 0...600, 0...800, 0...900, 0...1000, 400...900	0,5; 1,0	линейная
ТХАУ Метран-271-Exia			-40...600, -40...800, -40...1000, 0...600, 0...800, 0...1000		
ТХАУ Метран-271-Exd					
ТСМУ Метран-274	50М, 100М	0-5 4-20	-50...100, -50...150, -50...50, 0...50, 0...100, 0...150, 0...180	0,25; 0,5	линейная
ТСМУ Метран-274-Exia		4-20			
ТСМУ Метран-274-Exd					
ТСПУ Метран-276	100П, Рт100	0-5 4-20	-50...100, -50...150, 0...150, 0...50, -50...50, 0...100, 0...200, 0...300, 0...400, 0...500	0,25; 0,5	линейная
ТСПУ Метран-276-Exia		4-20			
ТСПУ Метран-276-Exd					

Ступінь захисту термоперетворювача: від впливу пилу і води IP65 по ГОСТ 14254.

Напряга живлення: Від 18 до 42 В постійного струму для термоперетворювача з вихідним сигналом 4/20 мА;

Споживана потужність: Не більше 0,9 Вт для термоперетворювачів звичайного виконання.

Вартість 1470 грн

При порівнянні характеристик датчиків вибрали ДТСхх5М-И, так як в нього можна вибрати при замовленні більше модифікацій під потрібний діапазон температур, а також має меншу вартість.

4.1.2 Контроль рівня в випарнику рідкого аміаку

ПДУ-И. Поплавкові датчики рівня з аналоговим вихідним сигналом 4...20 мА

Поплавкові магнітні рівнеміри ОВЕН ПДУ – це пристрої, які призначені для моніторингу поточного рівня рідини у резервуарі та перетворення виміряного значення в уніфікований вихідний сигнал 4...20 мА постійного струму.

Рівнеміри можуть застосовуватись у системах контролю рівня рідини у різних резервуарах, у тому числі тих, що знаходяться під тиском. Робочим середовищем для датчиків цього типу є хімічно нейтральні та агресивні рідини, що не проявляють корозійну активність до матеріалу датчика (нержавіючої сталі 12Х18Н10Т) та не утворюють летучих вибухонебезпечних сполук.

Характеристики ОВЕН ПДУ-И

- Довжина штоку: від 250 мм до 4000 мм (кратність 250 мм).
- Дискретність перетворення: 5 або 10 мм.
- Діапазон робочих температур вимірювального середовища: $-60\dots+125$ °С.
- Діапазон робочого тиску вимірювального середовища: від вакууму до 1 МПа (для датчиків з приєднанням CLAMP) і до 2 МПа (для датчиків з різьбовим і фланцевим приєднанням).
- Густина робочого середовища: $\geq 0,65$ г/см³.
- Термін служби – не менше 10 років.
- Індивідуальна упаковка.
- Найнижчі ціни в сегменті аналогічної продукції.
- Можливе виготовлення датчиків з кріпленням типу CLAMP за DIN 32676 (DN = 65, 80, 100).
- Можливе виготовлення датчиків з фланцевим кріпленням за ГОСТ 33259-2015 (DN \geq 65; PN \leq 25).
- Виготовляється датчик з кабельним вводом стандарту EN175301-803 (DIN43650A)

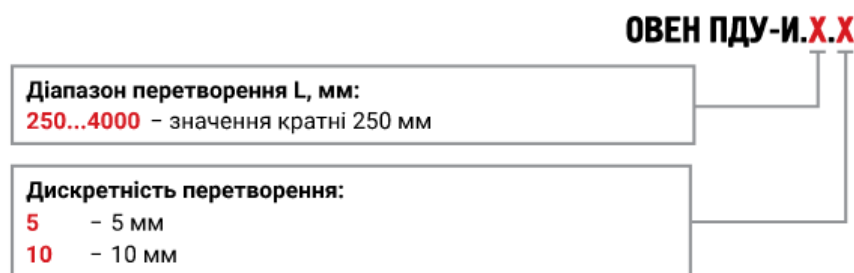


Рисунок 19- Позначення при замовленні



Рисунок 20- Поплавкові датчики ПДУ-И

Обрали модель ПДУ-И.2250.10

Вартість від 3685 грн

4.1.3 Контроль температури в колоні синтезу

а) ДТПХхх5М-И. Термопары з вихідним сигналом 4...20 мА

ОВЕН ДТПХхх5М-И виготовляються на базі термопар ДТПЛхх5 (ХК), ДТПКхх5 (ХА), ДТПНхх5 (НН) та складаються із первинного перетворювача (термозонду) та вимірювального перетворювача ОВЕН НПТ-3, який встановлюється у головку датчика температури.

Високоточний мікропроцесорний нормувальний перетворювач ОВЕН НПТ-3, що входить до складу виробу, дозволяє встановлювати через USB-інтерфейс межі діапазону вимірювання температури (у межах діапазону вимірювання для відповідного термозонду). Термопары з уніфікованим струмовим виходом 4...20 мА застосовуються для побудови ліній зв'язку довжиною до 800 м, які є заводо захищеними та надійними. Надійність ліній зв'язку зумовлюється мінімальним впливом електромагнітних завад на струмові сигнали. Крім того, застосування термопар зі струмовим виходом дає змогу використовувати для підмикання звичайні двожильні провідники замість термокомпенсаційних.



Рисунок 21 – Термоперетворювач ДТПХхх5М-И

Таблиця 4-Технічні характеристики

Найменування	Значення
Номінальне значення напруги живлення (постійного струму)	24 В
Діапазон допустимої напруги живлення (постійного струму)	12...36 В
Максимальна потужність, що споживається перетворювачем	0,8 Вт
Діапазон вихідного струму перетворювача	4...20 мА
Вид залежності «струм від температури»	лінійна
Нелінійність перетворення, не менше	$\pm 0,2\%$
Розрядність цифро-аналогового перетворювача, не менше	12 біт
Пульсації вихідного сигналу	0,6%
Час встановлення робочого режиму для перетворювача (попереднє прогрівання) після увімкнення напруги живлення, не більше	30 хв
Показник теплової інерції, не більше	20...40 с

ОВЕН ДТПXXX5М-0XXX.X.1,0.И[X]

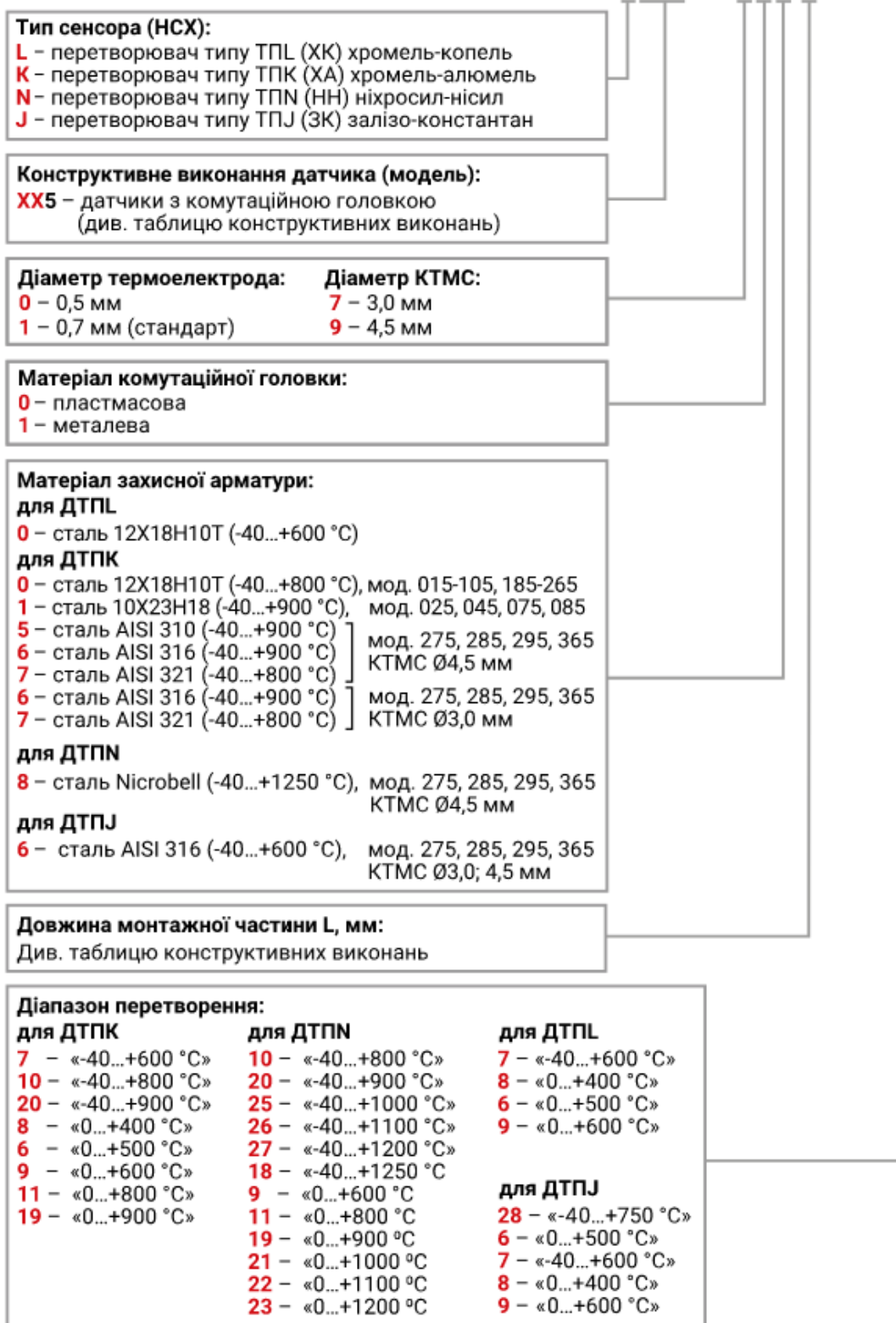


Рисунок 22- Позначення при замовленні

Обрали модель ДТПК 015М-0110.60.1,0.И[10]

Вартість 1285 грн

б) Термоперетворювач ТХАУ Метран- 271



Рисунок 23 – Термоперетворювач ТХАУ Метран- 271

Таблиця 5- Технічні характеристики

Тип и исполнение термопреобразователя	НСХ	Выходной сигнал, мА	Диапазон преобразуемых температур, °С	Предел допускаемой основной приведенной погрешности, ±γ, %	Зависимость выходного сигнала от температуры
ТХАУ Метран-271	К*	4-20	-40...600, -40...800, -40...900, -40...1000, 0...600, 0...800, 0...900, 0...1000, 400...900	0,5; 1,0	линейная
ТХАУ Метран-271-Exia			-40...600, -40...800, -40...1000, 0...600, 0...800, 0...1000		
ТХАУ Метран-271-Exd					

- Ступінь захисту термоперетворювача: від впливу пилу і води IP65 по ГОСТ 14254.
- Напряга живлення: Від 18 до 42 В постійного струму для термоперетворювача з вихідним сигналом 4/20 мА;
- Споживана потужність: Не більше 0,9 Вт для термоперетворювачів звичайного виконання.

Вартість 1620 грн

При порівнянні характеристик датчиків вибрали ДТПХxx5М-И, так як в нього можна вибрати при замовленні більше модифікацій під потрібний діапазон температур, а також має меншу вартість.

4.1.5 Контроль температури на виході колони синтезу

Вибрали термоперетворювач опору ДТСxx5М-И, характеристики приведені в пункті (4.1.1). В данному випадку обрали таку модель ДТС 015М-Pt100.0,25.60.МГ.И[5]

Вартість 1310 грн

4.1.6 Контроль тиску в колоні синтезу

ПД100-1x5. Датчики тиску в польовому корпусі

Датчики ОВЕН ПД100 моделі 115 є перетворювачами тиску з вимірювальною мембраною з нержавіючої сталі та «польовим корпусом» з кабельним вводом під гнучкий кабель 6 – 8 мм.

Ця модель характеризується підвищеною стійкістю до експлуатування у важких умовах. Перетворювачі цієї моделі призначені для систем автоматичного регулювання та керування в промисловості на основних та вторинних виробництвах, які розташовані в

складних кліматичних та інших умовах, що вимагають застосування обладнання в «польовому» корпусі: газотранспортних та газорозподільних системах, нафтопромислах, об'єктах транспортування нафти, НПЗ, об'єктах енергетики тощо.

Основні характеристики:

- вимірювання надлишкового/вакуумметричного/надлишково-вакуумметричного тиску нейтральних до нержавіючої сталі AISI 316L (AISI 304S) середовищ (пара, вода, гази в тому числі природний, масло, слабоагресивні рідини тощо) у складних умовах експлуатування.
- перетворення тиску в уніфікований сигнал постійного струму 4...20 мА.
- верхня межа тиску, що вимірюється (ВМВ) – від 10 кПа до 40 МПа.
- перевантажувальна здатність – не менше 200% ВМВ.
- основна зведена похибка – 0,25; 0,5; 1,5 % ВМВ.
- ступінь захисту корпусу та електророз'єму перетворювача – IP65.



Рисунок 24- датчик тиску ПД100-1х5:

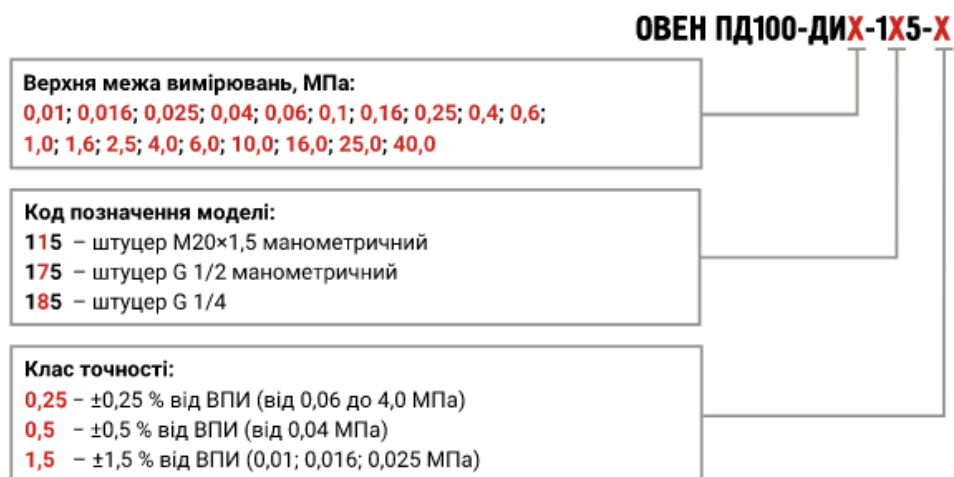


Рисунок 25- Позначення при замовленні

Обрали ПД100-ДИ40,0-175-0,25

Вартість 4606 грн

4.1.7 Контроль температури в водяному конденсаторі

Обрали такий же датчик як в пункті 4.1.1, модель ДТС 015М-50М.0,5.60.МГ.И[2]

4.1.8 Тиск в інжекторі

Обрали датчик ПД100-ДИ40,0-175-0,25, характеристики в пункті 4.1.6

4.1.9 Витрата води в водяному конденсаторі

Витратомір Н250 М40

Відмінні риси приладу

Простий і економічно ефективний монтаж: можливість вимірювання і індикації без додаткового джерела живлення

Унікальна модульна концепція і зручність обслуговування: граничні вимикачі, 2-дротова технологія 4 ... 20 мА, суматор з ЖК-дисплеєм і імпульсним виходом, промислові протоколи зв'язку

Діагностика приладів і застосувань згідно з вимогами NE 107 за допомогою технології безперервного моніторингу поплавка (CFM), наприклад, для виявлення блокування поплавка.

Технічні характеристики:

- Універсальна концепція вибухозахисту: вибухонепроникність і искробезопасность
- Різні матеріали виготовлення первинного перетворювача: нержавіюча сталь і сплави
- Опціонально доступний корпус з нержавіючої сталі для корозійно-активних середовищ
- Ступінь пиловологозахисту IP66 і IP68 / NEMA4X і NEMA6, опціонально IP69K
- Верхня межа вимірювань для рідин: 10 ... 120000 л / г
- Верхня межа вимірювань для газів: 0,7 ... 2800 м3/г
- Динамічний діапазон регулювання 10: 1 (опціонально 100: 1)
- Похибка: $\pm 1,6\%$ 250 М40



Рисунок 26 – Витратомір H250 M40

4.1.10 Контроль витрати в відділювачі газу

Витратомір ЭМИС-МАГ 270

Призначений для вимірювання об'ємної витрати електропровідних рідин, в тому числі агресивних середовищ, двофазних або забруднених середовищ (з включенням твердих частинок або суспензій) з мінімальною питомою електропровідністю $5 * 10^{-4}$ См /м.

Технічні характеристики

- Діаметр умовного проходу від 10 до 3000 мм
- Похибка $\pm 0,3\%$, $\pm 0,5\%$, $\pm 1\%$
- Динамічний діапазон не менше 1:30
- Номінальний тиск до 42 МПа
- Температура вимір. середовища від - 40 до + 180 ° С
- Температура окруж. середовища від - 20 до + 55 ° С
- Вихідні сигнали аналоговий струмовий / частотний або імпульсний / цифровий інтерфейс RS-485 / HART-протокол
- Пиловологозахисту IP65
- Напруга живлення ± 24 В, ≈ 220 В
- Тип приєднання фланцеве
- Міжповірочний інтервал2 року

ДУ, мм	Расход, м ³ /ч		ДУ, мм	Расход, м ³ /ч	
	±0,5%	±1,0%		±0,5%	±1,0%
15	0,64-6,4	0,19-6,4	400	452-4520	136-4520
20	1,13-11,3	0,34-11,3	450	572-5720	172-5720
25	1,77-17,7	0,53-17,7	500	707-7070	212-7070
32	2,89-28,9	0,87-28,9	600	1020-10200	306-10200
40	4,50-45,0	1,34-45,0	700	1385-13850	416-13850
50	7,10-71,0	2,13-71,0	800	1810-18100	543-18100
65	11,9-119	3,57-119	900	2290-22900	687-22900
80	18,1-181	5,43-181	1000	2830-28300	849-28300
100	28,3-283	8,49-283	1200	4070-40700	1221-40700
125	44,2-442	13,3-442	1400	5540-55400	1662-55400
150	63,6-636	19,1-636	1600	7240-72400	2172-72400
200	113-1130	33,9-1130	1800	9160-91600	2748-91600
250	177-1770	53,1-1770	2000	11310-113100	3393-113100
300	254-2540	76,2-2540	2200	13680-136800	4100-136800
350	346-3460	104-3460			

Рисунок 27- Позначення при замовленні

код	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14											
заказ	ЭМИС-МАГ 270	-	-	1	050	-	-	-	-	-	ПТФ	-	Ti	-	6,4	-	65	-	24	-	A	-	0,5	-	-	-
1	Уровень взрывозащиты																									
-	Без взрывозащиты (стандартное исполнение)																									
Ex	Взрывозащита 0ExiaIIC(T1-T4)X - для первичного преобразователя Exd[ia]IIC4X – для электронного преобразователя (интегральный монтаж). Exd[ia]IIC6X – для электронного преобразователя (дистанционный монтаж)																									
X	спец. заказ																									
2	Исполнение																									
1	«Исполнение 1»																									
2	«Исполнение 2»																									
3	Диаметр условного прохода																									
010	Ду=10 мм																									
015	Ду=15 мм																									
020	Ду=20 мм																									
025	Ду=25 мм																									
032	Ду=32 мм																									
040	Ду=40 мм																									
050	Ду=50 мм																									
065	Ду=65 мм																									
080	Ду=80 мм																									
100	Ду=100 мм																									
125	Ду=125 мм																									
150	Ду=150 мм																									
200	Ду=200 мм																									
250	Ду=250 мм																									
300	Ду=300 мм																									
350	Ду=350 мм																									
400	Ду=400 мм																									
	X																									
	спец.заказ																									
4	Диапазон расхода																									
-	стандартный диапазон расхода в соответствии с РЭ																									
X	спец. заказ																									

Рисунок 28- Позначення при замовленні

5	Размещение электронного преобразователя
-	интегральное исполнение – первичный преобразователь и электронный преобразователь выполнены в едином конструктиве
Д	дистанционное исполнение – дистанционное размещение электронного преобразователя с длиной соединительного кабеля 3 м.
ДХХХ	дистанционное исполнение с длиной кабеля ХХ м. Макс. длина – 100 м
6	Материал проточной части
-	углеродистая сталь (стандартное исполнение)
Н1	нержавеющая сталь 08Х18Н10 (аналог SS304)
Н2	нержавеющая сталь 03Х17Н14М2 (аналог SS316L)
Х	спец. заказ
7	Материал футеровки
ПТФ	политетрафторэтилен
ХК	хлоропреновый каучук
ПК	полиуретановый каучук (только для исполнения «2»)
ФЭП	фторированный этилен-пропилен
ПФА	перфторалкокси (только для исполнения «2»)
ПП	Полипропилен (только для исполнения «1»)
Х	спец. заказ
8	Материал электродов
-	нержавеющая сталь 03Х17Н14М2 (аналог 316L)
Нс	сплав Хастеллой С
W	карбонизированный вольфрам
Ti	титан
Ta	тантал
PI	платиноиридиевый сплав
Х	спец. заказ
9	Допустимое давление среды
0,6	максимальное давление – 0,6 МПа
1,0	максимальное давление – 1,0 МПа
1,6	максимальное давление – 1,6 МПа
2,5	максимальное давление – 2,5 МПа
4,0	максимальное давление – 4,0 МПа
6,4	максимальное давление – 6,4 МПа
10,0	максимальное давление – 10 МПа
15,0	максимальное давление – 15 МПа
25,0	максимальное давление – 25 МПа
32,0	максимальное давление – 32 МПа
42,0	максимальное давление – 42 МПа
Х	спец. заказ
Примечание: для давления свыше 6,4 МПа допустимо применение прибора только в «Исполнении 1».	
10	Допустимая температура среды (в зависимости от материала футеровки)
65	от – 20 до + 65 ⁰ С (ПК)
80	от 0 до + 80 ⁰ С (ХК, ПП)
120	от – 20 до + 120 ⁰ С (только дистанционное исполнение, ПТФ)
180	от – 40 до + 180 ⁰ С (только дистанционное исполнение, исполнение «2», ФЭП, ПФА)
Х	спец. заказ
11	Электрическое питание
24	24 В постоянного тока
220	220 В переменного тока
Х	спец. заказ
12	Выходные сигналы
-	импульсный выходной сигнал + цифровой RS-485 (стандартное исполнение)
Н	импульсный выходной сигнал + дополнительный аналоговый токовый 4-20 мА с поддержкой HART протокола
А	дополнительно токовый выходной сигнал 4-20 мА
Х	спец. заказ
13	Класс точности
0,3	класс точности 0,3 (только для «исполнения 2»)
0,5	класс точности 0,5
1,0	класс точности 1,0
Х	спец. заказ

Рисунок 29- Позначення при замовленні

14	Счетчик-индикатор
-	счетчик-индикатор с базовым набором функций (стандартное исполнение)
X	спец. заказ
15	Присоединение к трубопроводу
-	фланцевое
X	спец. заказ
16	Поверка
-	заводская калибровка (на технологические нужды)
ГП	государственная поверка (для коммерческого учета)

Рисунок 30- Позначення при замовленні



Рисунок 31- Витратомір аміаку

4.1.11 Контроль витрати у випарювачі рідкого аміаку

Витратомір H250C M40

Технічні характеристики:

- Для агресивних кислот і лугів
- З контактуючими з вимірюваним середовищем компонентами, виконаними з ПТФЕ або кераміки
- Похибка: $\pm 2,5\%$ від вимірюваного значення
- До $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$ / $+482\text{ }^{\circ}\text{F}$ (для TFM / кераміка)
- Газу до $350\text{ м}^3 / \text{г}$

Технічні характеристики такі само як і в пункті 4.1.9

4.1.12 OLC-100, OLCT-100 датчик газоаналітичний стаціонарний



Рисунок 32 - Концентратомір OLC-100

Даний газоаналітичний датчик обладнаний виходом типу «міст Уїтстона» або (4 - 20) мА і може оснащуватися каталітичним, електрохімічним, напівпровідникових датчиком.

Таблиця 6- Технічні характеристики

Тип сенсора	термокаталітичний
Матеріал корпусу	алюмінієвий корпус
Габаритні розміри, мм	138×133×84
Маса, кг	0,95
Ступінь захисту	IP 66
Кабельний ввід	M20 або ¾ дюйма
Напруга живлення постійним струмом, В	від 15,5 до 32
Споживання, мА	340
Кабель	3-х провідний екранований

4.2 Вибір контролера

Таблиця 7 – Вхідні сигнали

Визначення сигналу	Вид сигналу	Величина
Температура в випарювачі рідкого аміаку	Аналоговий	4...20 мА
Рівень в випарювачі рідкого аміаку	Аналоговий	4...20мА
Температура в колоні синтезу	Аналоговий	4...20мА
Температура на виході колоні синтезу	Аналоговий	4...20мА
Тиск в колоні синтезу	Аналоговий	4...20мА
Температура в водяному конденсаторі	Аналоговий	4...20мА

Витрата води в водяному конденсаторі	Аналоговий	4...20мА
Тиск в інжекторі	Аналоговий	4...20мА
Тиск в інжекторі	Аналоговий	4...20мА
Витрата в відділювачі газу	Аналоговий	4...20мА
Витрата газу в випарювачі рідкого аміаку	Аналоговий	4...20мА
Концентрація аміаку до колони синтезу	Аналоговий	4...20мА
Концентрація аміаку після колони синтезу	Аналоговий	4...20мА

Вхідних сигналів 13: аналогових - 13, дискретних – 0.

Таблиця 8 – Вихідні сигнали

Призначення сигналу	Вид сигналу
Управління температурою в випарювачі рідкого аміаку	Аналоговий
Управління рівнем в випарювачі рідкого аміаку	Аналоговий
Управління температурою в колоні синтезу	Аналоговий
Управління температурою в водяному конденсаторі	Аналоговий
Управління тиском в інжекторі	Аналоговий
Управління тиском в інжекторі	Аналоговий
Управління насосом подачі суміші в колону синтезу	Позиційний

Вихідних сигналів 7: аналогових - 6, дискретних – 1.

а) КОНТРОЛЛЕР МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ МІК-51

Програмований логічний контролер МІК-51

- Компактний малоканальні багатofункціональний високопродуктивний мікропроцесорний контролер

- Автоматичне регулювання і логічне управління технологічними процесами

Функціональні можливості

- Контролер МІК-51 - це проектно-компонований виріб, який дозволяє користувачеві вибрати потрібний комплект модулів і блоків згідно з кількістю і виду вхідних-вихідних сигналів

- Засоби самодіагностики: сигналізація і ідентифікація несправностей, про вихід сигналів за допустимі межі, про збої в ОЗУ, порушенні обміну по мережі і т.п.

У контролерах МК-51 є розвинена система міжконтроллерного обміну, за допомогою якої контролери можуть об'єднуватися в локальну або розподілену керуючу мережу. У мережі контролери можуть обмінюватися інформацією, як з комп'ютером, так і між собою. Ця функція забезпечує можливість організації розподіленої обробки даних, а також збільшення числа каналів введення-виведення. При використанні функції міжконтроллерного обміну значно знижується інформаційне навантаження на мережу.

Таблиця 9- Технічні характеристики

Технічні характеристики	Значення
Аналогові вхідні сигнали	
Кількість аналогових входів	4
Типи вхідних аналогових сигналів - уніфіковані	0-5мА ($R_{вх} = 400 \text{ Ом}$), 0 (4) -20 мА ($R_{вх} = 100 \text{ Ом}$), 0-10 ($R_{вх} > 25\text{кОм}$)
- напруги	0-50 мВ, 0-200 мВ, 0-1 В
- від термоперетворювачів опору	ТСП 50П, 100П, гр.21, ТСМ 50М, 100М, гр.23
- від термопар	ТХК (L), ТХА (K), ТПП (S), ТПР (В), ТВР (А), ТЖК (J), ТХКн (E)
Період вимірювання, не більше	0,1 сек
Гальванічна ізоляція	групова, входи гальванічно ізольовані від інших входів і інших ланцюгів
Основна приведена похибка перетворення	$\pm 0,2\%$
Аналогові вихідні сигнали	
Кількість аналогових виходів	до 4
Тип вихідного аналогового сигналу	0-5 мА ($R_{н} \leq 2\text{кОм}$), 0 (4) -20 мА ($R_{н} \leq 500 \text{ Ом}$), 0-10 ($R_{н} > 2\text{кОм}$)
Основна приведена похибка формування вихідного сигналу - АО1 - АО2	$\pm 0,2\%$ $\pm 0,4\%$
Цифрова індикація	
Точність індикації	$\pm 0,01\%$

Кількість розрядів цифрового індикатора	4
Висота цифр світлодіодних індикаторів	10 мм
Дискретні вхідні сигнали	
Кількість дискретних входів	до 35
Сигнал логічного "0" - стан ВІДКЛЮЧЕНО	0-7В
Сигнал логічної "1" - стан ВКЛЮЧЕНО	19-32В
Вхідний струм (споживання по входу)	≤ 10 мА
Гальванічна розв'язка дискретних входів	групова розв'язка
Дискретні вихідні сигнали	
Кількість дискретних виходів	до 37
Типи виходів: - транзистор ОК - механічне реле (перемикається контакт) - твердотіле реле	до 40В, 100мА до 220В, 8А до 60В, 1.0ААС / АС
Гальванічна розв'язка дискретних виходів	групова
Послідовний інтерфейс RS-485	
Тип каналу	Асинхронний напівдуплексний (прийом і передача йдуть по одній парі проводів з поділом за часом)
Кількість приймачів	32 приймача на одному сегменті
Максимальна довжина лінії в межах одного сегмента мережі	1200 метрів
Кількість активних передавачів	1 (тільки один передавач активний)
Максимальна кількість вузлів в мережі	250 з урахуванням магістральних підсилювачів
Вид кабелю	кручена пара, екранована кручена пара
Гальванічна розв'язка	інтерфейс гальванічески ізольований від інших входів-виходів і інших ланцюгів (напруга гальванічної розв'язки не менше 500 В)
Протокол зв'язку	Modbus режим RTU (Remote Terminal Unit)

Електричні дані	
Напруга живлення: • змінного струму • постійного струму	~ 220 (+22 -33) В, (50 ± 1) Гц 24 В
Споживана потужність від мережі змінного струму, не більше:	до 13 ВА
Струм споживання по 24В, не більше	350 мА
Корпус. Умови експлуатації	
Тип корпусу	Корпус для утопленого щитового монтажу, IP30
Розміри фронтальної рамки	96 x 96 мм
Монтажна глибина	189 мм max
Виріз на панелі	(92 ^ + 0,8) x (92 ^ + 0,8) мм
Маса блоку, не більше	до 1,0 кг
Температура навколишнього середовища	від -40 ° С до + 70 ° С
Атмосферний тиск	від 85 до 106,7 кПа
Вібрація з частотою / амплітудою	до 60Гц / до 0,1

Модель	Модель модуля розширення для контроллеров		Аналоговый вход	Аналоговый выход	Дискретный вход	Дискретный выход
	До 2016-го года выпуска	После 2016-го года выпуска				
МИК-51-00	-	-	4	1	3	5
МИК-51-01	MP-51-01	MP-52-01	4	1	11	5
МИК-51-03	MP-51-03	MP-52-03	4	1	3	13
МИК-51-04	MP-51-04	MP-52-04	4	2	11	5
МИК-51-06	MP-51-06	MP-52-06	4	2	3	13
МИК-51-07	MP-51-07	MP-52-07	4	4	3	5
МИК-51-11	MP-51-11	MP-52-11	4	2	19	5
МИК-51-12	MP-51-12	MP-52-12	4	1	11	13
МИК-51-13	MP-51-13	MP-52-13	4	2	11	13
МИК-51-15	MP-51-15	MP-52-15	4	2	3	21
МИК-51-30	-	MP-52-30	4	1	35	5
МИК-51-31	-	MP-52-31	4	1	27	13
МИК-51-32	-	MP-52-32	4	1	19	21
МИК-51-33	-	MP-52-33	4	1	11	29
МИК-51-34	-	MP-52-34	4	1	3	37

Рисунок 33- Позначення при замовленні

Вартість 11880 грн

б) ПЛК150. Програмований логічний контролер

ОВЕН ПЛК150 – моноблоковий програмований логічний контролер з дискретними та аналоговими входами/виходами. Вимірює вхідні аналогові та дискретні сигнали, формує аналогові та цифрові керуючі сигнали. Використовується для побудови систем керування малими та середніми об'єктами автоматизації, а також створення систем диспетчеризації.

Таблиця 10- Технічні характеристики

Конструктивне виконання	Кріплення на DIN-рейку
Ступінь захисту корпусу	IP20
Напруга живлення:	90... 264 В змінного струму з частотою 47... 63
Споживана потужність	6 Вт
Індикація передньої панелі	1 індикатор живлення 1 індикатор наявності зв'язку з CoDeSys 1 індикатор роботи програми користувача 6 індикаторів стану дискретних входів 4 індикатори стану виходів
Центральний процесор	32-х розрядний RISC-процесор 200 МГц на базі ядра ARM9
Об'єм оперативної пам'яті	8 МВ
Обсяг енергонезалежної пам'яті збереження ядра CoDeSys, програм та архівів	4 МВ*
Розмір Retain-пам'яті	4 кВ**
Час виконання циклу ПЛК	Мінімальний 250 мкс (нефіксований), типовий від 1 мс
Дискретні входи	
Кількість дискретних входів	6
Гальванічна ізоляція дискретних входів	є, групова
Електрична міцність ізоляції дискретних входів	1,5 кВ
Максимальна частота сигналу, що подається на дискретний вхід: - під час програмного оброблення	1 кГц

- з використанням апаратного лічильника	10 кГц
- з використанням обробника енкодера	1 кГц
Дискретні виходи	
Кількість дискретних виходів	4 е/м реле
Характеристики дискретних виходів	Струм комутації до 2 А при напрузі не більше 220 В 50 Гц і $\cos \varphi > 0,4$
Гальванічна ізоляція дискретних виходів	є, індивідуальна
Електрична міцність ізоляції дискретних виходів	1,5 кВ
Аналогові входи	
Кількість аналогових входів	4
Типи уніфікованих вхідних сигналів	Напруга 0...1 В, 0...10 В, -50...+50 мВ Струм 0...5 мА, 0(4)...20 мА Опір 0...5 кОм
Типи датчиків, що підтримуються	Термоопори: ТСМ50М, ТСП50П, ТСМ100М, ТСП100П, ТСН100Н, ТСМ500М, ТСП500П, ТСН500Н, ТСП1000П, ТСН1000Н Термопари: ТХК (L), ТЖК (J), ТНП (N), ТХА (K), ТПП (S), ТПП (R), ТПР (B), ТВР (A-1), ТВР (A-2)
Розрядність вбудованого АЦП	16 біт
Внутрішній опір аналогового входу: у режимі вимірювання струму у режимі вимірювання напруги 0...10 В	50 Ом Близько 10 кОм
Час опитування одного аналогового входу	0,5 с
Межа основної зведеної похибки вимірювання аналоговими входами	0,5 %
Гальванічна ізоляція аналогових входів	відсутня
Аналогові виходи	
Кількість аналогових виходів	2

Розрядність ЦАП	10 біт
Тип вихідного сигналу ПЛК 150 ПЛК 150-У ПЛК 150-А	Струм 4...20 мА Напруга 0...10 В Струм 4...20 мА або напруга 0...10 В
Живлення аналогових виходів	вбудоване, загальне на всі виходи
Гальванічна ізоляція аналогових виходів	є, групова
Електрична міцність ізоляції аналогових виходів	1,5 кВ
Інтерфейси зв'язку	
Інтерфейси	Ethernet 100 Base-T RS-232 RS-485
Протоколи	ОВЕН ModBus-RTU, ModBus-ASCII DCON ModBus-TCP GateWay (протокол CODESYS)

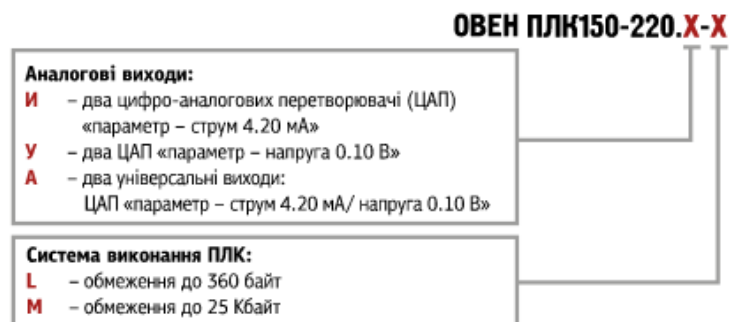


Рисунок 34- Позначення при замовленні

Схема підключення ОВЕН ПЛК150-220

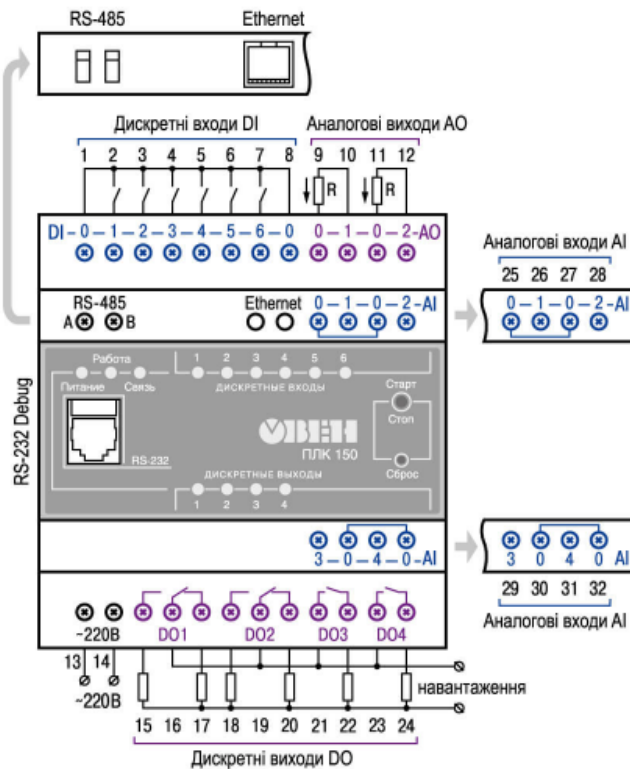


Рисунок 35- Схема підключення

Вартість 7740 грн

При порівнянні характеристик контролерів МИК 52-07 та ПЛК 150 підвели підсумки, такі як: обсяг пам'яті в ПЛК 150 більший, ціна нижча на 35%, а також в даному випадку він більше підходить. Отже вибираємо ОВЕН ПЛК 150.

5 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

5.1 Основні поняття і визначення.

Автоматизована система управління технологічним процесом (АСУТП) створена для реалізації керуючого впливу на технологічний об'єкт управління.

Технологічний об'єкт управління (ТОУ) - це сукупність обладнання та створеного на ньому за відповідними регламентами/ інструкціями технологічного процесу виробництва.

До технологічних об'єктів системи управління технологічним процесом синтезу аміаку середнього тиску відносять:

- технологічні агрегати і установки (колона синтезу, холодильник, випарювач і т.д);
- окремі виробництва (цехи, дільниці), такі як: предкаталітична підготовка газової суміші, переробка суміжного продукту реакції в іншу продукцію.

Спільно функціонують ТОУ і керуюча ними АСУТП утворюють автоматизований технологічний комплекс (АТК).

АСУТП- людино-машинна система управління, що забезпечує автоматизований збір і обробку інформації, необхідної для оптимізації управління технологічним об'єктом відповідно до прийнятого критерієм.

Як правило таке визначення АСУТП вказує на наявність в її складі сучасних автоматичних засобів збору/обробки інформації, насамперед засобів обчислювальної техніки. Людська роль в системі як суб'єкта, що приймає участь у виробленні рішень з управління. Мета АСУТП полягає в оптимізації роботи ТОУ за прийнятим критерієм (критеріями) управління шляхом вибору управляючих впливів.

Типова структура складається:

Нижній рівень (польовий рівень) АСУТП це різні датчики/сенсори, як приклад (датчики рівня, температури, витратоміри, концентратоміри і т.д.) і виконавчі механізми(клапани, засувки, заслінки).

Середній рівень (рівень контролерів) складається з програмованих логічних контролерів (ПЛК). Він як раз приймає польові дані і видає команди управління на нижній рівень. Управління в ПЛК здійснюється по заздалегідь розробленому алгоритму, який виконується циклічно (прийом даних - обробка - видача керуючих команд).

Верхній рівень - це рівень візуалізації, диспетчеризації (моніторингу) і збору даних. На цьому рівні задіяний людина, тобто оператор (диспетчер). Якщо він здійснює контроль локального агрегату (машини), то для його здійснення використовується так званий людино-машинний інтерфейс (HMI, Human-Machine Interface). Якщо оператор здійснює контроль за розподіленою системою машин, механізмів і агрегатів, то для таких диспетчерських систем часто можна застосувати термін SCADA (Supervisory Control And

Data Acquisition - диспетчерське управління і збір даних, англ.) В обох випадках верхній рівень АСУ ТП забезпечує збір, а також архівацію найважливіших даних від ПЛК, їх візуалізацію, тобто наочне (у вигляді мнемосхем, часто анімованих) уявлення на екрані істота і параметри процесу, що відбувається.

5.2 Функції АСУТП.

При створенні АСУТП повинні бути визначені конкретні цілі функціонування системи і її призначення в загальній структурі управління підприємством. Такими цілями можуть бути:

- економія палива, сировини, матеріалів та інших виробничих ресурсів;
- безпека функціонування об'єкта;
- підвищення якості вихідного продукту (вироби) або забезпечення заданих значень параметрів вихідних продуктів (виробів);
- зниження витрат живої праці; досягнення оптимального завантаження (використання) обладнання;
- оптимізація режимів роботи технологічного обладнання (в тому числі, маршрутів обробки в дискретних виробництвах) і т. Д.

Функція АСУТП - це сукупність дій системи, спрямованих на досягнення приватної мети управління.

Сукупність дій системи представляє певну і описану в експлуатаційній документації послідовність операцій і процедур, що виконуються частинами системи. Слід відрізнити функції АСУТП в цілому від функцій, які виконуються всім комплексом технічних засобів системи або його окремими пристроями.

Функції АСУТП підрозділяються на керуючі, інформаційні та допоміжні.

Керуюча функція АСУТП - це функція, результатом якої є вироблення і реалізація управляючих впливів на технологічний об'єкт управління.

Інформаційна функція АСУТП - це функція системи, змістом якої є збір, обробка і подання інформація про стан АТК оперативному персоналу або передача цієї інформації для подальшої обробки.

Допоміжні функції не мають споживача поза системою і забезпечують функціонування АСУТП (функціонування технічних засобів системи, контроль за їх станом, зберіганням інформації та т. П.).

Залежно від участі людей у функціонуванні системи розрізняють два режими: автоматизований і автоматичний.

Автоматизований режим характеризується участю людини у виробленні (прийнятті) рішень і (або) їх реалізації. При цьому можливі наступні варіанти:

- ручний режим, при якому комплекс технічних засобів являє оперативному персоналу контрольно-вимірювальну інформацію про стан ТОУ, а вибір і здійснення управляючих впливів виробляє людина-оператор;

- режим «порадник», при якому комплекс технічних засобів виробляє рекомендації з управління, а рішення про їх використання приймається і реалізується оперативним персоналом;

- діалоговий режим, при якому оперативний персонал має можливість коригувати постановку і умови задачі, розв'язуваної комплексом технічних засобів системи при виробленні рекомендацій з управління об'єктом.

Автоматичний режим передбачає автоматичне вироблення і реалізацію керуючих впливів. При цьому розрізняються:

- режим непрямого управління, коли обчислювальна техніка автоматично змінює уставки і (або) параметри налаштування локальних систем автоматичного управління (регулювання);

- режим прямого (безпосереднього) цифрового (або аналого-цифрового) управління, коли керуючий пристрій формує вплив на виконавчі механізми.

До АСУТП ставлять такі основні вимоги:

- управління ТОУ в темпі протікання ТП і у виробленні та реалізації рішень з управління повинні приймати участь обчислювальна техніка і людина-оператор;

- забезпечувати управління ТОУ відповідно до прийнятих критеріїв ефективності функціонування АТК (критеріями управління АСУТП);

- виконувати всі покладені на неї функції з заданими характеристиками і показниками якості управління;

- мати необхідний рівня надійності;

- забезпечувати можливість взаємопов'язаного функціонування з системами управління суміжних рівнів;

- допускати можливість модернізації і розвитку в межах, передбачених технічним завданням (ТЗ) на створення АСУТП;

- нормально функціонувати в умовах, зазначених в ТЗ на систему.

6 АЛГОРИТМ РОБОТИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Перед запуском проводиться перевірка готовності до роботи. Перевіряється працездатність і справність двигунів і виконавчих механізмів, проводиться опитування датчиків і установка параметрів регулювання. Після цього система починає цикл виконання етапів виробництва аміаку.

Алгоритм управління процесом виробництва аміаку дає уявлення про послідовність реалізованих дій. Розглянемо процес виробництва аміаку середнього тиску, який складається з 6 етапів. На першому етапі проводиться змішування нової і відпрацьованої газової суміші; на другому етапі конденсація; на третьому етапі охолодження робочої речовини, що охолоджує суміш в конденсаторі(це та ж суміш що попередньо була сконденсована в конденсаторі); на четвертому етапі каналізація суміші в каталізаторі; на п'ятому етапі виконується охолодження; на шостому відділення газу в відділителі газу та надходження готової продукції на склад. Кожен етап управляється окремою підпрограмою.

Підпрограма змішування нової і відпрацьованої газової суміші . Спочатку відкриваються клапани подачі свіжої суміші після колони предкаталізації та відпрацьованої суміші, які надходять до інжектору. Потім проводиться опитування датчиків тиску, після отримані дані обробляються. Підпрограма опитування датчиків полягає в знятті показань і записи даних в масив даних. Підпрограма обробки даних полягає в порівнянні отриманих даних з граничними значеннями регульованих величин. У разі виходу якогось параметра за встановлені межі система видає керуючий вплив, що полягає в закритті відповідного клапана. Далі система переходить до виконання підпрограми наступного етапу. Решта етапів виконуються так само.

Опитування датчиків проводиться як запис показання датчика. Потім порівнюється отримане значення з заданим. Якщо показання не відповідають заданим, то виконується ПІ-регулювання і видається необхідний керуючий вплив. В результаті регулювання відбувається стабілізація параметра на заданому рівні.

Програма ПІ-регулювання. На початку підпрограми відбувається обнулення початкових значень. Потім зчитується значення керованого параметра і обчислюється відхилення від норми (неузгодженість). Потім видається керуючий вплив.

У разі виникнення аварійної ситуації система виконує зупинку двигуна насосу, припиняє подачу речовин і вмикає сигналізацію.

7 ОПИС ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНАМИ

Схема призначена для управління електродвигуном насосу подачі суміші в колону синтезу технологічного процесу.

Схемою управління передбачено включення двигунів, як за місцем, так і дистанційно.

Для включення двигуна М1 за місцем необхідно натиснути кнопку SB1. В результаті чого на пристрій плавного пуску подається сигнал, що дозволяє пуск двигуна. Потім ППП виконує включення двигуна. При натисканні кнопки SB2 на пристрій плавного пуску подається сигнал, що дозволяє зупинку двигуна. ППП виконує відключення двигуна.

При включенні двигуна дистанційно сигнали, що дозволяють пуск і останов двигуна видаються контролером відповідно до алгоритму роботи системи управління.

Опис схеми технологічної сигналізації

Схема автоматичної сигналізації повинна забезпечувати подачу світлового та звукового сигналу, знімання звукового сигналу(натисненням кнопки вимикача), а також перевірку звукової і світлової сигналізації.

Розглянемо роботу схеми сигналізації.

При замиканні технологічного контакту , напруга живлення надійде на котушку реле KV2, реле спрацює замкнуться контакти KV2.1, KV2.2 і розімкнеться контакт KV2.3, сигнальна лампа HL2 почне світитися, також напруга живлення через замкнутий контакт KV2.1 і нормально замкнутий контакт KV1.2 надійде на дзвінок, він почне дзвонити. Для зняття звукової сигналізації натискаємо кнопку SB5, напруга живлення через замкнутий контакт KV2.1 і кнопку SB5 надійде на реле KV1, воно спрацює замкнеться контакт KV1.1 реле стане на самоблокування і розімкнеться контакт KV1.2 дзвінок перестане дзвонити. Сигнальна лампа HL2 буде світитися до тих пір поки величина що регулюється не прийде до заданого значення, тоді контакт технологічного процесу розімкнеться і схема повернеться до початкового стану.

Для всіх інших технологічних контактів схема роботи аналогічна.

8 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

8.1 Ідентифікація об'єкта

Мета ідентифікації - отримати математичний опис об'єкта. Завдання ідентифікація вирішується: аналітично або експериментально. Аналітичний метод - аналіз та використання фізичних законів в ході процесів, що протікають в об'єкті. Експериментальний метод - отримання необхідних даних (кривої розгону) прямо з об'єкта. Експериментальний метод використовують для перевірки адекватності моделі, отриманої аналітичним шляхом.

8.1.1 Аналітичне визначення математичної моделі

Розглянемо колону ректифікації, принципова схема якої представлена на рис.

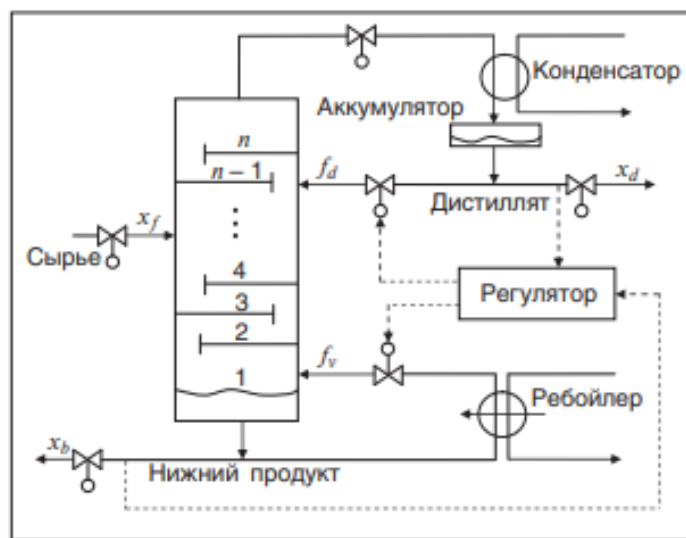


Рисунок 36 - Принципова схема колони ректифікації

Нехай динамічні процеси в ректифікаційній колоні описуються рівнянням

$$\begin{bmatrix} x_d(t) \\ x_b(t) \end{bmatrix} = G(p)(I + w_l(p)\Delta_l) \begin{bmatrix} f_d(t) \\ f_v(t) \end{bmatrix} + G_d(p)x_f(t), \quad (1)$$

де $x_d(t)$ - витрата ректифікату, моль / с; $x_b(t)$ - витрата нижнього продукту, моль / с; $f_d(t)$ - зворотний витрата ректифікату, моль / с; $f_v(t)$ - зворотний витрата нижнього продукту, моль / с; $x_f(t)$ - потік вихідної сировини, моль / с; $G(\lambda)$ - номінальна складова передавальної функції математичної моделі об'єкта (1) з відносно ступенем γ ; $G_d(\lambda)$ - передавальна функція по подачі вихідної сировини; I - одинична матриця; $w_l(\lambda)$ - передавальна функція, яка містить структурні невизначеності математичної моделі об'єкта; Δ_l - числова матриця, яка містить параметричну невизначеність моделі об'єкта; $p = d/dt$ - оператор диференціювання; λ - комплексна змінна в перетворенні Лапласа.

LV-форма моделі (1) обрана тому, що вона частіше використовується в промисловій практиці, ніж DV і DB-форми представлення моделі процесу ректифікації. При синтезі

закону управління ректифікаційної колоною (1) розглядають окремо два типу збурень: параметричні ($w_I(\Lambda) = 1$) і структурні ($w_I(\lambda)$ - довільна передавальна функція). Для кожного типу збурень будується своя передавальна функція регулятора. Пропонується модель класу (1), при цьому передбачається, що сигнал $x_f(t)$ - зовнішнє неконтрольоване обурення.

Нижче запропонований алгоритм, що дозволяє компенсувати всі види збурень, що діють на об'єкт управління з незмінною структурою регулятора.

При вирішенні завдання на об'єкт управління накладаються такі обмеження.

Припущення:

1. Невідомі коефіцієнти передавальної функції $w_I(\Lambda)$ і матриці Δ_I залежать від деякого вектора невідомих параметрів $\theta \in \Xi$, де Ξ - відоме обмежене безліч.

2. У системі управління доступні вимірюванню сигнали $x_d(t)$, $x_b(t)$, $f_d(t)$ і $f_v(t)$.

Потрібно спроектувати систему стеження виходу ректифікаційної колони $y(t) = [x_d(t), x_b(t)]^T$ за еталонним сигналом $u_m(t) = [x_d^*(t), x_b^*(t)]^T$ в умовах невизначеності параметрів, зовнішніх збурень і динамічного порядку моделі (1), щоб було виконано цільова умова

$$|y(t) - y_m(t)| < \delta \text{ при } t > T. \quad (2)$$

Тут $\delta > 0$; t - час, після закінчення якого з початку роботи системи має виконуватися нерівність (2) для $\forall \theta \in \Xi$; $u_m(t)$ - гладка обмежена функція.

Метод рішення

Введемо позначення $u(t) = [f_d(t), f_v(t)]$. Тоді рівняння (1) можна переписати у вигляді

$$y(t) = G(p)(I + w_I(p)\Delta_I)u(t) + G_d(p)x_f(t).$$

Беручи до уваги останній вираз, складемо рівняння для помилки стеження $e(t) = y(t) - u_m(t)$ у вигляді

$$e(t) = G(p)(I + w_I(p)\Delta_I)u(t) + G_d(p)x_f(t) - u_m(t). \quad (3)$$

Введемо допоміжний контур

$$\tilde{e}(t) = \alpha G(p)u(t), \quad (4)$$

де $\alpha > 0$. З урахуванням (3) і (4) складемо рівняння неузгодженості $\zeta(t) = e(t) - \tilde{e}(t)$:

$$\zeta(t) = G(p)\phi(t),$$

$$\phi(t) = \left[(1-\alpha)I + w_i(p)\Delta_i \right] u(t) + G^{-1}(p)G_d(p)x_f(t) + G^{-1}(p)y_m(t).$$

Тут $\phi(t)$ - нова функція обурення, містить в собі параметричні, функціональні і структурні невизначеності, діючі на об'єкт (1).

Для компенсації невизначеностей, що діють на колону ректифікації, задамо сигнал управління у вигляді

$$u(t) = -\alpha^{-1}G^{-1}(p)\tilde{\zeta}(t), \quad (5)$$

де $\zeta(t)$ - оцінка сигналу $z(t)$, отримана за допомогою спостерігача:

$$\dot{\xi}_i(t) = G_0\xi_i(t) + D_0(\tilde{\zeta}_i(t) - \zeta_i(t)), \quad \tilde{\zeta}_i(t) = L\xi_i(t). \quad (6)$$

$$G_0 = \begin{bmatrix} 0 & I_{\gamma-1} \\ 0 & 0 \end{bmatrix},$$

тут $\zeta_i(t)$, $\zeta(t)$ - i -ті компоненти векторів $\zeta(t)$ і $\zeta(t)$, $i = 1, 2$, $\xi_i(t) \in R_\gamma$; G_0 , $I_{\gamma-1}$ - одинична матриця розмірності $(\gamma-1) \times (\gamma-1)$; $D_0 = -[d_1\mu^{-1}, \dots, d_\gamma\mu^{-\gamma}]$; Коефіцієнти d_1, \dots, d_γ вибираються з умови гурвіцевості матриці $G = G_0 - DL$; $D = [d_1, \dots, d_\gamma]^T$; μ - досить мала величина, $L = [1, 0, \dots, 0]$.

Для оцінки точності спостереження введемо вектор відхилень

$$\bar{\eta}_i(t) = \Gamma^{-1}(\xi_i(t) - \theta_i(t)),$$

де

$$\Gamma = \text{diag} \{ \mu^{\gamma-1}, \dots, \mu, 1 \}$$

$$\theta_i(t) = \left[\zeta_i(t), \dot{\zeta}_i(t), \dots, \zeta_i^{(\gamma)}(t) \right]^T.$$

Продифференціював $\eta(t)$ за часом з урахуванням рівняння (6), отримаємо

$$\dot{\bar{\eta}}_i(t) = \mu^{-1}G\bar{\eta}_i(t) + \bar{b}\zeta_i^{(\gamma+1)}(t), \quad \bar{\Delta}_i(t) = \mu^{\gamma-1}L\bar{\eta}_i(t),$$

$$\bar{b} = [0, \dots, 0, 1]^T.$$

Перетворимо передостаннє рівняння в еквівалентну щодо виходу $\Delta(t)$:

$$\dot{\eta}_i(t) = \mu^{-1}G\eta_i(t) + b\dot{\zeta}_i(t), \quad \bar{\Delta}_i(t) = \mu^{\gamma-1}L\eta_i(t). \quad (7)$$

Тут $\eta_{i1}(t) = \bar{\eta}_{i1}(t)$, $b = [1, 0, \dots, 0]^T$. Останні два рівняння еквівалентні щодо

змінних $\eta_{i1}(t) = \bar{\eta}_{i1}(t)$ на увазі того, що є різними векторно-матричними формами записи одного рівняння:

$$(p^\gamma + d_1 \mu^{-1} p^{\gamma-1} + \dots + d_\gamma \mu^{-\gamma}) \bar{\eta}_{i1}(t) = p^\gamma \zeta_i(t).$$

Беручи до уваги (5) і (7), рівняння помилки стеження (3) перетворимо до виду

$$e(t) = \mu^{\gamma-1} G(p) [L, L] [\eta_1(t), \eta_2(t)]^T.$$

Ствердження. Нехай виконані умови припущень 1, 2. Тоді існують числа $t > 0$ і $\mu_0 > 0$ такі, що при $\mu \leq \mu_0$ система управління (4) - (6) забезпечує виконання цільової умови (2) для об'єктів класу (1) при $t \geq t$ для $\forall \theta \in \Xi$.

Розглянемо колону ректифікації, динамічні процеси в якій описуються рівнянням (1). Бажану поведінку процесу ректифікації досягається, наприклад, коли $u_m(t) = [x_d^*(t), x_b^*(t)]^T = [0,99,0,01]^T$ Г (моль / с).

Виберемо номінальну складову передавальної функції об'єкта (1) як

$$W(p) = \frac{1}{450p + 1}$$

8.1.2 Отримання кривої розгону

Для отримання кривої розгону в нормованому вигляді використовуємо передавальну функцію

$$W(p) = \frac{1}{450p + 1}$$

Щоб спростити розрахунки крива розгону нормується, тобто значення вихідної змінної наводяться до діапазону 0..1, яке відповідає одиничному вхідному впливу.

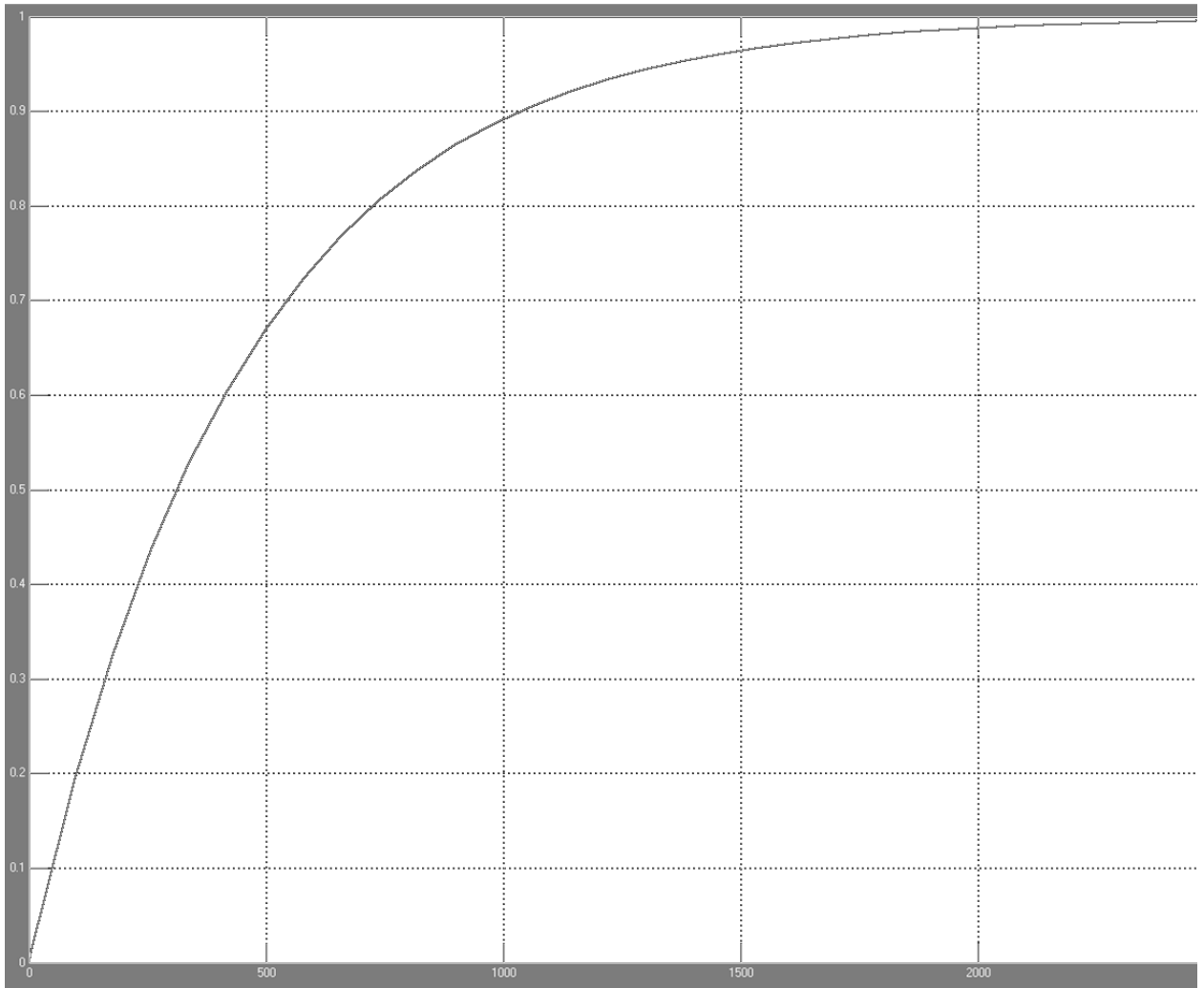


Рисунок 37 – Крива розгону в нормованому вигляді

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 483 секунди.
- 2) Отриману величину інтервалу ділимо на три частини. Піднімаємо перпендикуляр до кривої розгону і визначаємо величину h_{H4} . Відповідно до нашого графіка $h_{H4} = 0,33$. 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.

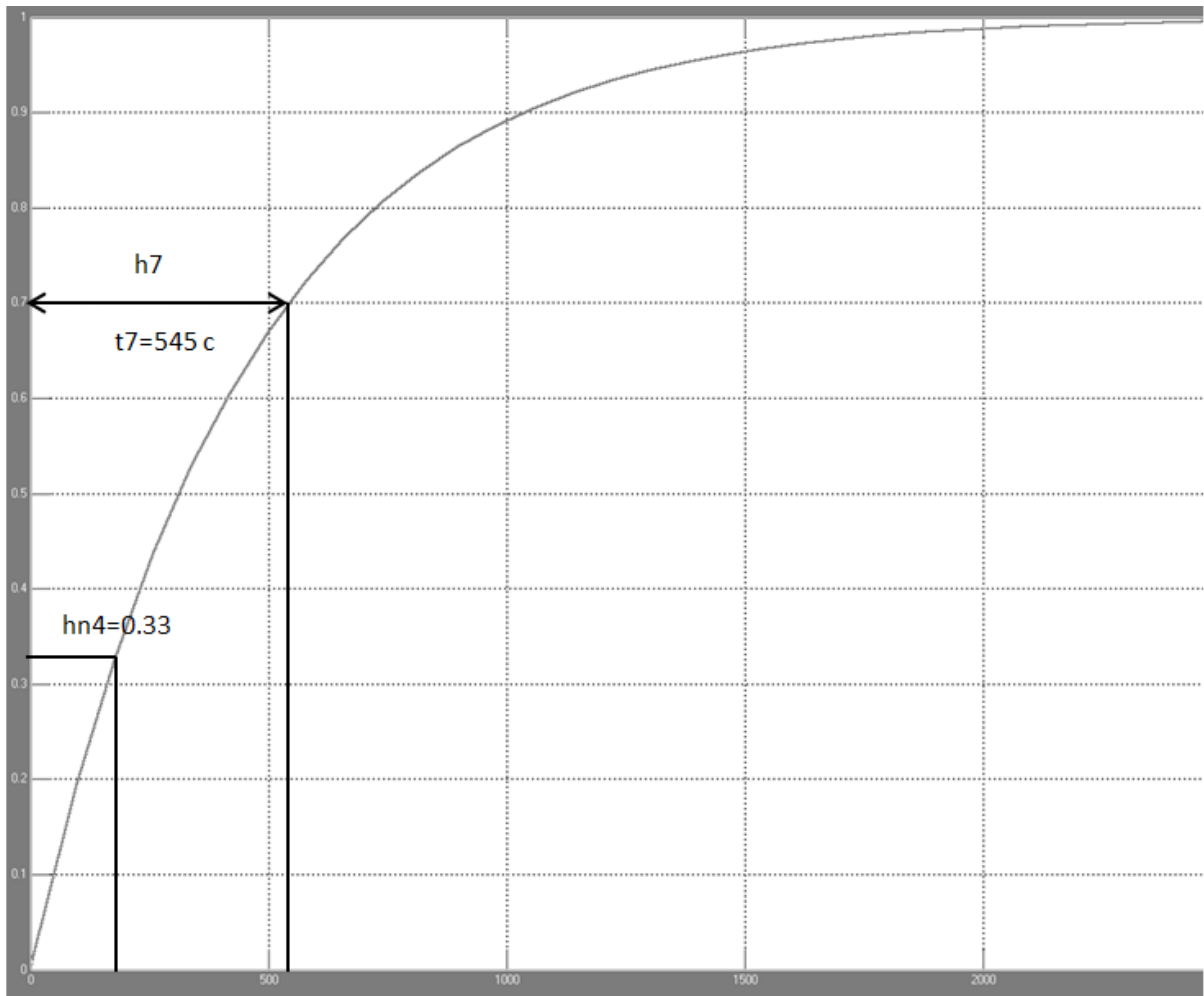


Рисунок 38 – Крива розгону

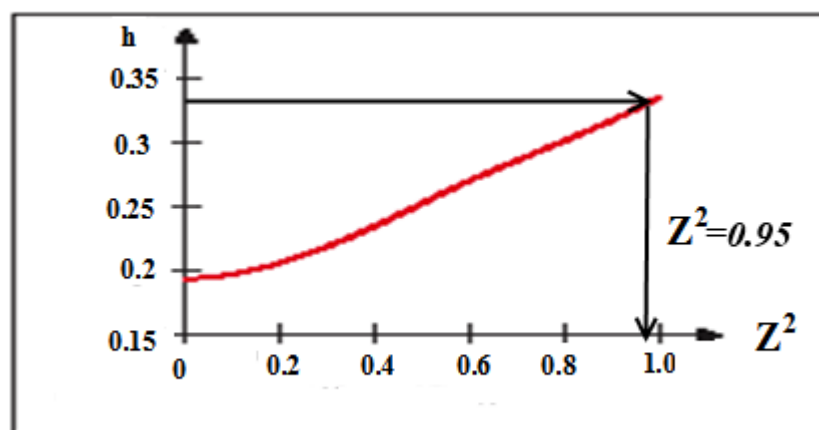


Рисунок 39 - Номограма для визначення величини Z^2

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

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

$$T_1 = \frac{545}{2.4}(1 + 0.975) = 448.5 \text{ с}$$

$$T_2 = \frac{545}{2.4}(1 - 0.975) = 5.67 \text{ с}$$

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

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

Результуюча передаточна функція має наступний вигляд:

$$W(p) = \frac{1}{448.5p + 1}$$

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

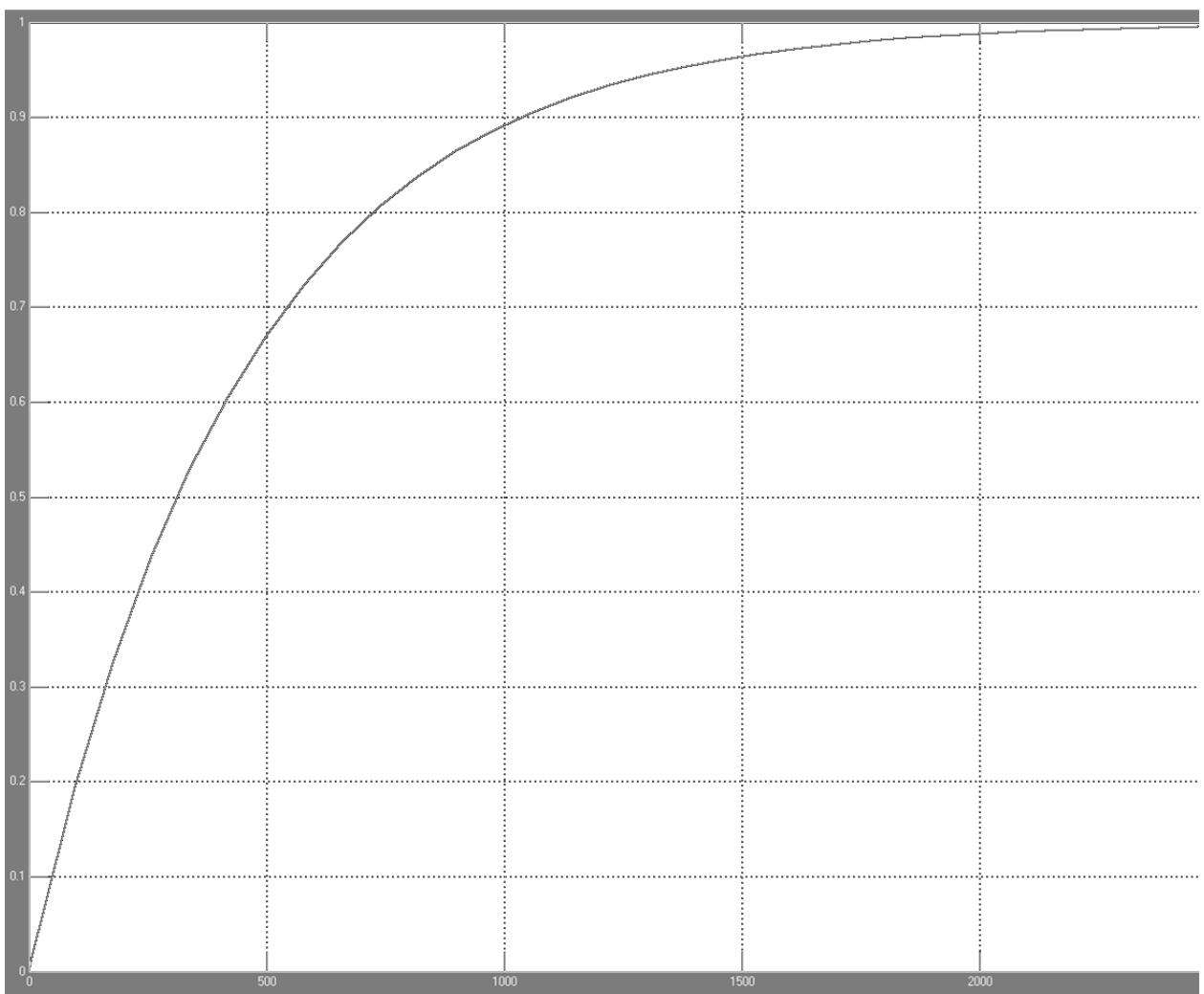


Рисунок 40- Крива розгону з експерименту

8.1.3 Перевірка адекватності отриманих кривих розгону

Для перевірки відповідності перехідних характеристик скористаємося методом Фішера. Відповідно до цього методу необхідно весь інтервал часу поділити на 10 частин і потім визначити $Y_{i \text{ зад}}$ і $Y_{i \text{ мод}}$. Ці значення записані до таблиці 1.

Таблиця 11 - Значення, отримані з перехідних характеристик

$Y_{\text{зад}}$	0.103	0.199	0.282	0.357	0.427	0.486	0.542	0.59	0.632	0.672
$Y_{\text{мод}}$	0.102	0.2	0.28	0.353	0.425	0.484	0.54	0.584	0.631	0.67
t	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500

$$U_{\text{сер.мод}}=0,427$$

$$U_{\text{сер.зад}}=0,429$$

Всі розрахунки проводимо в математичному пакеті MathCad.

The image shows the following calculations in MathCad:

- Two vectors of data points:

$$yz := \begin{pmatrix} 0.103 \\ 0.199 \\ 0.282 \\ 0.357 \\ 0.427 \\ 0.486 \\ 0.542 \\ 0.59 \\ 0.632 \\ 0.672 \end{pmatrix}$$

$$ym := \begin{pmatrix} 0.102 \\ 0.2 \\ 0.28 \\ 0.353 \\ 0.425 \\ 0.484 \\ 0.54 \\ 0.584 \\ 0.631 \\ 0.67 \end{pmatrix}$$
- Formulas for sample variances:

$$S1 := \frac{\sum_{i=0}^9 (yz_i - 0.429)^2}{9}$$

$$S2 := \frac{\sum_{i=0}^9 (ym_i - 0.427)^2}{9}$$
- Calculated variance values:

$$S1 = 0.036$$

$$S2 = 0.036$$
- Formula for the F-statistic:

$$F := \frac{S1}{S2}$$
- Calculated F-statistic value:

$$F = 1.008$$

Рисунок 41- розрахунки в MathCad.

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

Так як згідно таблиці Фішера отриманий критерій менше ніж критерій по таблиці (1,008 < 2.98), то можна вважати, що дана модель адекватна.

Таблиця 12 - 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

8.1.4 Вибір регулятора та його параметрів налаштування

Для більш швидкого, простого та наглядного методу скористаємося математичним пакетом MATLAB.

Збираємо схему регулювання, яка має вигляд

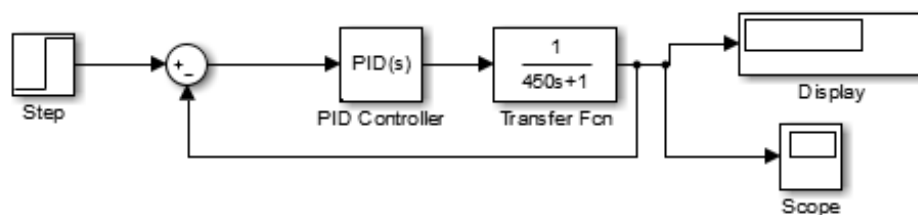


Рисунок 43- схема для моделювання

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.

8.1.4.1 П- регулятор

Безперервний ідеальний П- регулятор

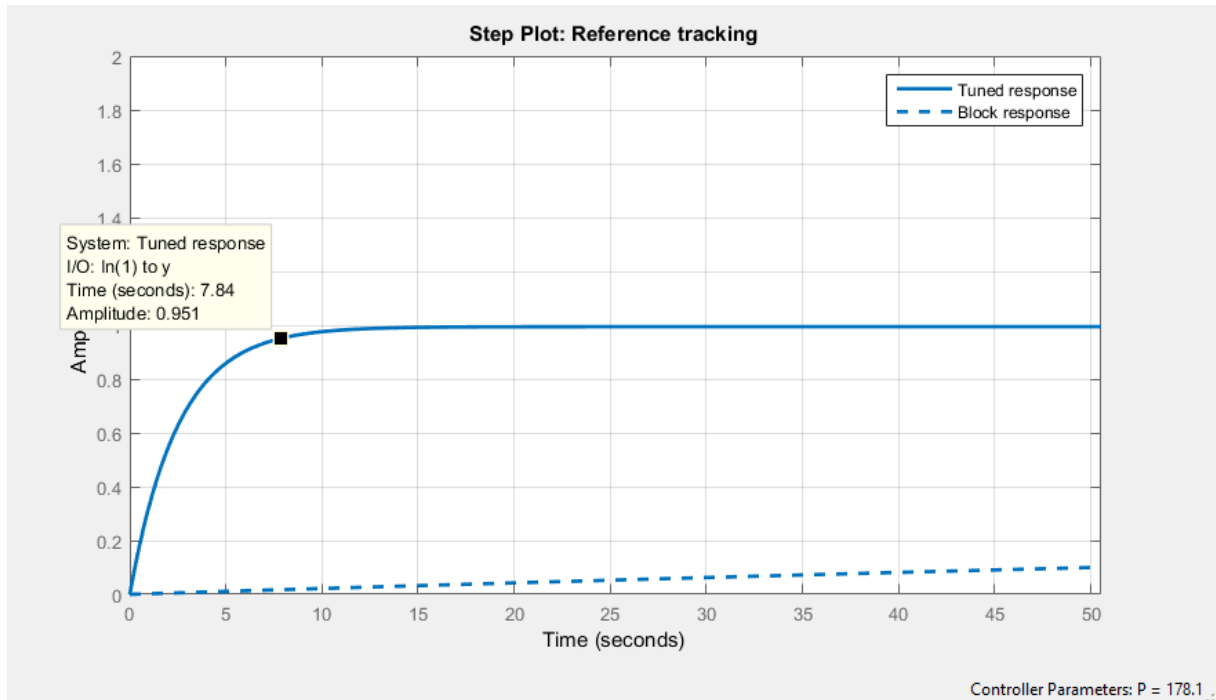


Рисунок 44- Результати моделювання

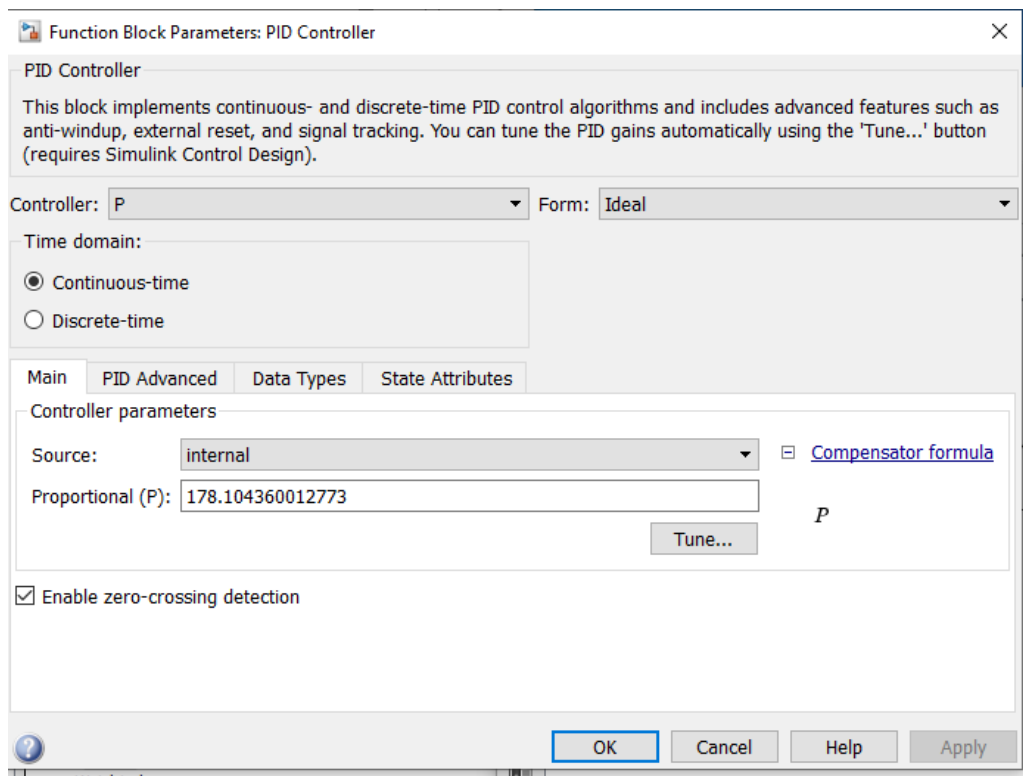


Рисунок 45- Налаштування П-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 178,1; час регулювання 7,84 секунди; перерегулювання немає. Безперервний паралельний П-регулятор при налаштуванні показав такі самі величини.

8.1.4.2 ПІ – регулятор

Безперервний паралельний ПІ – регулятор

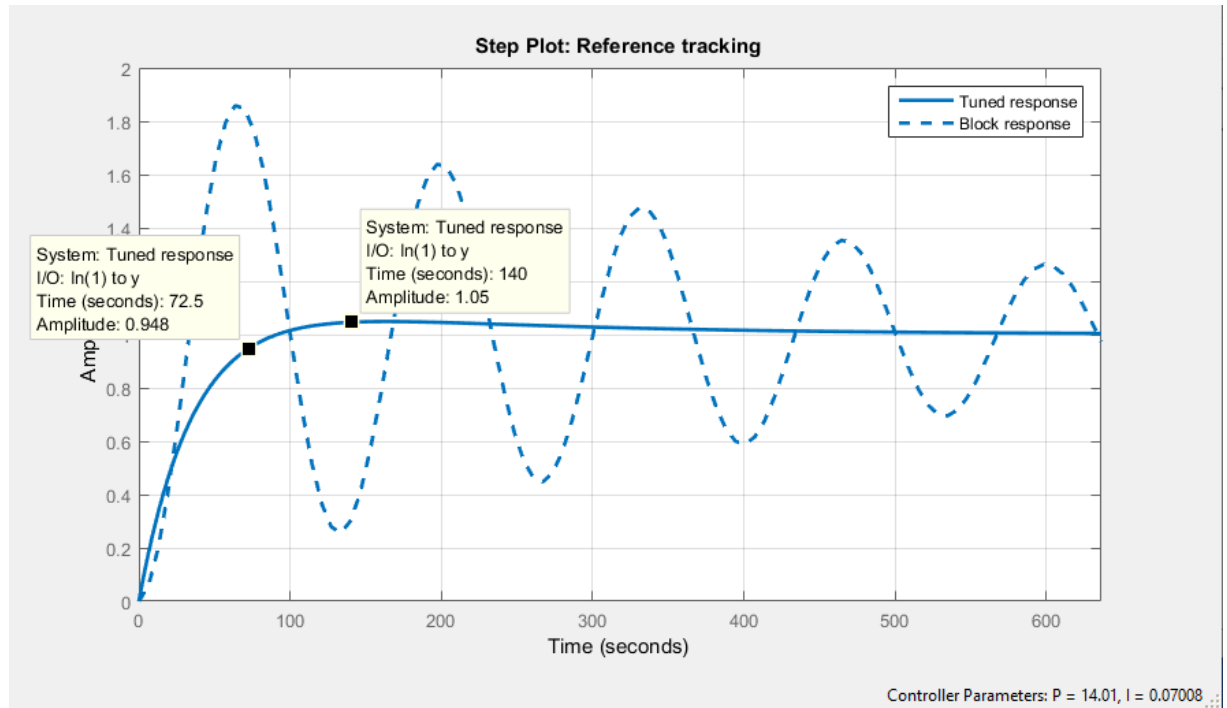


Рисунок 46- Результати моделювання

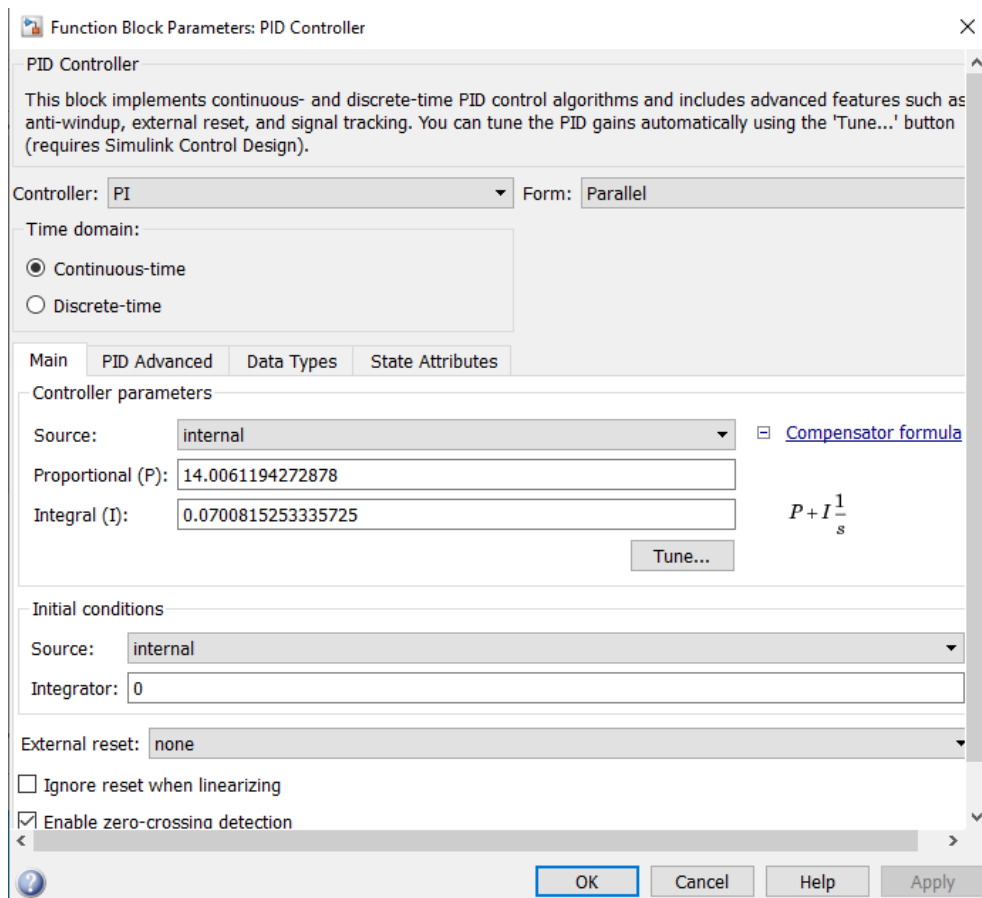


Рисунок 47- Налаштування ПІ-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 14; час інтегрування – 0,07; час регулювання 72,5 секунди; перерегулювання 5%.

Безперервний ідеальний ПІ – регулятор

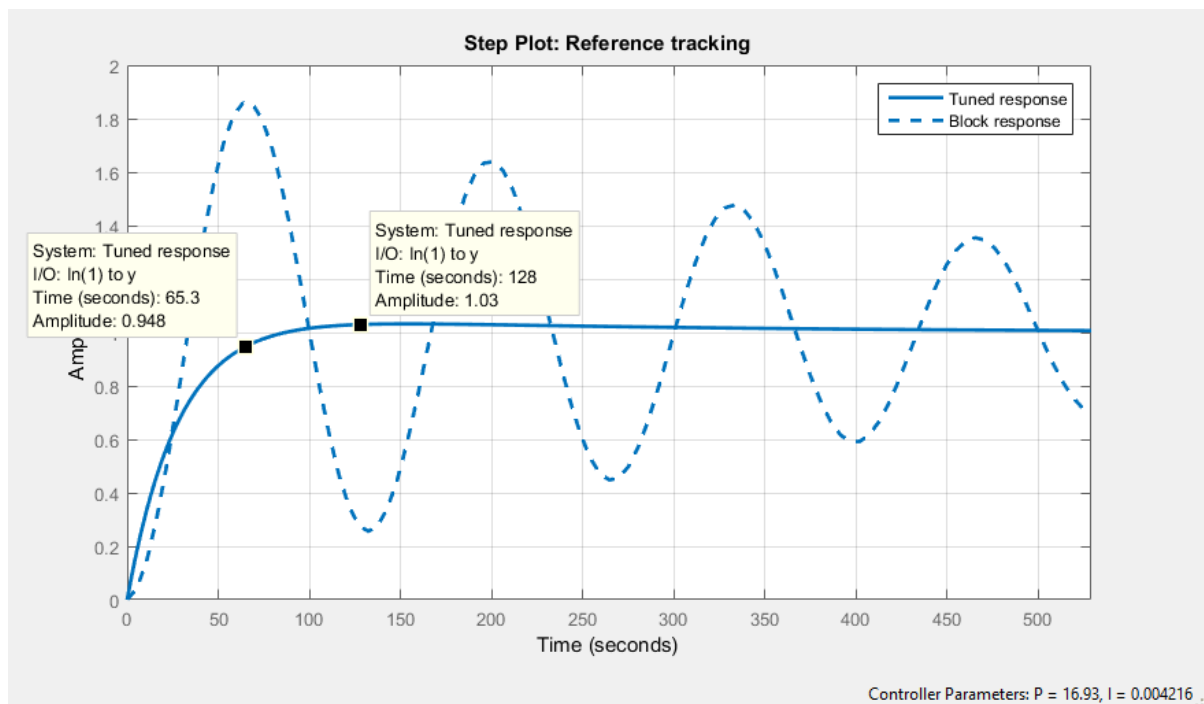


Рисунок 48- Результати моделювання

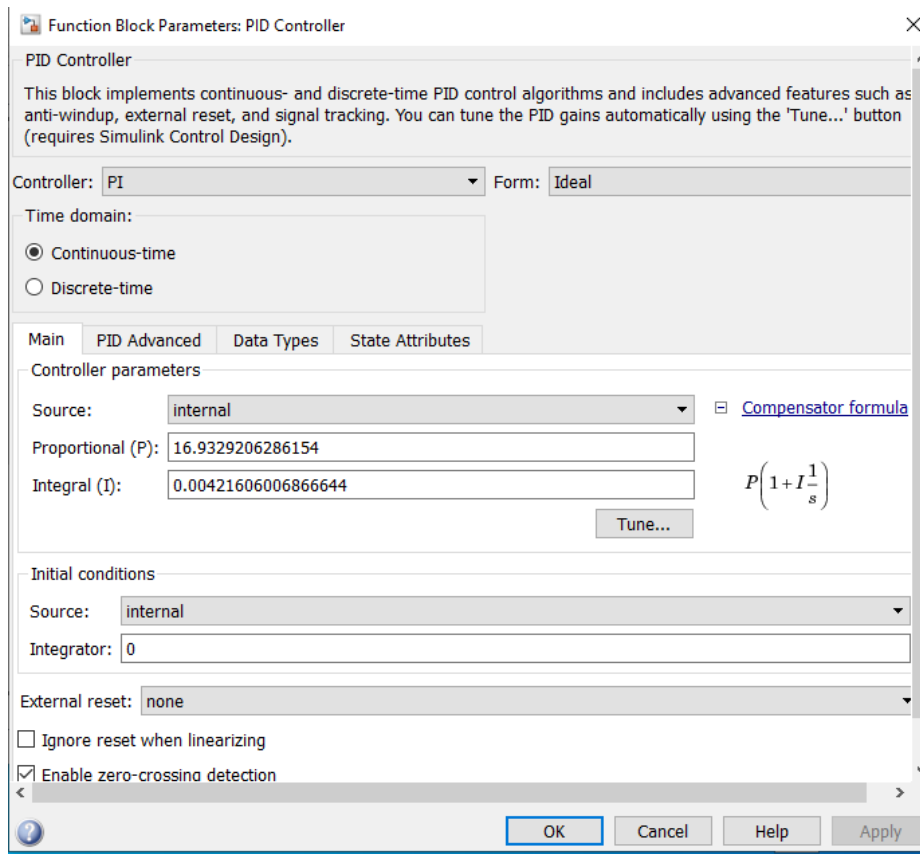


Рисунок 49- Налаштування ПІ-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 16,93; час інтегрування – 0,004; час регулювання 65,3 секунди; перерегулювання 3%.

Дискретний ідеальний ПІ – регулятор

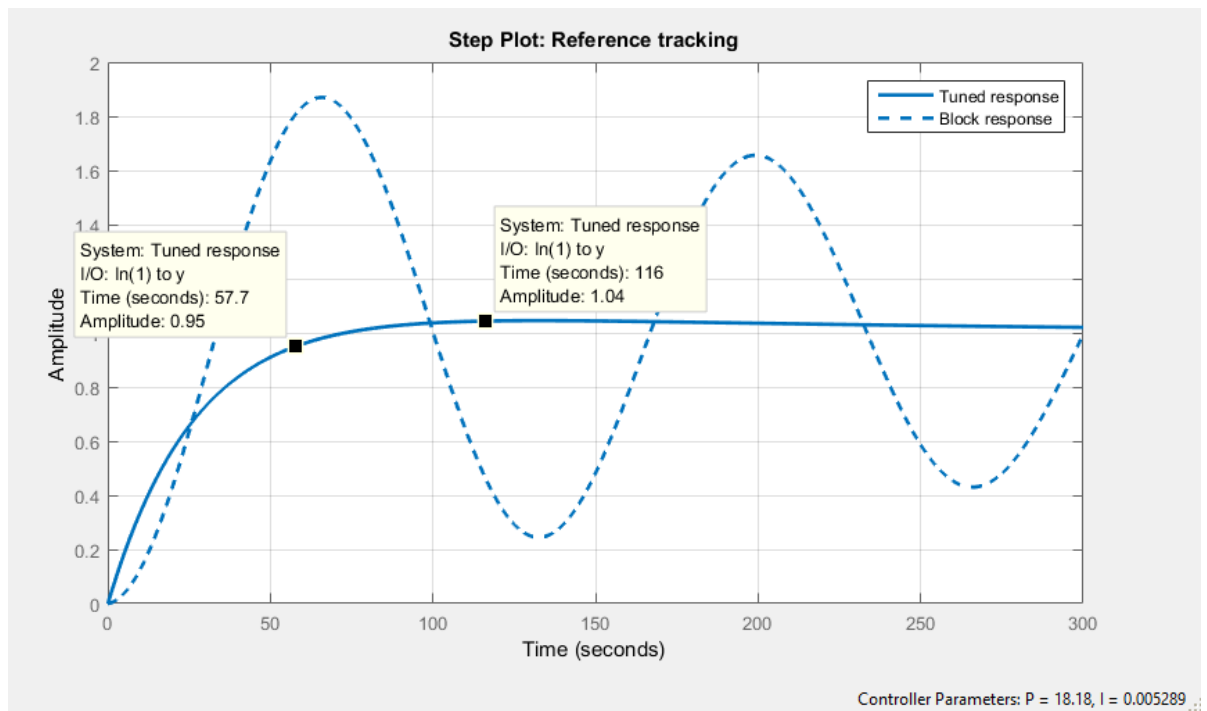


Рисунок 50- Результати моделювання

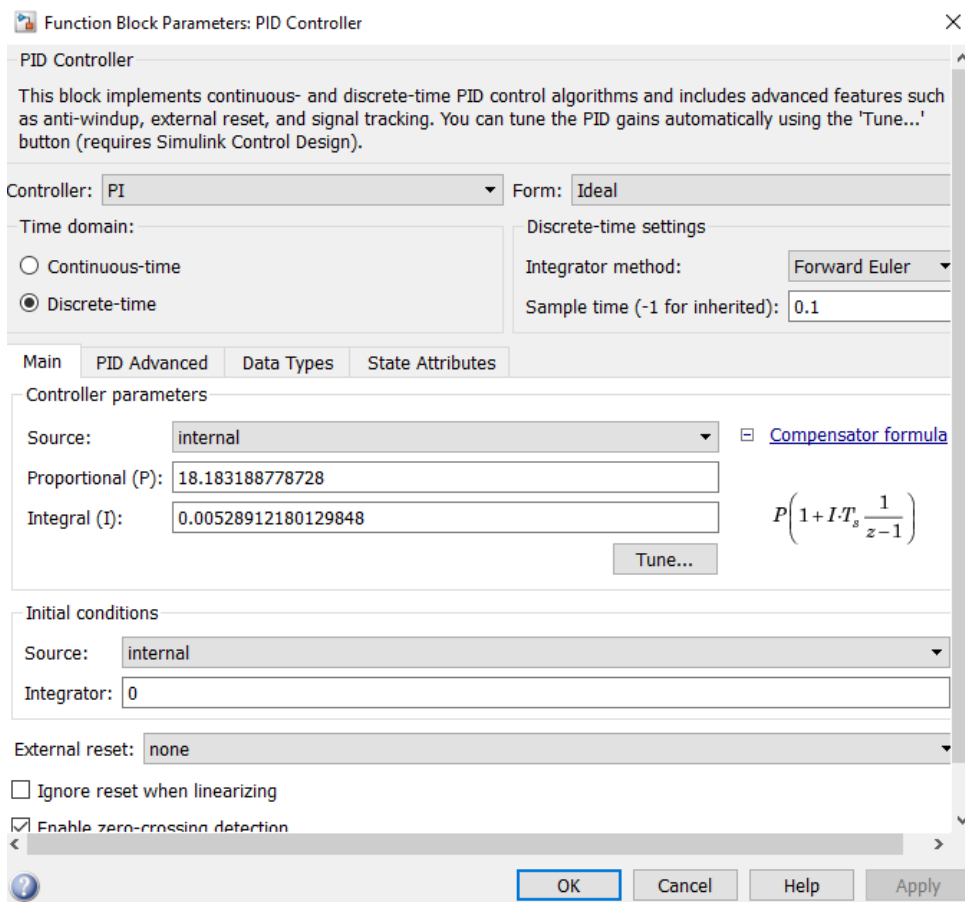


Рисунок 51- Налаштування ПІ-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 18,18; час інтегрування – 0,005; час регулювання 57,7 секунди; перерегулювання 4%.

Дискретний паралельний ПІ – регулятор

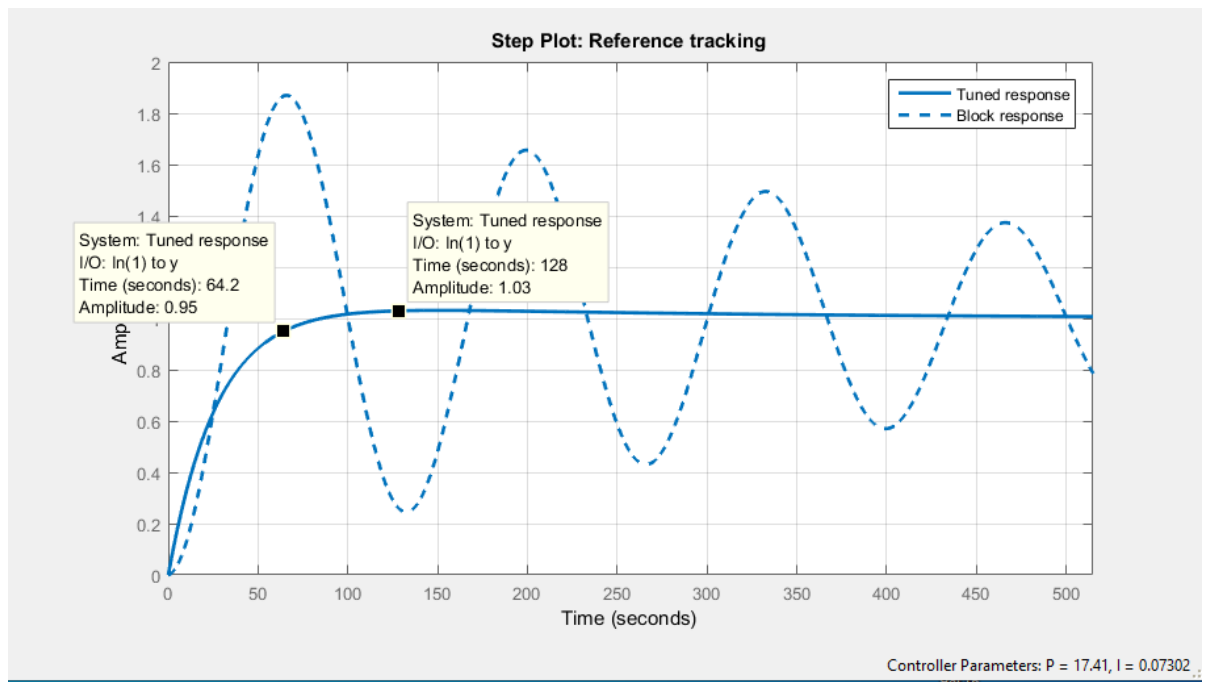


Рисунок 52- Результати моделювання

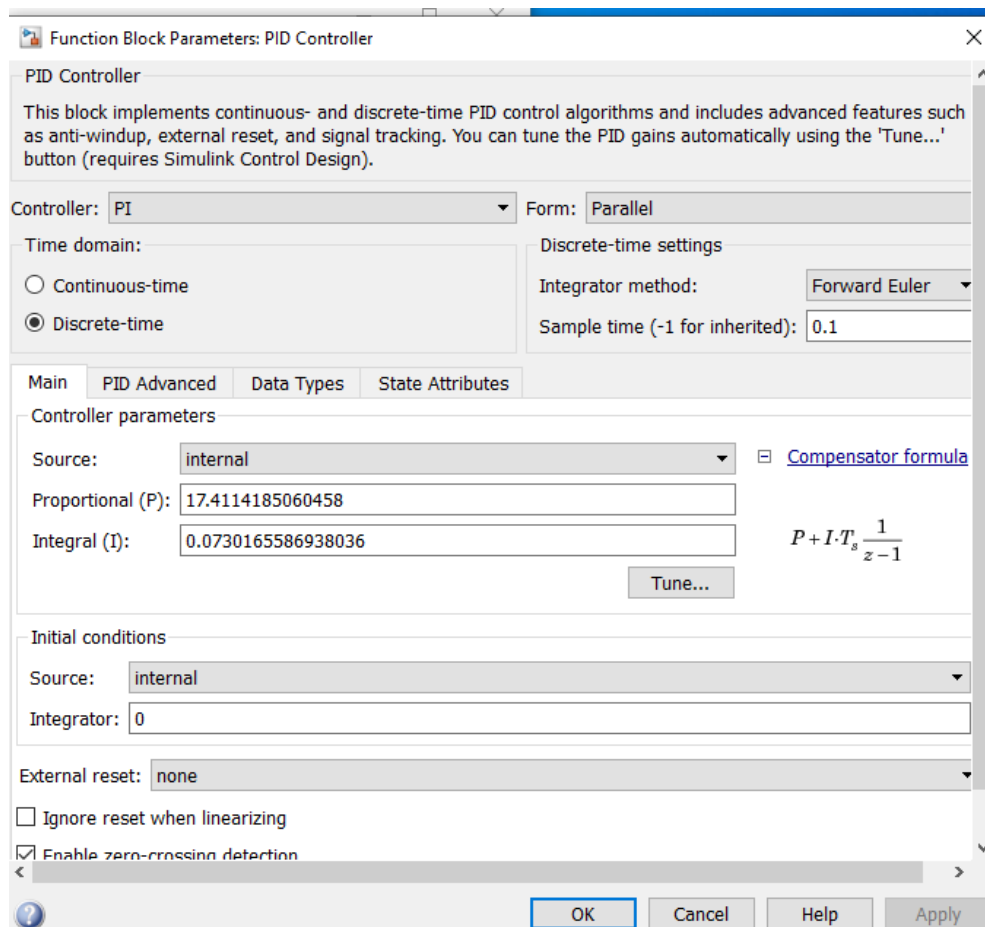


Рисунок 53- Налаштування ПІ-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 17,41; час інтегрування – 0,07; час регулювання 64,2 секунди; перерегулювання 3%.

8.1.4.3 ПД – регулятор

Безперервний ідеальний ПД – регулятор

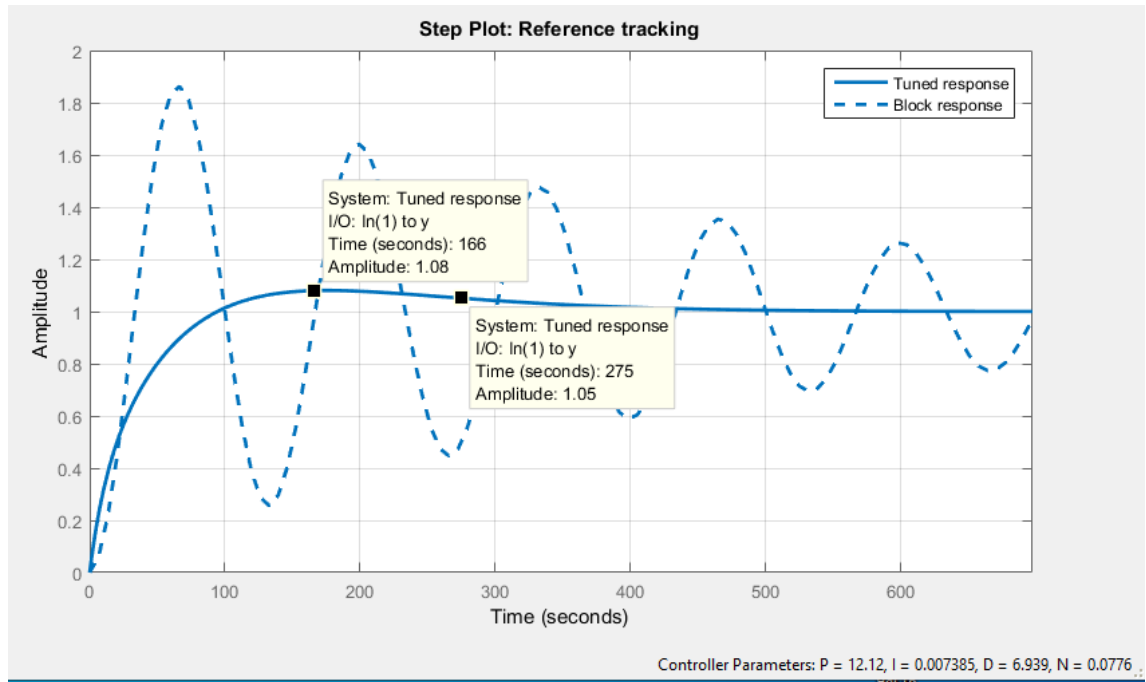


Рисунок 54- Результати моделювання

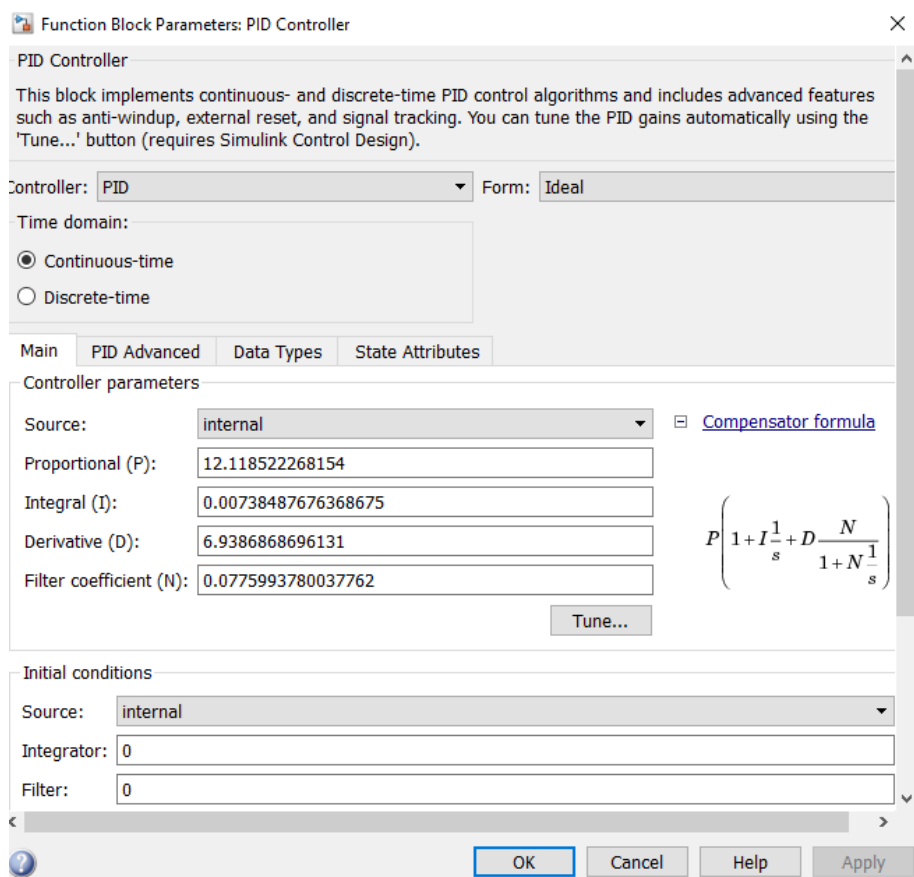


Рисунок 55- Налаштування ПД-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 12,11; час інтегрування – 0,007; час диференціювання – 6,93; час регулювання 275 секунди; перерегулювання 8%.

Безперервний паралельний ПД – регулятор

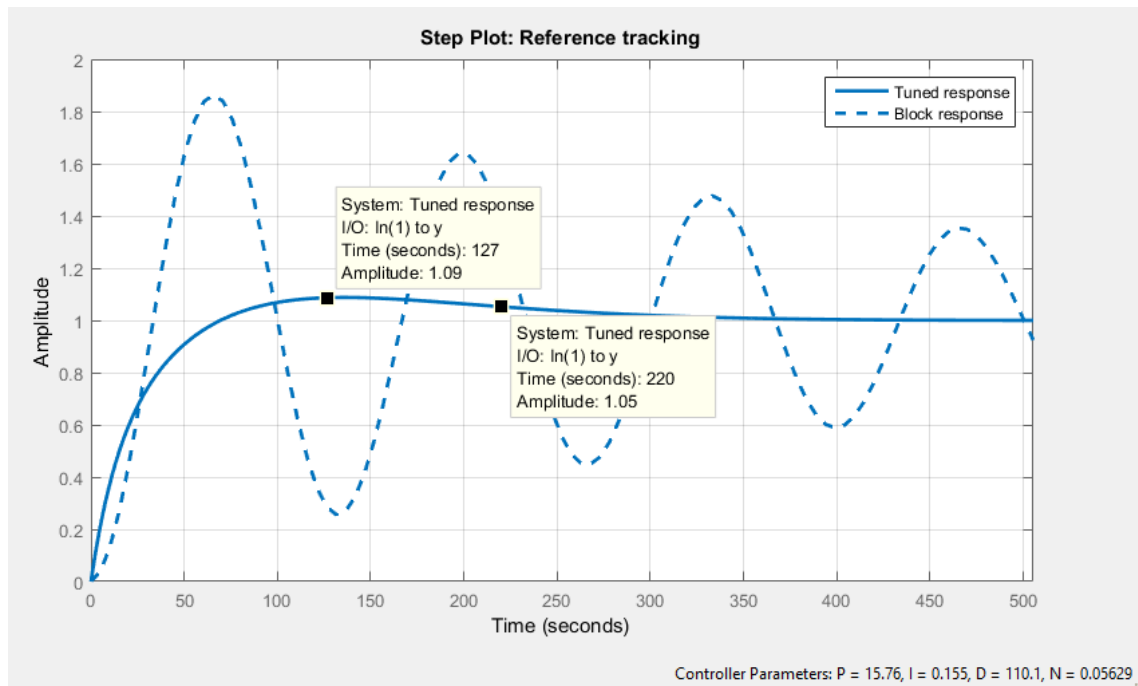


Рисунок 56- Результати моделювання

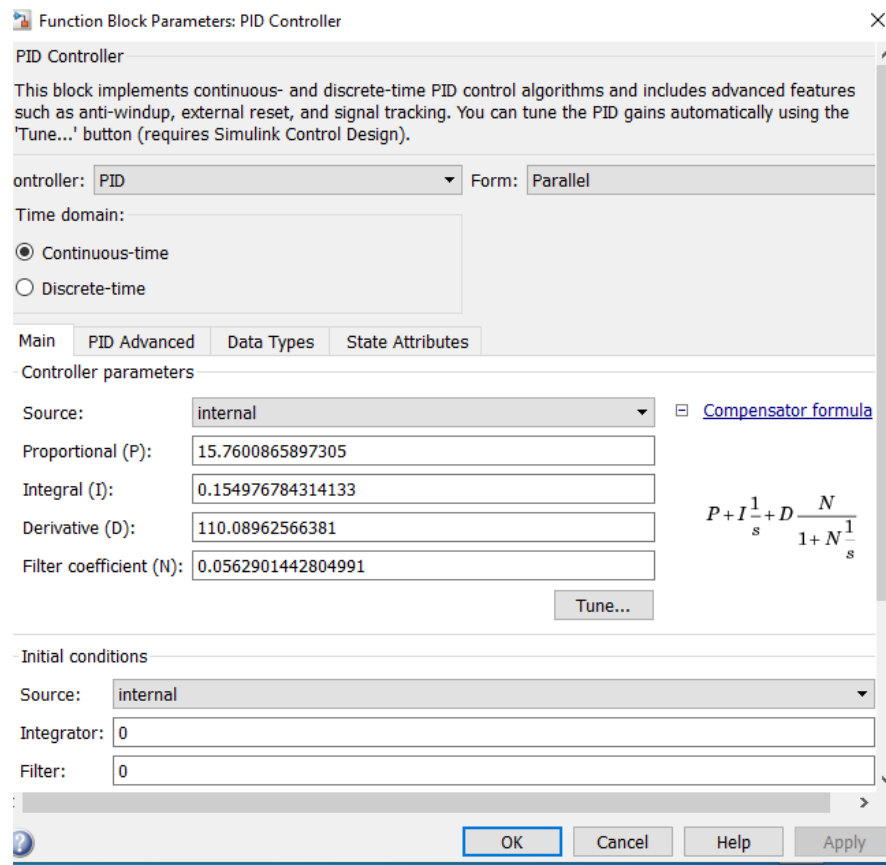


Рисунок 57- Налаштування ПД-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 15,76; час інтегрування – 0,15; час диференціювання – 110,08; час регулювання 220 секунди; перерегулювання 9%.

Дискретний паралельний ПІД – регулятор

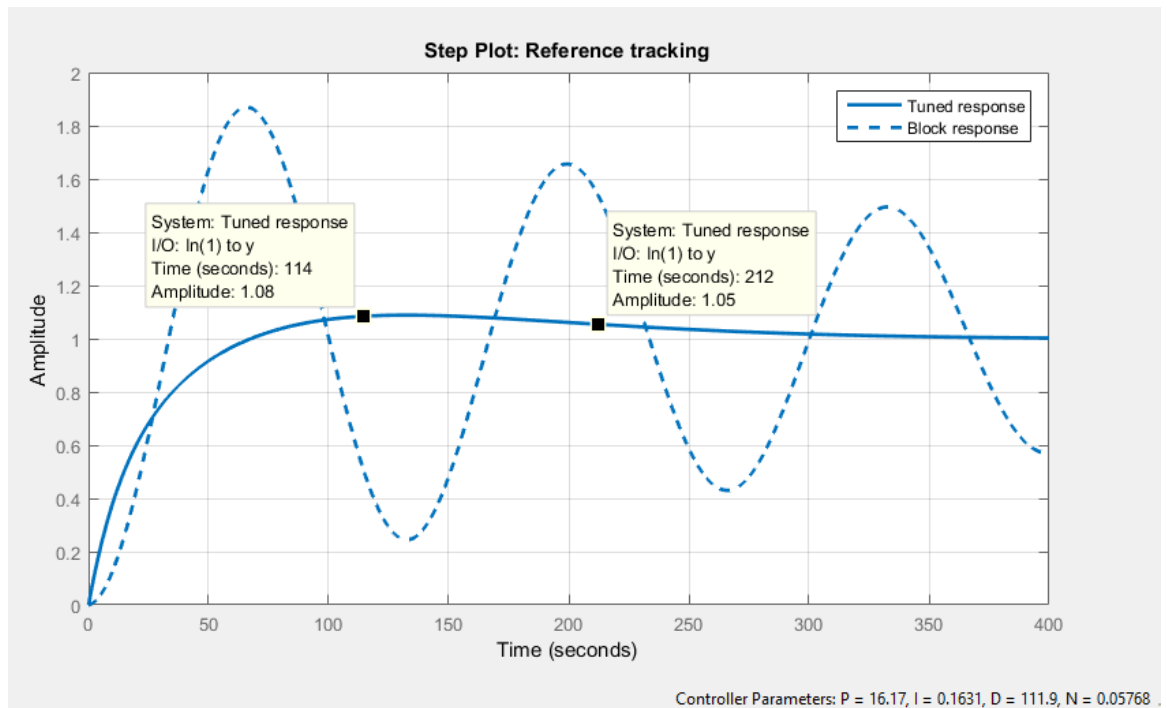


Рисунок 58- Результати моделювання

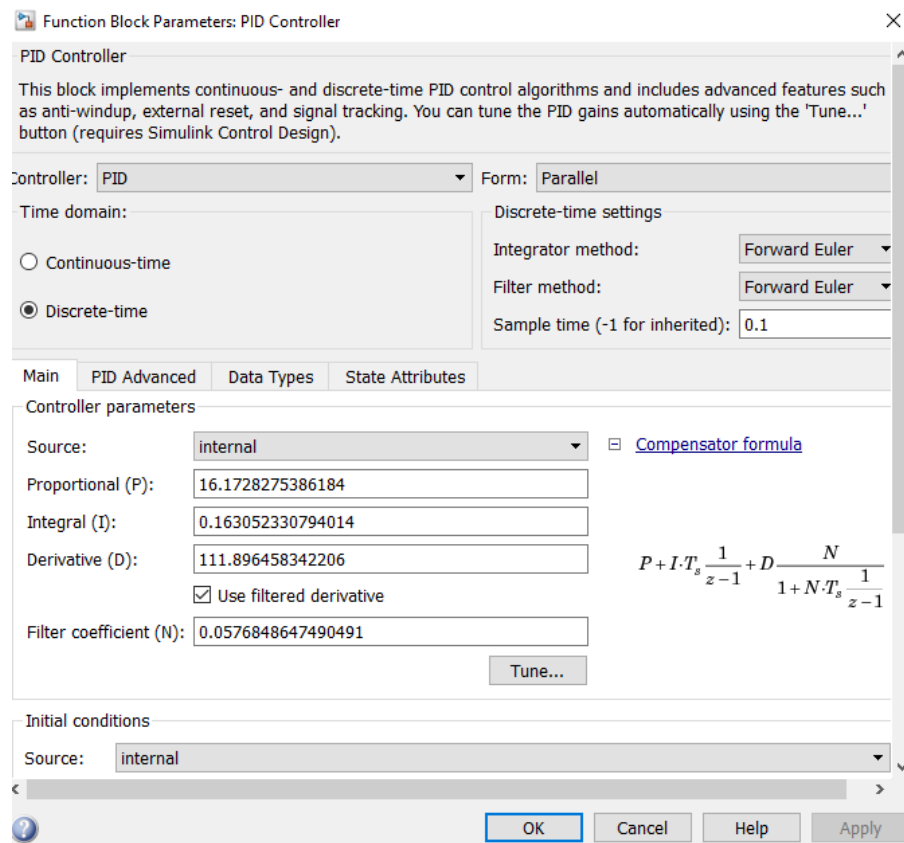


Рисунок 59- Налаштування ПІД-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 16,17; час інтегрування – 0,16; час диференціювання – 111,89; час регулювання 212 секунди; перерегулювання 8 %.

Дискретний ідеальний ПІД – регулятор

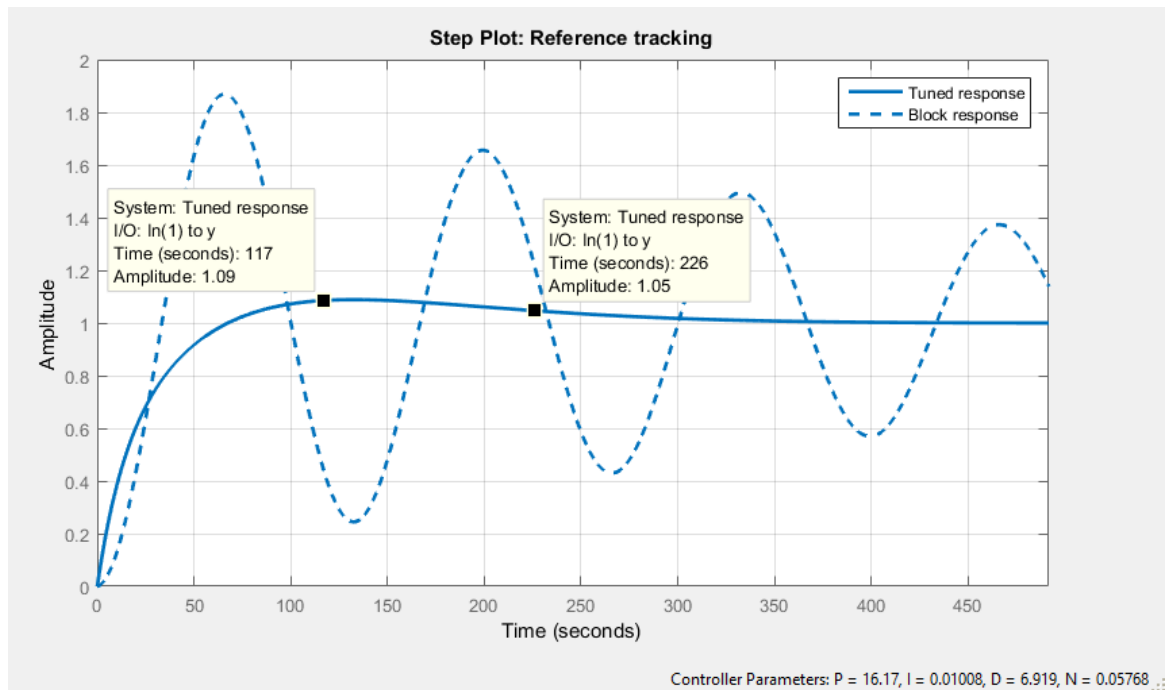


Рисунок 60- Результати моделювання

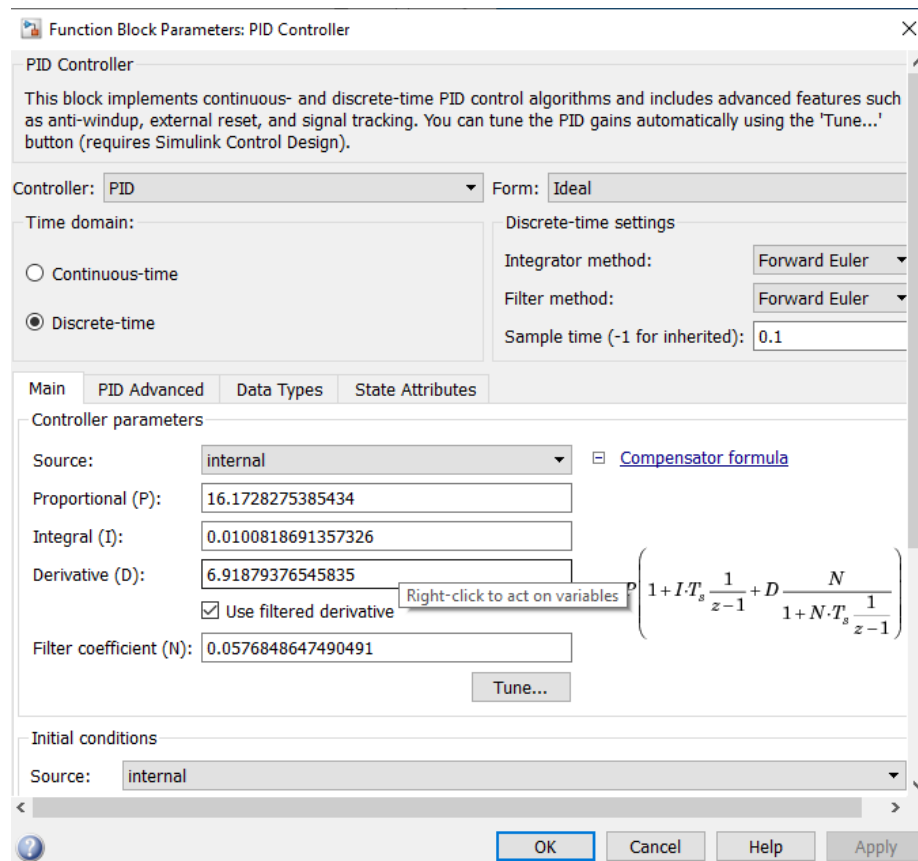


Рисунок 61- Налаштування ПІД-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 16,17; час інтегрування – 0,01; час диференціювання – 6,91; час регулювання 226 секунди; перерегулювання 9 %.

Таблиця 13 – Результати регулювання

Регулятор	P	I	D	Час регулювання, с	Перерегулювання,%
Безперервний ідеальний П- регулятор	178,1	-	-	7,84	-
Безперервний паралельний ПІ – регулятор	14	0,07	-	72,5	5
Безперервний ідеальний ПІ – регулятор	16,93	0,004	-	65,3	3
Дискретний ідеальний ПІ – регулятор	18,18	0,005	-	57,7	4
Дискретний паралельний ПІ – регулятор	17,41	0,07	-	64,2	3
Безперервний ідеальний ПІД – регулятор	12,11	0,007	6,93	275	8
Безперервний паралельний ПІД – регулятор	15,76	0,15	110,08	220	9
Дискретний паралельний ПІД – регулятор	16,17	0,16	111,89	212	8
Дискретний ідеальний ПІД – регулятор	16,17	0,01	6,91	226	9

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 65 секунд, а пере регулювання 4%. ПІД- регулятор має свої недоліки, такі як: з 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.

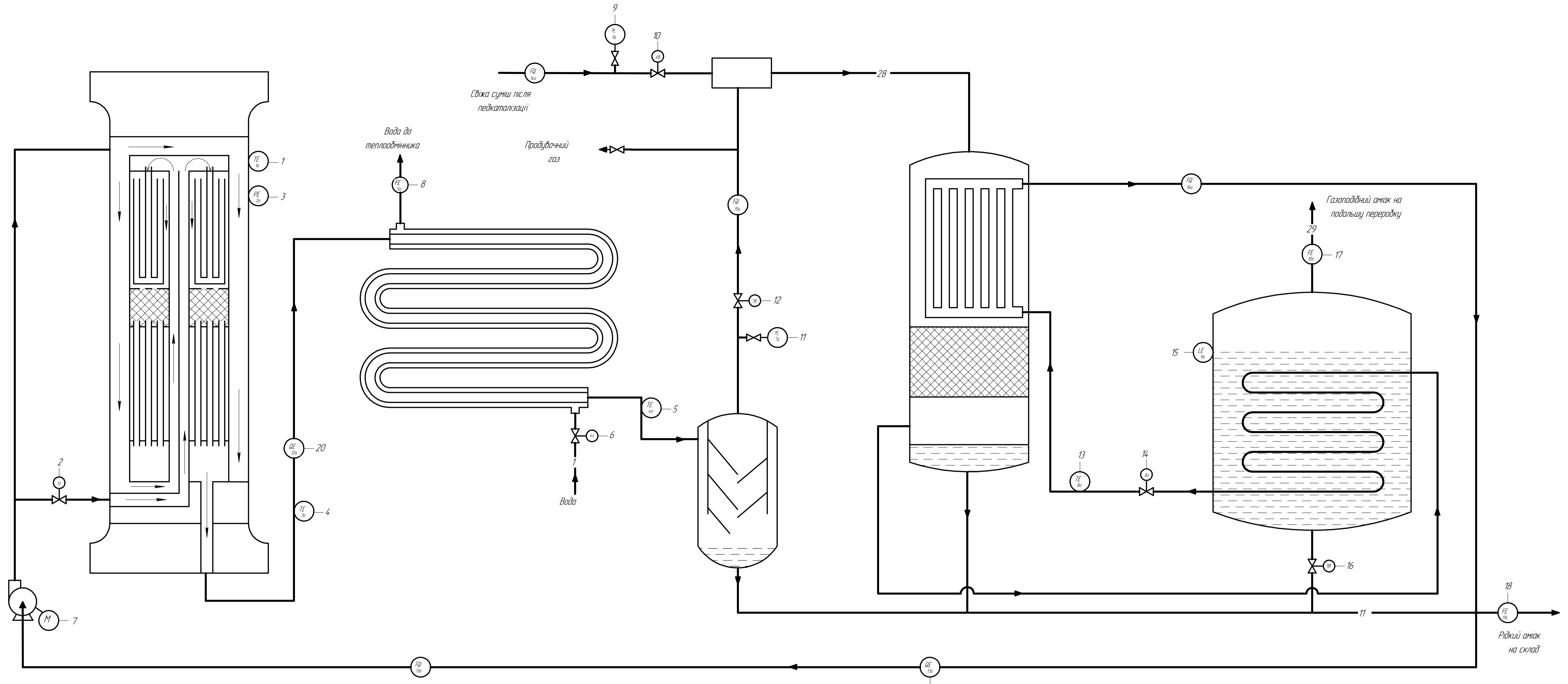
На основі таблиці 13, був вибраний Дискретний ідеальний ПІ – регулятор, так як має оптимальні показники з тих що наведені в таблиці 13.

ВИСНОВОК

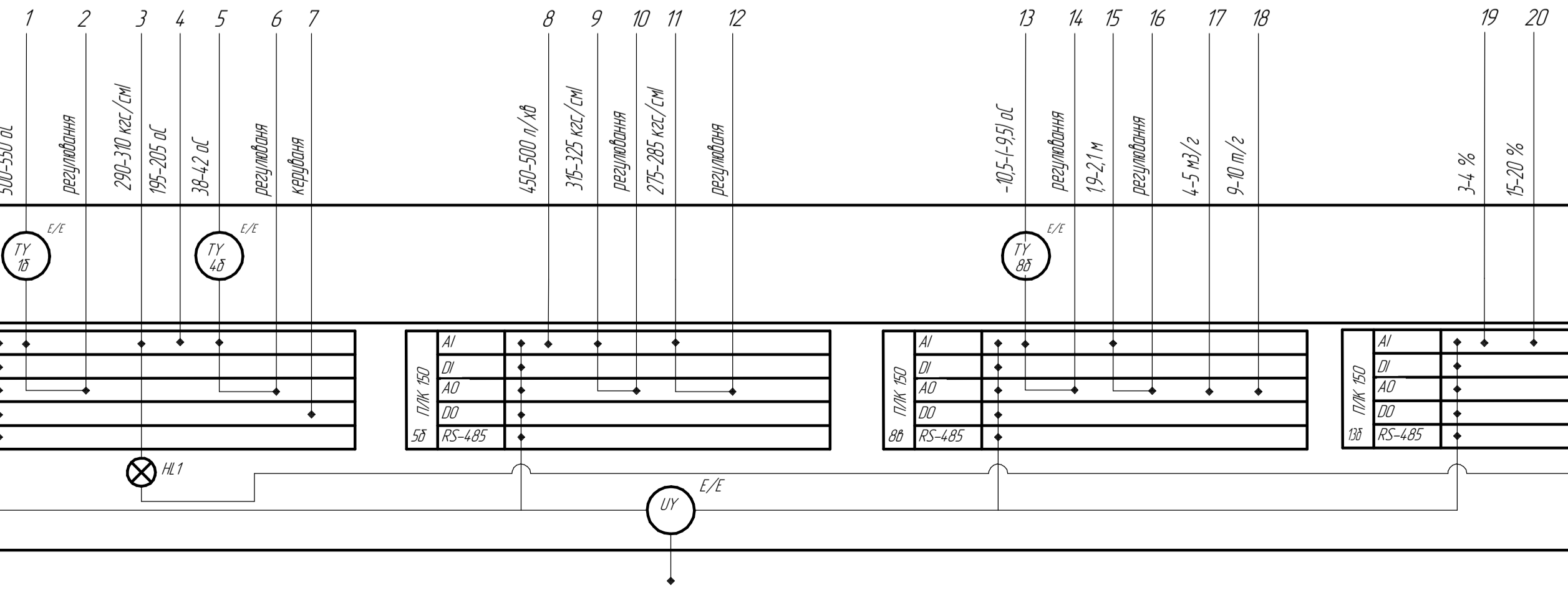
В бакалаврській роботі була розглянута і розібрана технологія синтезу аміака при середньому тиску, розроблена система управління виробництвом, вибрані прилади автоматизації(датчики,виконавчі механізми, контролер), та дослідним шляхом обрали регулятор. Також були розроблені функціональна, електрична принципова схема. В наслідок чого покращилися умови праці(всі мікропроцесорні прилади розташовуються на одному щиті в операторській), 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. Всі побочні хімічні сполуки які були отримані в наслідок синтезу аміаку надходять на подальшу переробку та виготовлення нової продукції(наприклад мінеральних добрив), це є великим плюсом розробленої схеми виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии. – М.: Химия, 1969. – 564с.
2. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного регулювання. – Підручник. К.: Либідь, 1997. – 544 с.
3. Кутепов А.М. и др., Общая химическая технология, М: Высш. школа, 1985. – 331 с.
4. Регрессионный анализ, – Режим доступа: <http://sumdu.edu.ua/textbooks//11882/134613/index.html>
5. Інструктивні вказівки до виконання курсових і дипломних проектів з напрямку підготовки «Системна інженерія» і спеціальності «Комп'ютеризовані системи управління і автоматика», – Суми.: СумДУ, 2013. – 69 с.
6. Датчик температуры Метран-274- [Електронний ресурс] – Режим доступа до ресурсу: http://www.pea.ru/docs/fileadmin/files/emerson/datch_temp/THAU_Metran-271_TSMU_Metran-274_TSPU_Metran-276.pdf.
7. Овен датчик температуры [Електронний ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://owen.ua/ua/datchyky/dtsxx5miyermoperetvorjuvachi-oporu-z-vyhidnym-sygnalom-4...20ma>.
8. Рівнемір [Електронний ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://owen.ua/ua/datchyky/pdu-i-poplavkovi-datchyky-rivnja-z-analogovym-vhidnym-sygnalom-4-20-ma>.
9. Датчик тиску [Електронний ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://owen.ua/ua/datchyky/pd100-115-datchyky-tysku-v-poliovomu-korpusi>.
10. Витратомір аміак [Електронний ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://emis-kip.ru/pics/uploads/presentation/EM%20270.PDF>.
11. Витратомір води для водяного конденсатора [Електронний ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://ua.krohne.com/ru/pribory/izmerenie-raskhoda/raskhodomery/rotametry/h250-m40/>.
12. Датчик концентрації аміаку [Електронний ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.gazoanalizators.ru/OLC-100--OLCT-100.html>.
13. МІК 51 [Електронний ресурс] – Режим доступа до ресурсу: http://www.microl.ua/index.php?page=shop.product_details&flypage=garden_flypage.tpl&product_id=38&category_id=24&option=com_virtuemart&Itemid=71&lang=ru.
14. ПЛК 150 [Електронний ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://owen.ua/ua/programovani-logichni-kontrolery/owen-plk150-programovanyi-logichni-kontroler/poznachennja-pry-zamovlenni>.



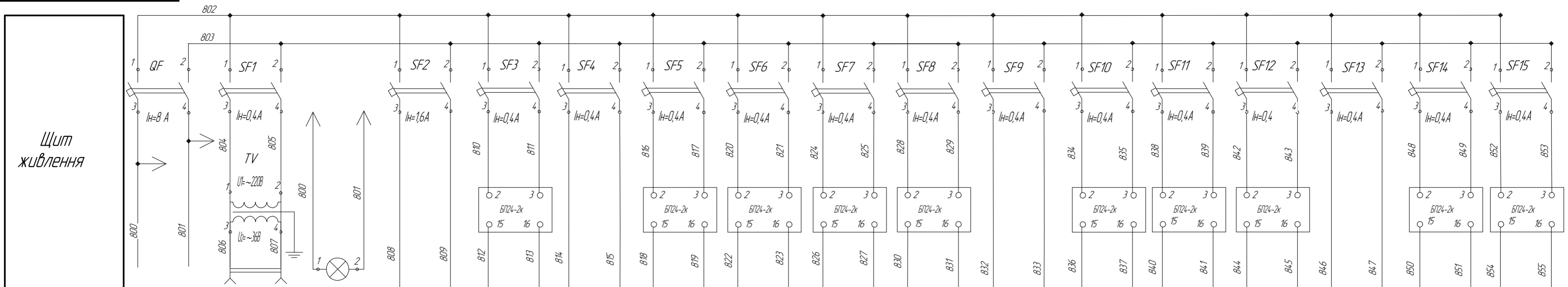
Листів: 1
 Сторінок: 1
 Вид: 1
 Назва: 1



Позначення	Найменування
-1-	Вода
-11-	Аміак
-28-	Суміш азото-водневого газу
-29-	Газоподібний аміак

СУ-71Ш.6.05020105.А2			
Ізм. Лист	№ док.м.	Підп.	Дата
Разраб.	Хастераб А.А.		
Проб.	Пата П.С.		
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.	Хидалеу Г.М.		

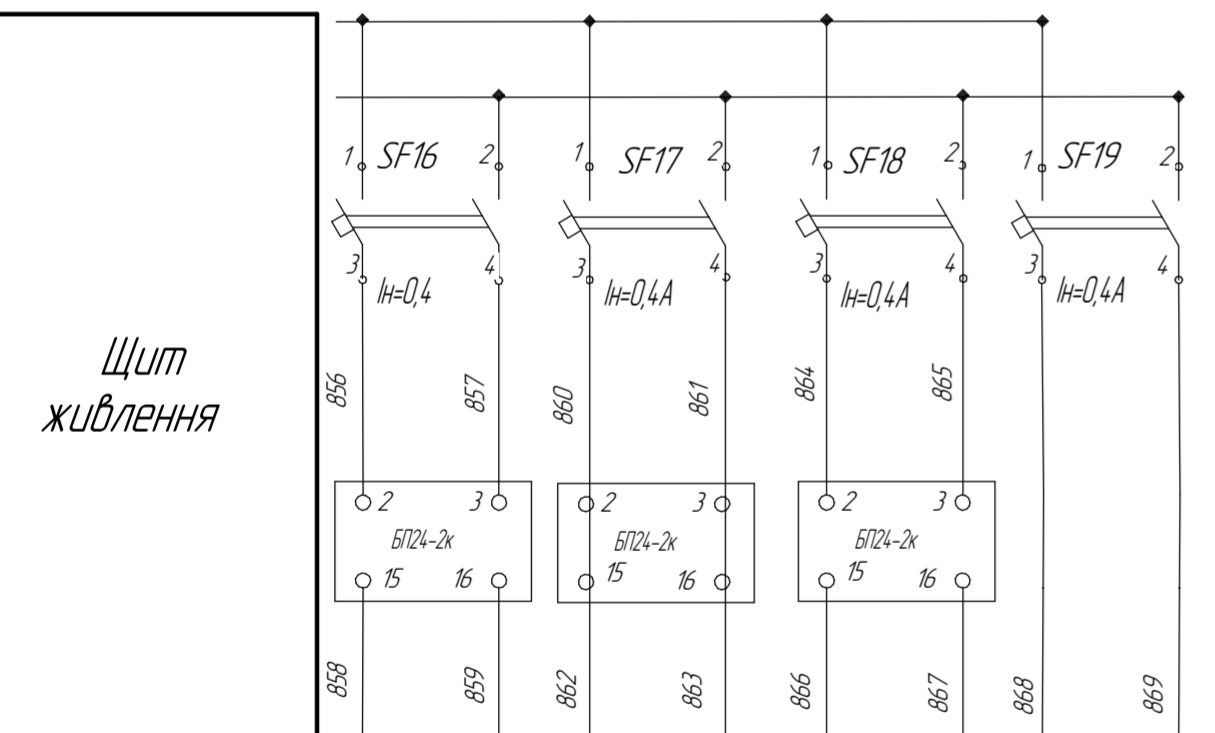
Система управління технологічним процесом синтезу аміаку середнього тиску		
Схема функціональна		
Лист	Листів	1
ШСІМДУ		
СУ-71Ш-8		
Формат А1		



Характеристики электроприёмов	Поз.	-----	XS	HL7	-----	1а	1б	2а	3а	4а	5а	5б	6а	7а	8а	8б	9а	10а
	Тип	Ввід робочий	Розетка	Освітлення	Сигналізація	ДТПК 015-0110	П/К150	ПД100-ДН40	ДТС 015М-Р100	ДТС 015М-50М	Н250 М40	П/К150	ПД100-ДН40	ПД100-ДН40	ДТС 015М-50М	П/К150	ПД4-Н.2250.10	Н250 М40
	Напруга, В	~ 220	~ 36	~ 220	~ 220	-24	~ 220	-24	-24	-24	-24	~ 220	-24	-24	-24	~ 220	-24	-24
	Потуж., Вт	1600	100	75	150	1	6	10	1	1	15	6	10	10	1	6	1	15
	Місце установки		Щит №1	Щит №1	Щит №1	Щит №1	Щит №1	Щит №1	Щит №1	Щит №1	Щит №1	Щит №1	Щит №1	Щит №1	Щит №1	Щит №1	Щит №1	Щит №1

Перв. примен.

Склад. №



Характеристики электроприёмов	Поз.	11а	12а	13а	13б
	Тип	ЭМИС-МАГ 270	ОЛС-100	ОЛС-100	П/К150
	Напруга, В	-24	-24	-24	~ 220
	Потуж., Вт	20	10	10	6
	Місце установки	Щит №1	Щит №1	Щит №1	Щит №1

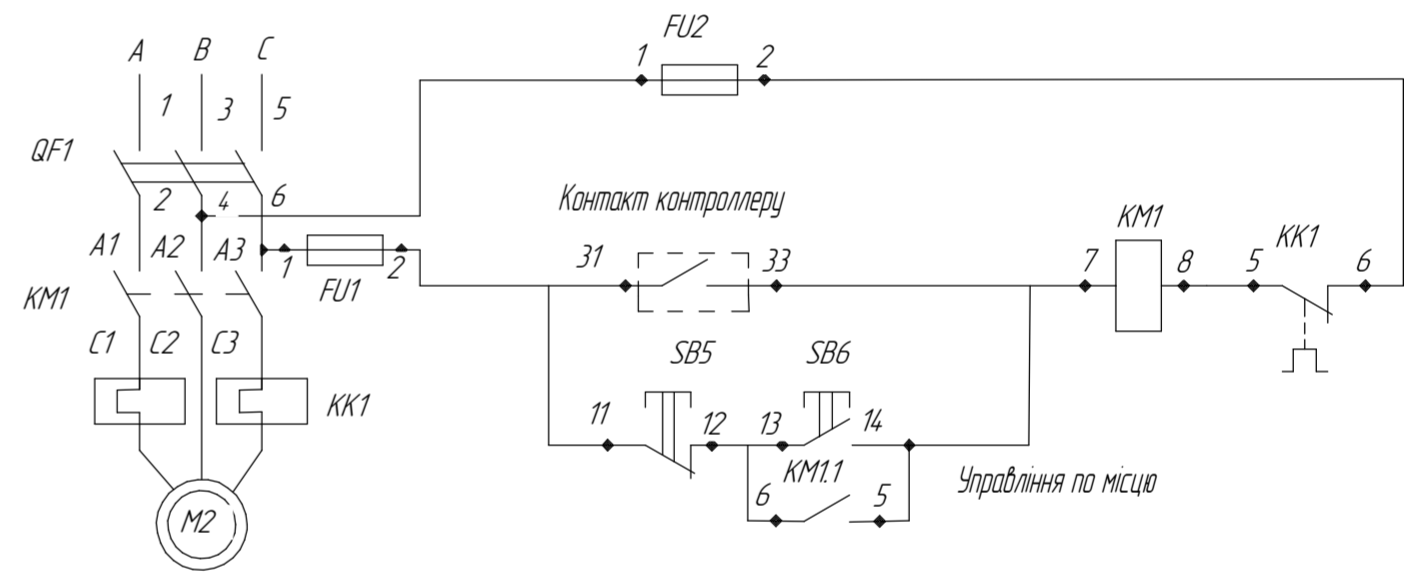
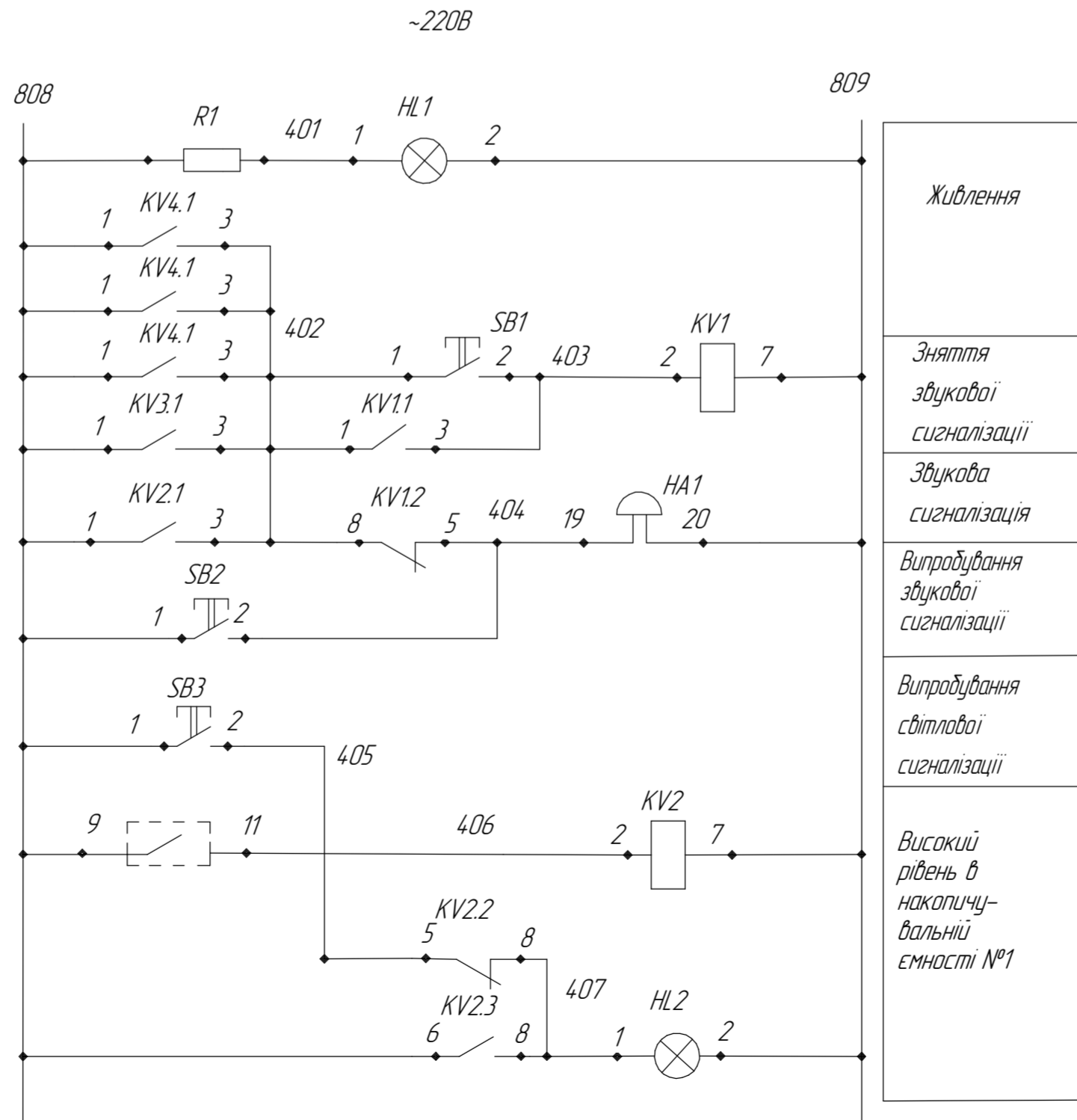
Підп. і дата

Інв. № дубл.

Взам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № подл.



Познач	Назва	Кіл	Примітка
QF	Автоматичний вимикач Іном=8 А, АЕ 2033-8У3	1	U=220В
SF2	Автоматичний вимикач Іном=1,6 А, АЕ 2033-16У3	1	U=220В
SF1-SF19	Автоматичний вимикач Іном=0,4 А, АЕ 2033-0,4У3	18	U=220В
HL1	Арматура сигнальна МТ22 колір зелений	1	U=220В
HL2	Арматура сигнальна МТ22 колір червоний	1	U=220В
HA	Дзвінок МЗ-1 сила звуку 103 Дб	1	U=220В
SB1-SB2	Кнопка АСКО ХВ2-ЕА131 без фіксації	2	U=220В
HL7	Лампа розжарювання С220х60	1	U=220В
KM1	Магнітний пускач СЕМ 12.10/АС230V ЕТ1	1	U=220В
KV1-KV2	Реле МК2Р (АС 220 V)	2	U=220В

СЧ-71Ш.6.050201.05.ЕЗ

Ізм. Лист	№ док.м.	Підп.	Дата	Система управління технологічним процесом синтезу аміаку середнього тиску Схеми електричні принципи	Лист	Масштаб
Разроб.	Костеров А.А.				1	1:1
Проб.	Пата П.С.				Лист	Листов
Т.контр.						1
Н.контр.						
Утв.	Хидалеу Г.М.					

Копіював
Формат А2