

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ Худoley Г.М.

«__» _____ 2022 р.

Бакалаврська робота на тему:
«Система управління процесом двоступінчатого очищення природного газу»

Керівник роботи:

к.т.н.,

Андрусенко О.О.

Бакалаврант:

студент групи СУ-81Ш

Остапенко К.Г.

Шостка – 2022 р

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА СИСТЕМОТЕХНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Спеціальність 6.151.00.05 «Комп'ютеризовані системи управління та
робототехніка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

ЗАВ. КАФЕДРИ
СИСТЕМОТЕХНІКИ ТА
ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

_____ Г. М. Худолей

« 03 » травня 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на бакалаврську роботу

студент **Остапенко Костянтин Геннадійович**

1. Тема проекту Система управління процесом двоступінчатого очищення природного газу

Затверджено наказом директора
інституту

№ 36-ОД від « 03 » травня 2022 р.

2. Строк здачі студентом закінченої роботи «21» червня 2022 р.

3. Вихідні дані до виконання роботи:

__ - завдання
кафедри _____

4. Зміст пояснювальної записки:

4.1 Конструктивно-технологічний аналіз об'єкта управління.

4.2 Вибір каналів управління, сигналізації та блокувань.

4.3 Вибір сучасних засобів автоматизації, розробка системи сигналізації та захисту та алгоритмів управління.

4.4 Розрахункова частина.

5. Перелік графічних матеріалів:

5.1. Функціональна схема автоматизації.

7. Календарний план:

№ етапу	Зміст етапу роботи	Строк виконання (початок-кінець)
1	Аналіз завдання кафедри. Підбір та аналіз джерел інформації. Відбір аналогів та прототипів Конструктивно-технологічний аналіз об'єкта керування.	08.05.2022 - 15.05.2022
2	Вибір каналів управління, сигналізації та блокувань. Вибір сучасних засобів автоматизації, розробка системи сигналізації та захисту, вибір алгоритмів управління. Схема автоматизації функціональна. Схеми електричні сигналізації.	16.05.2022 - 29.05.2022
3	Виконання розрахункової частини.	30.05.2022- 05.06.2022
4	Технічне оформлення проекту. Здача проекту керівнику.	07.06.2022 - 20.06.2022

8. Дата видачі завдання 04 травня 2022 року.

Керівник роботи ___ асистент, к.т.н. _____ Андрусенко О.О.
вчені ступень та звання, посада Підпис Прізвище І.П.

Завдання до виконання прийняв:

Студент групи СУ - 81ш _____ Остапенко К.Г.
Підпис Прізвище І.П.

Реферат

Остапенко Костянтин Геннадійович. Автоматизація технологічного процесу двоступеневого очищення природного газу. Дипломний проект. Шосткинський інститут Сумського державного університета. Шостка, 2022 рік.

Дипломний проект містить 80 сторінок пояснювальної записки, з урахуванням 27 малюнків, 5 таблиць, 2 креслень.

Розроблене технічне завдання. Розроблена автоматизація технологічного процесу двоступеневого очищення природного газу на базі програмованого логічного контролера ПЛК150 . Зроблений розрахунок контуру управління температури в підігрівачі.

Ключові слова: Технологічний процес, система управління, мікропроцесорний контролер.

Summary

Ostapenko Konstantin Gennadyevich. Automation of the technological process of two-stage purification of natural gas. Degree project. Shostka Institute of Sumy State University. Sixth, 2022.

The diploma project contains 80 pages of the explanatory note, taking into account 27 figures, 5 tables, 2 drawings.

The technical task is developed. Automation of technological process of two-stage purification of natural gas on the basis of the programmable logic controller PLK150 is developed. The calculation of the temperature control circuit in the heater is made.

Keywords: Technological process, control system, microprocessor controller.

Зміст

Вступ.....	
Технологічний аналіз об'єкту управління.....	
Вибір контурів управління та сигналізації	
Вибір засобів автоматизації, розробка системи сигналізації.....	
Розрахункова частина.....	
Висновки.....	

ВВЕДЕННЯ

Природний газ — це суміш газів, яка утворилася в надрах землі при анаеробному розкладанні органічних речовин та при конденсації у пастках еманаций з верхньої мантії. Зазвичай, це суміш газоподібних вуглеводнів (метану, етану, пропану, бутану, сірководню та ін.), що утворюється в земній корі та широко використовується як високоекономічне паливо на електростанціях, у чорній та кольоровій металургії, цементній та скляній промисловості, у процесі виробництва будматеріалів та для комунально-побутових потреб, а також як сировина для отримання багатьох органічних сполук

Природний газ не є продуктом процесу переробки, а є корисною копалиною і тому суттєвий вплив на його фізико-хімічні властивості є не можливим.

Присутність сірчаних сполук у технологічних газах небажане. По-перше, вони є сильнодіючою католітичною отрутою, по-друге, наявність сірчаних сполук викликає корозію апаратури. Природний газ ряду родовищ містить значну кількість сірчаних сполук – органічних та неорганічних. З неорганічних сполук в природному газі, як вже було сказано, міститься тільки сірководень. Органічні сірчані сполуки які містяться в природному газі доволі різноманітні. До них належить сульфідоксид вуглецю COS, сірковуглець CS₂, тіофен, C₄H₄S, сульфідиди R₂S, дисульфідиди R₂S₂, меркаптани RSH.

На основі багатьох досліджень встановлено, що чим більша молекулярна маса сполуки, тим складніше вона видаляється з газу. Найважчою для видалення сіркоорганічною сполукою є тіофен. Погано видаляються також сульфідиди, дисульфідиди та важкі меркаптани. У зв'язку з тим що вміст в природному газі важких меркаптанів, сульфідів і дисульфідів в декілька разів перевищує допустимий вміст сірки,- у газі перед трубчатого конверсією (1мг/м³) застосовується двоступенева очистка газу.

При підвищеному вмісті сірчаних сполук в природному газі застосовується очистка адсорбаційним методом з використанням синтетичних цеолітів (молекулярних сит). Найбільш придатним для сіркоочищення є цеоліт марки NaX, в склад якого входять оксиди Na_2O , Al_2O_3 , SiO_2 . Сорбція виконується при температурі близькій до кімнатної; регенерують цеоліти при температурі 300 — 400°C. Регенерація відбувається або азотом, або очищеним газом при поступовому збільшенні температури, При чому основна маса сірки (65%) виділяється при 120 — 200°C. Апарати, які застосовуються для сіркоочищення, можуть бути як радіального, так і полочного або шахтного типу.

1. Технологічний аналіз об'єкта управління.

Основними компонентами установки двоступеневої очистки природного газу є: апарат гідрування та адсорбер з цинковим поглиначем.

Наявні у природному газі сполуки сірки поглинаються оксидом цинку значно гірше за сірководень. Тому сіркові сполуки, що знаходяться у природному газі у вигляді меркаптанів, сульфідів, тіофенів, перед хемосорбційним поглинанням необхідно піддавати каталітичному гідруванню.

Каталітичні реакції гідрування сіркових домішок проводять з метою утворення сірководню та органічних сполук, які не містять сірку та при подальшій переробці використовуються як вуглеводнева сировина. Термодинамічний аналіз загальних реакцій гідрування показав, що вони протікають майже на 100 % у достатньо широкому інтервалі температур

Складніше утворення сірководню при гідруванні тіофенів. Наявність у газі сірководню знижує ефективність перетворення сіркоорганічних сполук.

Процес гідрування сіркоорганічних домішок відбувається при додаванні у природний газ водню або азотоводневої суміші у кількості 3—11 % мас.

Найефективнішими є кобальтмолібденові (50 % CoO, 15 % MoO₃) та нікель-молібденові (10 % NiO, 10 % MoO₃) каталізатори, нанесені на оксид алюмінію. Активний стан каталітичної системи досягається після активації сульфідкуванням оксидних сполук. Умови експлуатації цих каталізаторів наступні: температурний інтервал 300—400 оС як при атмосферному, так і при підвищеному до 3,92 МПа тиску, об'ємна швидкість 1000—5000 год⁻¹. Алюмонікельмолібденовий каталізатор термічно менш стабільний і механічно менш міцний. Водень, який використовується для гідрування сіркоорганічних сполук, повинен бути повністю звільнений від каталітичних отрут — миш'яку, свинцю, хлору, ртуті. Концентрація аміаку у суміші АВС з природним газом не повинна перевищувати 0,1 % об. Щоб уникнути перегріву та отруєння каталізатору коксовими відкладеннями загальний вміст CO₂ та СО не повинен перевищувати 3,5 % об.

Друга стадія очистки природних газів від сірки — адсорбція домішок неорганічних сіркових сполук, в першу чергу сірководню, на твердих поглиначах. Процес хемосорбції сіркових домішок здійснюють на сорбентах, які містять оксид цинку.

Сульфід цинку, який утворюється у відновлювальному середовищі, стабільний при температурі до 800 оС. Його термічна дисоціація та відновлення не спостерігаються. Оксиди вуглецю не взаємодіють з оксидними сполуками цинку. Процес поглинання сірки при наявності парів води сповільнюється. На рівновагу реакції впливає водяна пара, котра може знаходитися в газі, що очищується, особливо у випадках очистки конвертованого газу від сірководню. Рівноважна концентрація сірководню знижується зі зменшенням температури і при збільшенні відношення пара:газ. Широке промислове застосування мають два типи поглиначів на основі оксиду цинку: ДІАП-10, що містить тільки оксид цинку; ДІАП-10-2, до складу якого, окрім оксиду цинку, входить до 10 % мас. оксиду міді (II). Введення в сорбент сполук міді

дозволило знизити температуру процесу очистки від 500 °С до 200—280 °С. При цьому об'ємна швидкість для повної очистки газу зберігається рівною ~1000 год⁻¹ та сіркоємність — не менше 25 % від загальної маси сорбенту. Для повнішого використання поглинача очистку можна проводити у двох послідовно працюючих апаратах. Адсорбер з цинковим поглиначем. Адсорбер являє собою вертикальний циліндричний апарат встановлений на залізобетонну основу, складається з корпусу, патрубків, опорної решітки на яку засипаний адсорбент. Використовується цеолітомісткий адсорбент та активоване вугілля, матеріал адсорбенту залежить від процесу в якому приймає участь адсорбер. Для вивантаження и завантаження адсорбенту, апарат має люк котрий також використовується при ревізії та ремонтах. Процес адсорбції полягає у вибіркового поглинанні речовини поверхнею адсорбенту, пористого, твердого тіла, таке поглинання пояснюється наявністю сил взаємного тяжіння молекулами адсорбенту та молекулами адсорбованої речовини. В адсорбер надходять газові суміші, з котрих повинні бути вилучені цільові компоненти, надходять через патрубок в адсорбер проходять через шар пористого адсорбенту та видаляються з апарату через вихідний патрубок. Після насичення адсорбенту нецільовими компонентами, проводиться дисорбція, шар адсорбенту продувається газом в зворотному напрямку при цьому з адсорбенту відганяються компоненти насичених, затриманих, речовин, відведені через патрубок на утилізацію або подальшу переробку. В деяких процесах адсорбент сушать гарячим газом и після охолодження повторюють цикл процесу. В промисловості зазвичай використовують установки неперервної дії, вони складаються з двох та більше адсорберів. Також в установці двоступеневої очистки природного газу присутні такі механізми:

Газовий компресор — призначений для стискання природного газу та неперервної подачі в технологічний процес, корпус компресору складається з

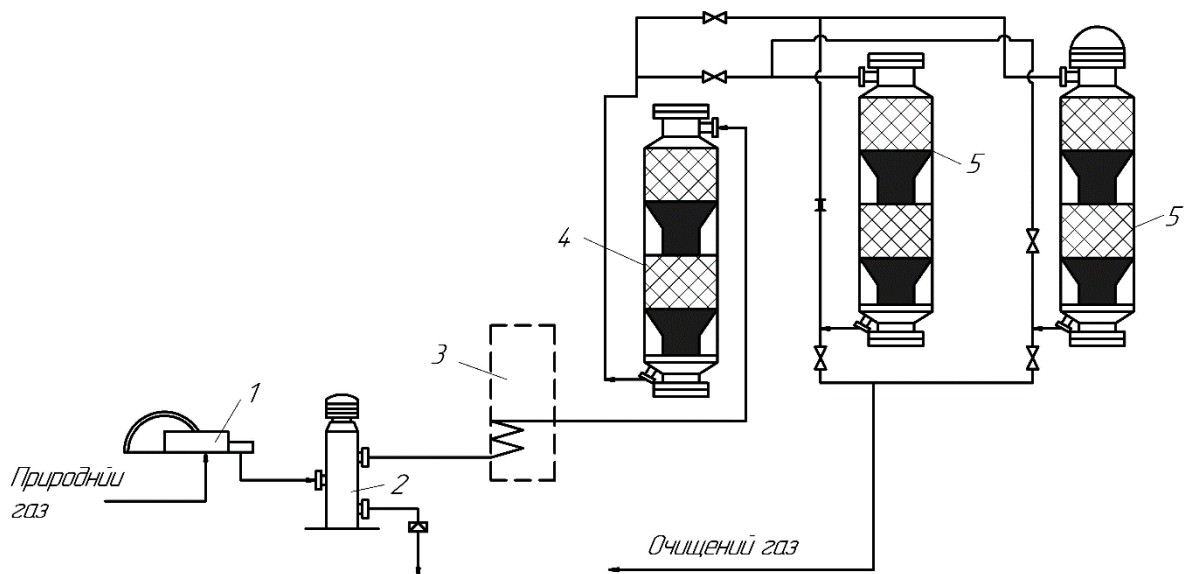
двох частин з горизонтальною площиною роз'єму обидві частини корпусу мають фланці котрі стягуються болтами. В середині корпусу розташовані дефузори, найважливішою частиною компресору є ротор.

Сепаратор — апарат для очищення продукції газових і газоконденсатних свердловин від води, вуглеводного конденсату і механічних домішок.

Представляє собою сталеву вертикальну циліндричну посудину. Складається із корпусу, штуцера для вводу та виводу продукту а також штуцерів для приєднання запобіжного клапану та приборів КВП і А.

Підігрівач — апарат для підігрівання газу перегрітою парою.

Схема двоступеневої очистки природного газу зображена на рисунку 1.



1—газовий компресор; 2—сепаратор; 3 — підігрівач;

4 — апарат гідрування; 5 — адсорбер з цинковим поглиначем.

Рисунок 1.1 — Двоступенева очистка природного газу

Очистка природного газу відбувається в декілька етапів:

1.1 Стискання.

Спочатку природний газ, що надходить на очистку від сіркових сполук, стискається газовим компресором (1) до тиску 3МПа.

1.2 Сепарація.

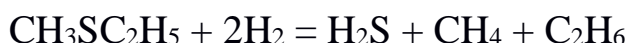
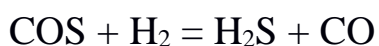
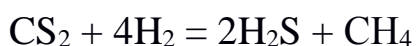
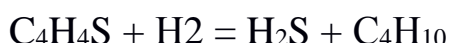
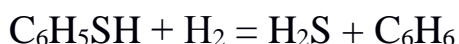
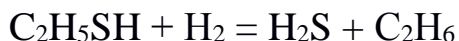
Після стискання газ проходить через сепаратор, в якому після проходження ,через сітчатий фільтр-рукав, відділяються часточки масла, які могли потрапити в газ з компресора.

1.3 Нагрівання перегрітим паром

На наступному етапі газ підігрівається до температури 350 °С за допомогою перегрітої пари.

1.4 Гідрування сіркоорганічних сполук.

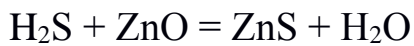
На першій стадії сіркоорганічні сполуки гідруються з використанням алюмокобальтмолібденового каталізатора при температурі 350°С – 400°С та тиску 2-4 МПа. При гідруванні протікають наступні реакції:



В умовах проведення процесу наведені вище реакції можна вважати незворотніми, тобто практично досягається повне гідрування.

1.5 Адсорбція сірководня.

На другій стадії сірководень, що утворився, при температурі 390—410 °С поглинається поглиначем на основі оксиду цинку (ГІАП-10):



В інтервалі температур 200-500 °С реакція практично незворотна і можна забезпечити високий рівень очищення газу.

Через дефіцитність та високу ціну деяких адсорбентів в тому числі й цеолітів метод адсорбційної очистки газу проводиться при низькій концентрації сірчаних сполук до 0.2% масс.

В ході аналізу технологічного процесу двоступеневої чистки природного газу було складено схему руху матеріальних потоків.

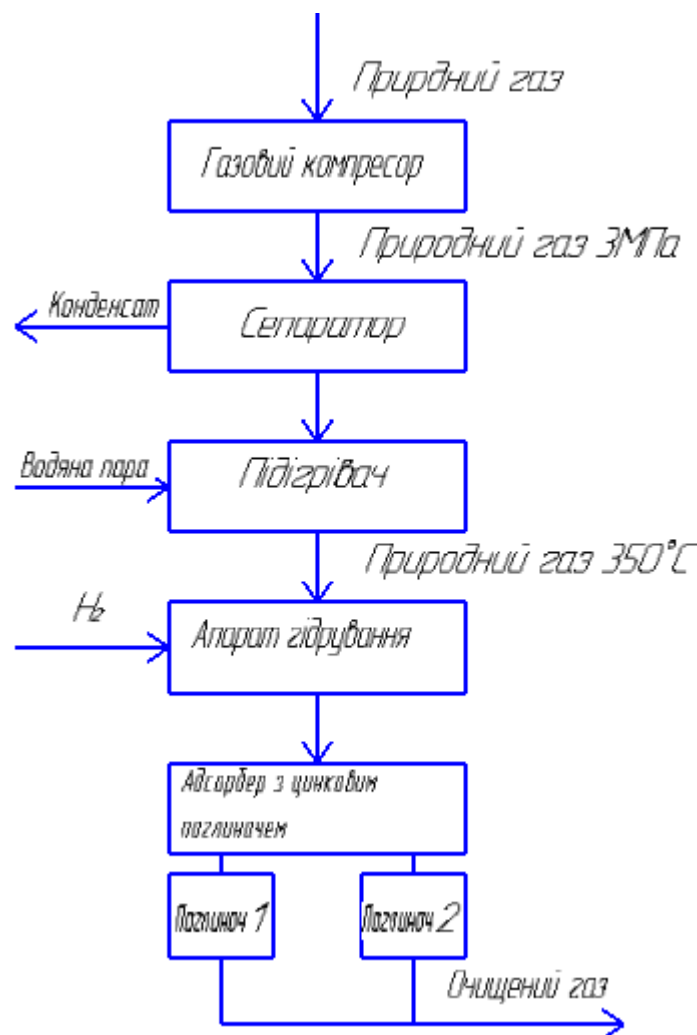


Рисунок 1.2 - Схема руху матеріальних потоків

Проаналізувавши технологічну схему об'єкту управління та схему матеріальних потоків було обрано наступні параметри контролю та сигналізації.

Таблиця 1.1- Перелік параметрів сигналізації та контролю управління

Параметр	Позиція технологічної схеми	Функція	Відхилення	Діапазон вимірюваної величини
Тиск	Компресор	Контроль управління, сигналізація	0,5...1,0 %	2 — 4 МПа
Рівень	сепаратор	Контроль управління, сигналізація	+/-5мм	0,3 до 21 м
Температура	Підігрівач	Контроль, управління, сигналізація	0,5...1,0 %	350 -400
Реле часу	адсорбер	Контроль, управління	0,15с	12-20хв
Реле часу	поглинач	Контроль, управління, сигналізація	0,15с	12-20хв

2.ВИБІР КОНТУРІВ КОНТРОЛЮ УПРАВЛІННЯ ТА СИГНАЛІЗАЦІЇ.

У процесі очистки природного газу автоматизуються такі апарати - газовий компресор, апарат гідрування сепаратор, підігрівач, адсорбер, два цинкових поглинача.

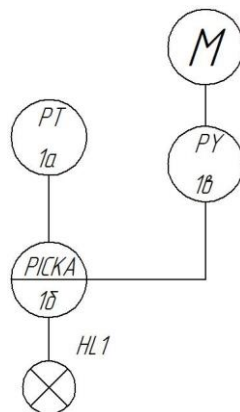
2.1 Детально розглянемо газовий компресор. Компресор стискає природній газ до тиску 3 МПа. Показником ефективності є тиск на виході з компресора.

Мета управління - підтримання показника ефективності на заданому значенні.

Найбільш сильним обурюючим впливом є зміни тиску по каналу подачі газу у компресор.

Для досягнення мети управління і нормального ведення технологічного процесу регулюють швидкість обертання двигуна компресора. Організована сигналізація по нижній межі тиску на виході з компресора.

Контур регулювання тиску на виході з компресора працює наступним чином: У ролі датчика виступає перетворювач тиску позиція «1а», який вмонтовується в трубопровід. У разі зміни тиску, сигнал у вигляді 4-20мА надходить на вимірювач-регулятор мікропроцесорний позиція «1б» з цифровою індикацією. Сигнал, який надходить з перетворювача, порівнюється з заданими значеннями та, у разі виходу параметра за задані значення, на виході регулятора утворюється сигнал 0-10В, який надходить на перетворювач частоти позиція «1в», який в свою чергу здійснює регулювання швидкості обертання вала двигуна компресора. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою HL і дзвінком HA



1а - Перетворювач тиску ПД-100ДИ; 1б - мікропроцесорний регулятор ТРМ101; 1в – Перетворювач частоти ПЧВ-3; НЛ1 - сигнальна лампа.

Рисунок 2.1– Контур регулювання тиску.

2.2 Сепаратор. Апарат для очистки газу від рідинних домішок.

Мета управління — підтримка об'єму конденсату в сепараторі на заданому рівні для уникнення витрати газу.

Для досягнення мети управління і нормального ведення технологічного процесу регулюється положення клапана для виводу конденсату.

Контур регулювання працює наступним чином: у якості датчика виступає рівнемір позиція “5а”, у разі перетину конденсатом верхнього або нижнього заданого рівня, сигнал у вигляді 4-20 мА надходить до ПЛК позиція “5г”.

Сигнал який надійшов з рівнеміра порівнюється з нижнім та верхнім заданими значеннями, у разі виходу параметра за задане верхнє значеня, ПЛК видає сигнал ,на клапан з електроприводом позиція “5в”, з командою відкрити, якщо параметр виходить за задане нижнє значення, ПЛК видає сигнал ,на клапан з електроприводом, з командою закрити. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою НЛ і дзвінком НА

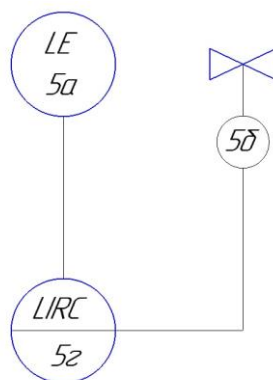


Рисунок 2.2- Контур регулювання рівня

5а-рівнемір; 5г-ПЛК; 5в- клапан з електроприводом.

2.3 Підігрівач. Даний апарат підігрівання газу і нагрівання його до заданої температури.

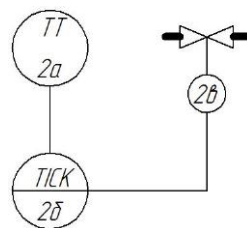
Показником ефективності є температура газу на виході з підігрівача.

Мета управління - підтримання показника ефективності на заданому значенні.

Найбільш сильний обурючий вплив надходить по каналу подачі газу.

Для досягнення мети управління і нормального ведення технологічного процесу регулюється подача перегрітого пару.

Контур регулювання температури в підігрівачі працює наступним чином: у ролі датчика температури виступає термоелектричний перетворювач позиція «2а», який вмонтовується в апарат. У разі зміни температури, сигнал у вигляді різниці потенціалів надходить на вимірювача-регулятора мікропроцесорного позиція «2б» з цифровою індикацією. Сигнал, який надходить з перетворювача, порівнюється з заданими значенням та, у разі виходу параметра за задане значення, на виході регулятора утворюється сигнал 0-10В, який надходить на електропривод позиція «2в», який в свою чергу здійснює регулювання подачі газу за допомогою клапана . Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою НЛ і дзвінком НА



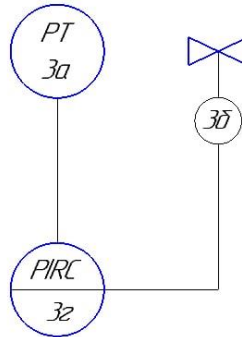
2а - Перетворювач температури; 2б - мікропроцесорний регулятор ; 2в –
електричний виконуючий механізм

Рисунок 2.3– Контур регулювання температури.

Апарат гідрування.

Мета управління : підтримання тиску на заданому рівні.

Контуром регулювання буде: перетворювач тиску, регулятор мікропроцесорний, клапан з електроприводом.



За-перетворювач тиску; Зг-регулятор мікропроцесорний; Зб-клапан з електроприводом.

Рисунок 2.4 – контур регулювання тиску в апарі гідрування

2.4 Адсорбер з цинковим поглиначем складається з двох однакових поглиначів.

Автоматизація адсорбера полягає в двох чинниках

Перший - перемикання по заданій часовій програмі поглиначів. Один з поглиначів завжди знаходиться в роботі, інший на регенерації. Через заданий проміжок часу змінюється стан поглиначів з "робота" на "регенерація" та навпаки. Контур програмного регулювання складається з ПЛК, двох клапанів з електроприводом та цифрового двухканального таймареру .

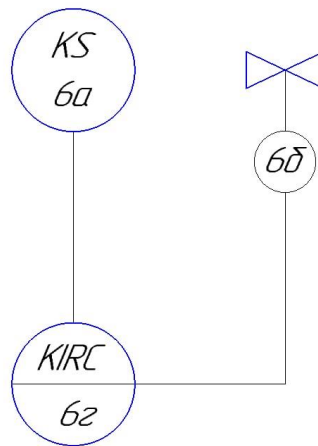
Другий - почергова зміна положення клапанів з електроприводом кожного з поглиначів.

Алгоритм буде проходити по заданій часовій програмі.

1. клапани 1 і 2 відкриваються для подавання газової суміші;

2. закривається подавання перегрітої пари (клапани 3 і 6) при проведенні адсорбції;
3. закриваються клапани 1,2,4,5,7,8 для виконання операції десорбції;
4. відкриваються клапани 4 і 7 закриваються клапани 1,2,3,4,6 і 8 при виконанні операції охолодження адсорбенту;
5. відкривається лінія стоку конденсату (клапан 8).

Контуром регулювання буде: 8 клапанів з електроприводом, цифровий двохканальний таймер та ПЛК. Сигналізація аварійних ситуацій здійснюється лампою НЛ і дзвінком НА



6а-цифровий двоканальний таймер; 6г-ПЛК; 6г-клапан з електроприводом.

Рисунок 2.5 – контур управління адсорбером.

3. ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ, РОЗРОБКА СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ

3.1 Вибір датчиків температури

А) Термопара ДТПК (ХА)

Призначена для вимірювання температури рідких і газоподібних середовищ у вибухонебезпечних зонах, в яких можуть міститися аміак, азотоводнева суміш, вуглекислий газ, природний або конвертований газ і його компоненти, а також

агресивні домішки сірководню (H_2S) і сірчистого ангідриду (SO_2). Термопари мають вибухобезпечний рівень вибухозахисту "вибухонепроникна оболонка", маркування вибухозахисту "ІЕхdІІСТ6" знак "Х" і високий ступінь механічної міцності.

Таблиця 3.1- Технічні характеристики Термопари ДТПК (ХА)

Робочий діапазон вимірювальних температур	-40...+600
Діаметр термо-електрода	1,2мм
Тип ізоляції	Трубка МКРц
Довжина термопари	10
Показник теплової інерції	Не більше 3с
Тиск вимірюваного середовища	4МПа



Рисунок 3.1- Термопара ДТПК (ХА)

Б) Термопара ТХА-1172Р

Призначені для вимірювання температури поверхонь за допомогою закладних деталей в окисних та нейтральних газових середовищах, що не містять речовин, що вступають у взаємодію з матеріалом термопар та вологістю не більше 80 %.

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики Термопар ТХА-1172Р

Робочий діапазон вимірювальних температур	0...+500
Діаметр термо-електрода	1,2
Тип ізоляції	Нитка К11С6
Довжина термопар	10
Показник теплової інерції	5с
Тиск вимірюваного середовища	3 МПа



Рисунок 3.2 - Термопара ТХА-1172Р

Порівнявши характеристики термопар ТХА-1172Р та термопар ДТПК (ХА), можна зробити висновки, що ДТПК (ХА) підходить більше, оскільки має більший діапазон вимірюваних величин, та більшу механічну міцність.

3.2 Вибір регулятора

А) Вимірювач-регулятор мікропроцесорний ТРМ101

Вимірювач-регулятор мікропроцесорний ТРМ101 спільно з первинними перетворювачами (датчиками) призначений для вимірювання та регулювання температури і інших фізичних параметрів, значення яких зовнішнім датчиком може бути перетворено в сигнали постійного струму або напруги. Прилад може бути використаний для вимірювання і регулювання технологічних параметрів в різних галузях промисловості, комунального і сільського господарства.

Прилад дозволяє здійснювати наступні функції:

- вимірювання температури і/або інших фізичних величин (тиску, вологості, витрати, рівня і т.п.) за допомогою стандартних датчиків, що підключаються до універсальних входів приладу;
- регулювання вимірюваних величин по двохпозиційному (Релейному) закону;
- регулювання вимірюваної величини по трьохпозиційному закону;
- обчислення квадратного кореня з значень уніфікованих вхідних сигналів;
- відображення поточного вимірювання на вбудованому світлодіодному цифровому індикаторі;
- формування вихідного струму 4...20мА або напруги 0...10В для реєстрації або управління виконавчими механізмами по ПІД-закону (при використанні в якості вихідного пристрою цифро-аналогового перетворювача (ЦАП)).

Таблиця 3.2 - Технічні характеристики регулятора мікропроцесорного ТРМ101

Напруга живлення	90 ... 245 В частотою 47 ... 63 Гц
------------------	------------------------------------

Універсальний вхід 1	<p>Вхідний опір при підключенні джерела сигналу:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Струму 100 Ом \pm 0,1% – напруги не менше 100 ком <p>Межа допустимої основної похибки вимірювання вхідного параметра - \pm0,5%</p>
Додатковий вхід 2	<p>Опір зовнішнього ключа:</p> <ul style="list-style-type: none"> – у стані «замкнено» 0...1 ком – у стані «розімкнутий» більше 100 ком
Кількість вихідних пристроїв	2
Тип інтерфейсу	RS-485
Швидкість передачі даних	2.4; 4.8; 9.6; 14.4; 19.6; 28.8; 38.4; 57.6; 115.2 кбіт/с



Рисунок 3.3-Вимірювач-регулятор мікропроцесорний ТРМ-101

Б) Регулятор мікропроцесорний МИК-121

Призначений для вимірювання контрольованого вхідного фізичного параметра (температура, тиск, витрата, рівень тощо), обробки, перетворення та відображення його поточного значення на вбудованому чотирирозрядному цифровому індикаторі

Функціональні особливості

- аналоговий або імпульсний регулятор співвідношення двох параметрів
- аналоговий або імпульсний каскадний регулятора
- регулятор з зовнішньою заданою точкою

Технічні характеристики регулятора МИК-121 практично ідентичні характеристикам регулятора ТРМ-101



Рисунок 3.4- Регулятор мікропроцесорний МИК-121

Зрівнявши характеристики двох регуляторів, було виявлено що регулятор МИК-121 та регулятор ТРМ-101 підходять однаково. Але регулятор ТРМ-101 має більший діапазон обчислювальних функцій. Тому в ході аналізу було обрано регулятор ТРМ-101

3.3 Клапан регулюючий Н6 S BELIMO

Застосовуються для зміни витрати робочого середовища, що проходить через певну ділянку системи або трубопроводу, з метою управління технологічним процесом, трубопроводах для рідких і газоподібних середовищ, нейтральних до матеріалів деталей, що стикаються з середовищем.

Технічні характеристики:

Робоча середа: вода і пар;

Приєднання до трубопроводу: фланцеве по ГОСТ 12815-80;

Матеріал корпусу: чавун;

Герметичність затвора: по класу "А", "В" ГОСТ 9544-93;

Кліматичне виконання: У1 по ГОСТ 15150-69;

Робочий тиск: 16 кгс / см²;

Спосіб управління: електропривід.



Рисунок 3.5- Клапан регулюючий



Рисунок 3.6- Електропривод регулюючого клапана

3.4 Вибір перетворювача тиску

А) Перетворювачі тиску ПД-100ДИ

Призначені для безперервного перетворення надлишкового тиску хімічно неагресивних за відношенням до матеріалу датчика рідких або газоподібних середовищ в уніфікований сигнал 4...20 мА постійного струму. Ці моделі датчиків стійкі до гідроударів.

Моделі датчиків ПД-100ДИ обладнанні сенсором з вимірювальною мембраною із нержавіючої сталі AISI 316L, що забезпечує високу точність вимірювань. Сенсор виконано за технологією КНК та являє собою тензорезистивний міст, який нанесено на монокристал кремнію методом дифузії. Матеріал штуцера - нержавіюча сталь AISI 304S. Електричний роз'єм датчиків відповідає стандарту EN175301-803 (DIN43650 A).

Моделі датчиків ПД-ЕС1510 призначені для визначення надлишкового тиску контрольованого середовища та застосовуються у системах автоматичного керування та регулювання технологічних процесів у пневмо- та гідросистемах холодного та гарячого водопостачання (ХВП і ГВП), теплопостачання, автоматиці водоканалів, котельних, теплових пунктів (ІТП, ЦТП), об'єктів газового господарства, системах насосного обладнання тощо.

Основні характеристики перетворювача тиску ПД-100ДИ

Робоче середовище: хімічно нейтральні за відношенням до нержавіючої сталі AISI 316L (AISI 304S) газу, пара та слабоагресивні рідини.

Тип тиску, що вимірюється: надлишковий.

Основна зведена похибка: 0,5; 1,0 % ВМВ

Перетворення надлишкового тиску в уніфікований сигнал 4...20 мА постійного струму.

Верхня межа тиску, що вимірюється (ВМВ): 16 кПа...40 МПа.

Перевантажувальна здатність: не менше 200% ВМВ.

Ступінь захисту корпусу та електророз'єму датчика IP65.

Заводостійкість відповідає вимогам до обладнання класу А за ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014.



Рисунок 3.7 - Перетворювач тиску ПД-100ДИ

Б) Перетворювач тиску SEN-3251B025

Перетворювач тиску KOBOLD SEN-32 із зовнішньою мембраною призначені для вимірювання абсолютного тиску газів та рідин, а також в'язких та забруднених середовищ. Як додатковий індикатор рекомендується застосовувати LED-дисплей AUF, який монтується безпосередньо на датчик.

Таблиця 3.3- Характеристики SEN-3251B025

Електромонтажне підключення	DIN-роз'єм (A)
Вихідний сигнал	4...20 мА
Температура контролюваного середовища	-30...+100 °С
Діапазон тиску	0...1 бар
Виконання мембрани	Внешнее

Наявність індикатора	Без індикатора
Клас точності	$\pm 0,5\%$
Напруга живлення	10-30 В постійного струму



Рисунок 3.8 - Перетворювач тиску KOBOLD SEN-32

Проаналізувавши Перетворювач тиску ПД-100ДИ та Перетворювач тиску KOBOLD SEN-32, було обрано ПД-100ДИ через наявність сенсора з вимірювальною мембраною із нержавіючої сталі AISI 316L, що забезпечує високу точність вимірювань.

3.5 Вибір частотного перетворювача.

А) Частотний перетворювач FRECON

Номінальна потужність (кВт) - 160 / 185

Номінальний вхідний струм (А) - 260 / 310

Номінальний вихідний струм (А) 304/350

Частотний перетворювач FRECON FR500A-4T-160G/185P (160/185 кВт) - високопродуктивна, високоякісна модель високої потужності. Частотник нового покоління FRECON FR500A-4T-160G/185P (160/185 кВт) розроблений спеціально для OEM-клієнтів. Відмінно підійде для установки у вентилятори та насоси.

Додаткові переваги частотника FRECON FR500A-4T-160G/185P (160/185 кВт) перед аналогами: гнучка конструкція, вбудований SVC та VF-контроль, що широко використовується в установках з вищими вимогами (такими як точність контролю швидкості та швидкості відгуку крутного моменту) , низькочастотні вихідні характеристики

ТЕХНІЧНІ ПЕРЕВАГИ FRECON FR500A-4T-160G/185P (160/185 кВт)

- Незалежний повітропровід
 - > Незалежна конструкція повітроводу ефективно запобігає попаданню пилу в частотний перетворювач, що набагато зменшує ймовірність короткого замикання та підвищує надійність.
 - > Потужні вентилятори в корпусі частотника ефективно знижують температуру інвертора, забезпечуючи захист від перегріву – надійна та стабільна робота.
- Широкий діапазон вхідної напруги з міжнародними стандартами
 - > Номінальна напруга: 3 фази 380-480В, 50 Гц/60 Гц
 - > Діапазон коливань напруги: 325-528 В, 50 Гц/60 Гц
- Комплексні функції захисту
 - > Частотники серії FR500 (А) та FR510А мають комплексні функції захисту. Такі як: заземлення, захист ланцюга приводу вентилятора, зовнішній захист від короткого замикання, захист двигуна від перевантаження, додаткова функція захисту від перегріву двигуна РТ100/РТ1000 і т.д.

- > Для обслуговування використовуються кілька режимів роботи (залежать від серйозності несправності): попереднє попередження, повна зупинка та безперервна робота.
- Стійкість до навантажень
 - > Можливість роботи при перевантаженні:
 - 150% від номінального навантаження може утримуватись 1 хв.
 - 180% номінального навантаження може витримувати 10 с.
 - 200% від номінального навантаження може витримувати 1 с.
- Чудова продуктивність
 - > Характеристика високого моменту пуску.
 - > 0,5 Гц може забезпечити 150% пускового моменту (безсенсорне весторне управління 1).
 - > 0,25 Гц може забезпечити 150% пускового моменту (безсенсорне весторне управління 2).
 - > Безсенсорне векторне управління може знизити сприйнятливість параметрів двигуна, покращити адаптивність до навколишнього середовища.
- Набір різноманітних функцій терміналу
 - > Багатофункціональний термінал DI, DO, AO з безліччю логічних функцій на вибір.
 - > Термінал AI може використовуватись як багатофункціональний термінал DI.

- > Вбудована функція мульти-групового віртуального DI та DO для зменшення зовнішнього підключення DI/DO.
- > Підтримка високошвидкісних імпульсних входів та виходів до 100 кГц.
- Вбудований самоадаптивний функціональний модуль ПД
 - > Вбудовані дві групи параметрів ПД, які можуть автоматично перемикатися відповідно до відхилень, клем DI та параметрів частоти.
 - > Функція виявлення втрати зворотного зв'язку ПД. Застосовується виявлення несправностей.
 - > Підтримка режиму спокою та пробудження. Може перемикатися між двома режимами, залежно від умов роботи.



Рисунок 3.9 - FRECON FR500A-4T-160G/185P

Б) Перетворювач частоти векторний ПЧВЗ.

Функціонал лінійки ПЧВЗ заточений під найбільш популярні HVAC-застосування, забезпечуючи у тому числі:

"сплячий" режим, який необхідний у системах зі змінним розбором рідини для насосів;

спеціалізований протипожежний режим, який потрібний для частотних перетворювачів, які контролюють вентиляцію у сучасному приміщенні.

Разом з тим лінійка зберегла і навіть розширила можливості загальнопромислових ПЧ, тому може бути з успіхом використана у більшості завдань керування промисловим приводом за винятком випадків точного позиціонування та великих динамічних навантажень. Прикладами таких застосувань можуть бути змішувачі, дозатори, ремінні приводи, конвеєри тощо.

Основні функціональні можливості ПЧВЗ

Плавний Пуск та зупинка двигуна, у тому числі відкладене запускання.

Компенсація навантаження та ковзання.

Вольт-частотний або векторний алгоритми керування.

Автоматична адаптація двигуна без обертання.

Автоматична оптимізація енергоспоживання, яка забезпечує найвищий рівень енергоефективності.

Повна функціональна та апаратна діагностика та захист роботи ПЧ.

Вбудований мережевий дросель, дросель у ланці постійного струму та додатковий вхідний дросель.

Вбудований ПИ-регулятор для керування у замкнутому контурі (підтримання тиску, температури, рівня тощо).

Вбудований ПЛК для вирішення складних завдань керування та позиціонування приводу.

Спеціалізований "сплячий" режим для ефективної роботи при малому розборі.

Спеціалізований протипожежний режим для систем вентиляції.

Підхоплення приводу, що обертається, для безаварійного запускання систем з обертанням до подавання напруги живлення або, у разі збоїв напруги.

Пропуск резонансних частот (до 2 ділянок пропуску).

Гнучка структура керування з можливістю одночасного контролювання за фізичними входами та інтерфейсом RS-485, що забезпечує зручну інтеграцію у сучасні системи керування та диспетчеризації.

Простота налаштування у російськомовному конфігураторі або з використанням локальної панелі оператора. Швидкі меню та готові конфігурації під типові завдання.

Можливість збільшення ступеня захисту корпусу до IP21 при використанні кришки КО.

Можливості модифікації ПЧВ3 зі ступенем захисту IP54

Просте, надійне та і бюджетне рішення у порівнянні з встановленням частотника зі ступенем захисту IP20 у шафу IP54.

Мінімальні масогабаритні характеристики серед аналогічних пристроїв (займає мінімум місця на стіні).

Інноваційна система (вентилятор ПЧВ не обдуває плати пристрою, що дозволяє встановлювати їх у запилених приміщеннях без періодичного розбору та продування ПЧВ).

Відповідність вимогам EMC (вбудований EMC клас фільтра A1).

Зручний монтаж та підмикання до двигуна та системи керування (можливо встановити близько до насоса, фіксація всіх кабелів, які надходять від ПЧВ).



Рисунок 3.10- Перетворювач частоти векторний ПЧВЗ

3.6 Вибір рівнеміру

А)Рефлексний мікрохвильовий рівнемір MicroTRECK

Вимірювання рівня продукту з використанням рівнеміра мікрохвильового принципу дії використовується в тих випадках, коли використання рівнемірів іншого принципу дії важко, наприклад, недоліком рівнемірів ультразвукового принципу дії є порушення його надійної роботи за наявності високого вмісту пилу і суспензії, або недостатньої енергії хвилі, яка відбивається від сухих сипких продуктів, густої та щільної піни, що заважають надійному виміру рівня. Принцип роботи мікрохвильового рівнеміра заснований на генерації рівнеміром високочастотних електромагнітних імпульсів, поширюючись по зонду або хвилеводу відбиватися від поверхні розділу фаз (вимірюваний продукт - газове середовище), де відбувається значна і різка зміна постійної діелектричної. Ця зміна вважається електронікою приладу як рівень продукту. Випромінені приладом електромагнітні імпульси мають низьку потужність і

поширюються вздовж металевої напрямної, що дозволяє уникнути втрат енергії імпульсу. Це дозволять припустити що амплітуда поширюваного і відбивається імпульсу однакова і залежить від застосовуваного типу зонда та її довжини.

Рівнеміри мікрохвильового (рефлекс-радарний рівнемір) принципу дії призначені для вимірювання відстані від рівнеміра до поверхні продукту. Вимірювана відстань рівнемір може перераховувати обсяг рідини, суспензії, паст і порошкових продуктів. Електроніка рівнеміра може використовуватися для визначення рівня двох або більше продуктів (з можливістю визначення верхнього рівня з допустимою для роботи діелектричної проникністю продукту).

Характеристика мікрохвильового рівнеміру MicroTREK-HBN-421-4:

Рівномір підключається за 2-х провідною схемою з живленням струмової петлі;

Під час вимірювання рівня використовується технологія TDR обробки сигналу;

Наявність режиму TBF для вимірювання рівня продукту із низьким значенням параметра ϵ_r ;

Виконання приладу із цифровим виходом;

Наявність можливості встановлення модуля відображення та програмування;

Висока точність вимірюваного рівня: ± 5 мм (для рідини) або ± 15 мм (для порошків);

Можливість вимірювання рівня при високому надлишковому тиску ємності;

Модифікація приладу вимірювання продукту з температурою до 200°C ;

Наявність моделей приладу із малою зоною нечутливості;

Велика кількість використовуваних типів зондів та відповідних їм довжин;

Наявність приладу вибухозахищеного виконання.

Діапазон виміру від 0,3 до 21 метра

Мінімальна діелектрична проникність продукту виміру від 2,1

Точність виміру від ± 5 мм;

Виконання загальнопромислове;

З дисплеєм SAP-300

Вихідний сигнал 4-20 мА із підтримкою цифрового протоколу HART.

Напруга живлення: блок живлення з напругою 18 – 35 В постійного струму;

Температура продукту вимірювання: від -30 до $+90$ °С;

Температура в місці встановлення та роботи рівнеміру: від -20 до $+60$ °С;

Температура в місці установки рівнеміра із застосуванням термочохла, що обігривається: від -70 до $+60$ °С;

Тиск у ємності із продуктів: до 4,0 МПа;

Ступінь механічного захисту рівнеміру: IP67



Рисунок 3.11 - Рефлексний мікрохвильовий рівнемір MicroTRECK

Б) Магнітострикційний рівнемір NivoTRACK

Магнітострикційний датчик рівня дозволяє виконувати безперервне високоточне вимірювання (точність 1 мм) рівня рідких продуктів, що зберігаються в різних стаціонарних сховищах. Магнітострикційний рівнемір у своїй роботі використовує поплавець, розмір якого залежить від густини контрольованого продукту, його температури, надлишкового тиску або тиску розрядження. Залежно від завдання, рівнемір випускається з жорсткою або гнучкою напрямною до 15 метрів з обтяжувачем.

Короткі характеристики магнітострикційного рівнеміра NivoTRACK:

- Підключення рівнеміра відбувається за 2-х провідною електричною схемою;
- Конструктивно рівнемір виконаний єдиним блоком;
- Висока точність виміряних рівнеміром значень: ± 1 мм;
- Наявність модифікацій рівнеміра з жорстким (не більше 3-х метрів) та гнучким (не більше 15 метрів);
- Матеріал контактуючих з приладом частин рівнеміру: нержавіюча сталь або нержавіюча сталь з покриттям із фторопласту;
- Наявність модифікації датчика із вбудованим РК індикатором;
- Наявність функції 32-х точкової лінеаризації;
- Залежно від налаштувань приладу вимірювання рівня, відстані чи об'єму;
- Аналоговий струмовий вихід 4-20 мА із можливістю підтримки цифрового виходу HART;
- Наявність виконання за допомогою вибухозахисту.



Рисунок 3.12 - Магнітострикційний рівнемір NivoTRACK

В ході аналізу було виявлено, що Рівнемір MicroTRECK має більш оптимальні характеристики ніж рівнемір NivoTRACK, також MicroTRECK має більший потенціал для модифікацій і може працювати у більш агресивному середовищі ніж NivoTRACK. Тому було обрано Рефлексний мікрохвильовий рівнемір MicroTRECK.

3.7 Вибір таймеру

УТ24 цифровий двохканальний таймер

Універсальне двоканальне реле часу УТ24 призначене для включення та вимкнення навантаження за заданою оператором програмою. Застосовується як таймер, пристрій затримки включення або формувача послідовності імпульсів, тривалість яких задається користувачем.

Прилад випускається в корпусах 4-х типів: настінному Н, щитових Щ1, Щ2 та DIN-рейковому.

Функціональні можливості реле часу ОВЕН УТ24

Запуск програми за командою оператора або подачі живлення на пристрій (без прив'язки до календарного часу).

Два незалежні таймери для формування двох незалежних програм управління

виконавчими механізмами.

Дві програми з кінцевого та нескінченного числа циклів по 1...30 кроків (кожен крок задає включення/вимикання виконавчого механізму).

Підключає три зовнішні пристрої для запуску, зупинки, тимчасового блокування або скидання програми таймера.

Індикація часу, числа циклів та кроків, що залишилися до закінчення програми.

Програмування кнопками на передній панелі приладу.

Збереження поточних значень та параметрів програми при вимкненні живлення.

Захист параметрів від несанкціонованого доступу.

Напруж. низького (активного) рівня на входах	0...2,2 В
Напруга високого рівня на входах	12...30 В
Кількість таймерів	2
Тривалість часових інтервалів	0...99 год 59 хв 59,9 с
Дискретність встановлення тривалості часових інтервалів	0,1 с
Кількість програмованих кроків у циклі	до 30



Рисунок 3.12 - УТ24 цифровий двохканальний таймер

3.8 Вибір програмованого логічного контролера ПЛК

А) Програмований логічний контролер ПЛК150

ПЛК150 – моноблочний програмований логічний контролер з дискретними та аналоговими входами/виходами. Здійснює виміри вхідних аналогових і дискретних сигналів, формує аналогові та цифрові керуючі сигнали.

Призначений для побудови систем керування малими та середніми об'єктами автоматизації, а також створення систем диспетчеризації.

Особливості контролера ПЛК150

- Наявність дискретних входів/виходів
- Наявність аналогових входів/виходів
- Послідовні порти обміну даними RS-485 та RS-232
- Наявність порту Ethernet
- Збільшення кількості дискретних та аналогових входів та виходів здійснюється за допомогою підключення зовнішніх модулів вводу/виводу через будь-який з інтегрованих інтерфейсів
- Компактний пластиковий корпус з кріпленням для монтажу на DIN-рейку
- Швидкість спрацьовування дискретних входів досягає 10 кГц (при використанні підмодулів лічильника).
- Підтримується робота із широким спектром аналогових датчиків, включаючи термопари.
- Незалежні один від одного інтерфейси на борту: Ethernet, послідовні порти, USB Device (для програмування пристрою).
- Розширений робочий діапазон температур довкілля: від -20 до $+70$ °C.
- Вбудована акумуляторна батарея, що забезпечує резервне живлення для коректного збереження даних при раптовому зникненні напруги живлення. Під час роботи від батареї запускається алгоритм, що переводить вихідні елементи в безпечний стан.
- Вбудований годинник реального часу, що працює від батареї. Можлива робота з нестандартними протоколами обміну даними по кожному з портів, що дає можливість підключати до контролера лічильники електрики, води та газу, зчитувачі штрих-кодів тощо.

Технічні характеристики:

Ступінь захисту корпусу – IP20

Напруга живлення – 90...264 змінного струму з частотою 47...63

Споживана потужність – 6Вт

Індикація передньої панелі – 1 індикатор живлення, 1 індикатор наявності програми користувача, 6 індикаторів станів дискретних входів, 4 індикатора станів виходів

Центральний процесор – 32-х розрядний

Об'єм оперативної пам'яті – 8 МВ

Об'єм енергонезалежної пам'яті – 4 МВ

Розмір Retain-пам'яті – 4кВ

Час виконання циклу ПЛК – мінімальний 250 мкс (нефіксований), типовий від 1 мкс

Кількість дискретних входів – 6

Кількість дискретних виходів – 4

Кількість аналогових входів – 4

Кількість аналогових виходів – 2

Робочий діапазон температур – від -20 до +70



Рисунок 3.13- Програмований логічний контролер ПЛК150

Б) Контролер Segnetics SMH2G

Segnetics SMH2G - це програмований логічний контролер, що дозволяє гнучко налаштовувати свою функціональність, що є еволюцією моделі Segnetics SMH2010. Він може використовуватися як операторська панель або як повноцінний контролер з великою кількістю портів для входу/виходу. Контролер є гарним рішенням для інженерних систем у будинках та комплексах, а також на різних виробництвах.

До основної переваги панельного контролера - високої інтегрованості додалася модульність. Це надає додаткову гнучкість під час проектування систем автоматизації. Модульність стосується насамперед каналів зв'язку та каналів введення/виводу.

SMH2G має вбудовані COM-порти RS-485 та RS-232. Додатково можна встановити комунікаційний модуль Ethernet PNA або модуль LonWorks PNA (технологія NETcard).

Без модуля MC з універсальними та точними вимірювальними каналами (технологія UHAM), SMH2G економічно вигідно використовувати як

операторську панель. За потреби ресурси I/O можна наростити за допомогою модулів розширення MR (технологія SCALIO).

Другого покоління SMH з'явився монохромний графічний дисплей. Дозвіл дисплея дозволяє створювати зрозумілі та привабливі інтерфейси. Графіка "малюється" за допомогою технологій Adobe Flash. Оскільки дисплей інтегрований у контролер та обмін здійснюється через внутрішній потік даних, а не через зовнішні теги, налагодження проектів з використанням елементів ЧМІ відбувається набагато простіше та швидше. Особливо це помітно при дистанційному налагодженні. Додаткові зручності можна створити за допомогою програмованих світлодіодів та звукового сигналу.

Процесор, який використовується в контролері Atmega256 зі збільшеним обсягом пам'яті. Завдяки йому, в SMH2G реалізований системний режим, що полегшує пуско-налагоджувальні роботи.

Характеристика

Дискретні входи

- Кількість цифрових входів - 4 гальванічно розв'язаних входів (групова розв'язка)

Дискретні виходи

- Кількість та тип - 4 оптореле
- Комутована напруга - до 42VAC / 60VDC
- Комутований струм, не більше - до 400mA
- Час перемикання, не більше - 1.5мс
- Ресурс «контактів», перемикачів - Не обмежений

Живлення

- Номінальна напруга - 18...36VDC
- Споживана потужність - Не більше 10Вт

Інтерфейси

- RS-232 - Вбудований Гальванічно розв'язаний Протокол Modbus RTU
- RS-485 - Вбудований Гальванічно розв'язаний Протокол Modbus RTU
- Комунікаційний модуль (опціонально) -Ethernet PNA - 023



Рисунок 3.14 - Контролер Segnetics SMH2G

Після аналізу програмованого логічного контролера ПЛК150 та контролера Segnetics SMH2G, було виявлено, що ПЛК150 має більшу продуктивність, що являє собою швидке виконання циклів, стійкість до занадто високих та низьких температур, швидкість спрацьовування дискретних входів.

Розробка системи сигналізації.

Для здійснення технологічної сигналізації скористаємося блоком технологічної сигналізації ПТС-64.

Блок технологічної сигналізації призначений для узагальненої і поканальної сигналізації параметрів технологічних процесів, значення яких в процесі роботи перевищують ті чи інші технологічні уставки. Використовується в локальних і комплексних системах промислової автоматизації виробничих процесів в схемах технологічної і аварійної сигналізації.

Прилад технологічної сигналізації ПТС-64 складається з одного блоку ПТС-2 (ведучий пристрій або прилад узагальненої сигналізації) і одного або

декількох блоків ПТС-8 (ведений пристрій або прилад поканального сигналізації).

Функціональні можливості

Виконуючі функції:

Індикація спрацьовування поканального (ПТС-8) і узагальненої сигналізації (ПТС-2);

Підключення зовнішніх світлодіодних індикаторів (через клемний з'єднувач або роз'єм ГТС-Б);

Вибір типу сигналу сигналізації - статичний сигнал (постійне світіння) або динамічний з частотою F1 або F2. Використання F1 і F2 спрямовано на два різних (по тону, силою звучання) звукових пристрої;

Зняття сигналізації проводиться за допомогою кнопки, яка підключається до клем ПТС-2;

Перевірка (тестування) сигналізації проводиться за допомогою кнопки, яка підключається до клем ПТС-2.

Пристрій ПТС-2 (ведучий) містить:

Два незалежних канали сигналізації переключаючими контактами частоти F1 і F2;

Задатчик частоти сигналів сигналізації F1 і F2;

Вузол зняття сигналізації;

Вузол перевірки сигналізації;

Пристрій ПТС-8 (ведений) містить:

Вісім незалежних каналів сигналізації з можливістю по канального вибору сигналу сигналізації і номера каналу спрацьовування сигналізації ПТС-2;

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 3.21.



Рисунок 3.21 – 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: ±0,2 %

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

Робочий діапазон температур: -20...+50 °С

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

Рівень радіоперешкод по ГОСТ Р 51527: група С

Ступінь захисту IP20

Вихідна напруга: 24 ± 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 Саффір-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 3.22.



Рисунок 3.22 – 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

4.Розрахункова частина

Процес двоступеневої чистки природного газу включає в себе декілька важливих процесів. Одним з основних є Нагрівання газу у підігрівачі. Параметр управління — температура газу на виході з підігрівача, який повинен становити 350°C .

Вимоги до якості об'єкту управління

- час перехідного процесу 5 хв
- перерегулювання 20%

4.1 Отримання математичного опису об'єкта керування.

Математична модель об'єкта управління у вигляді кривої розгону представлена на рисунку 4.1.

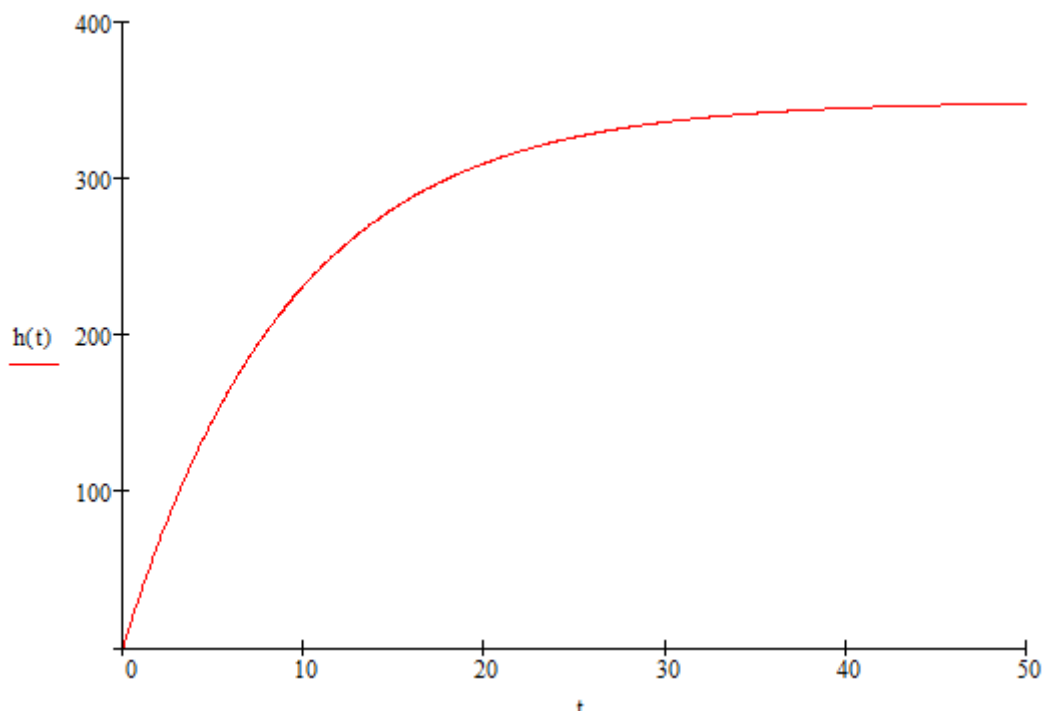


Рисунок 4.1 - Крива розгону об'єкта управління

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 11 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.

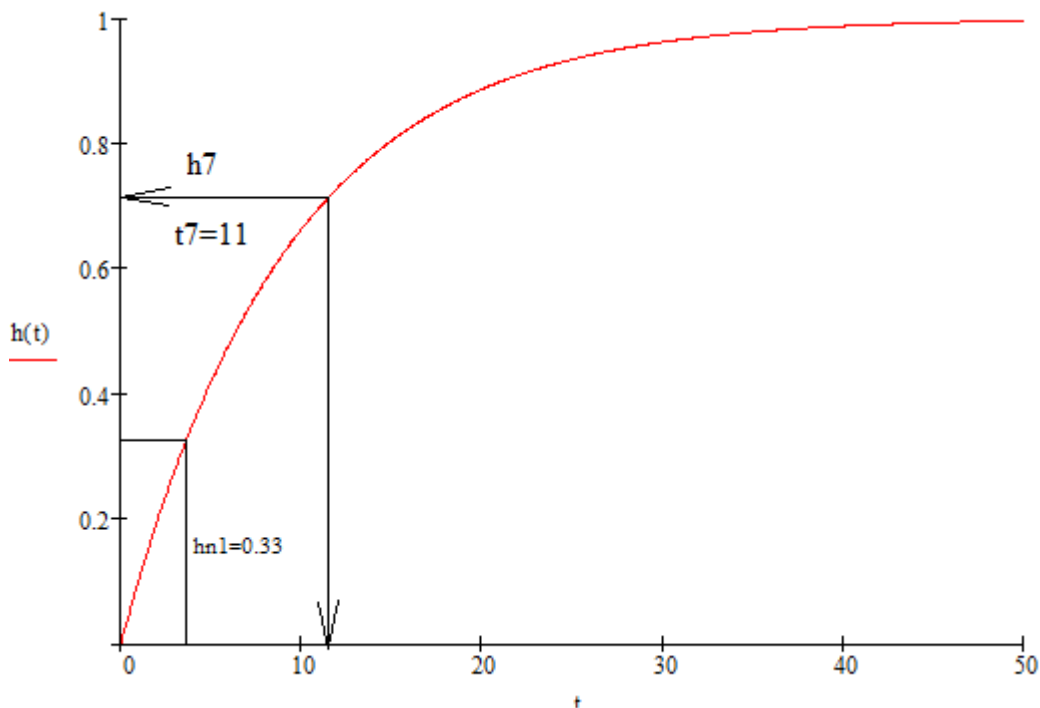


Рисунок 4.2 – Крива розгону

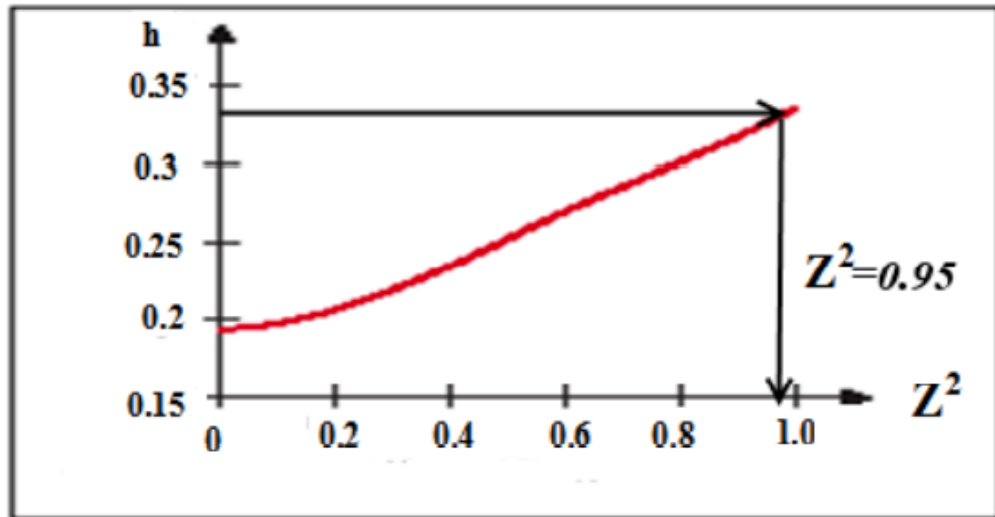


Рисунок 4.3 - Номограма для визначення величини Z^2

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

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

$$T_1 := \frac{11}{2.4}(1 + 0.975)$$

$$T_1 = 9.052$$

$$T_2 := \frac{11}{2.4}(1 - 0.975)$$

$$T_2 = 0.115$$

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

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

Результуюча передаточна функція має наступний вигляд

$$W(p) := \frac{1}{9.052p + 1}$$

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

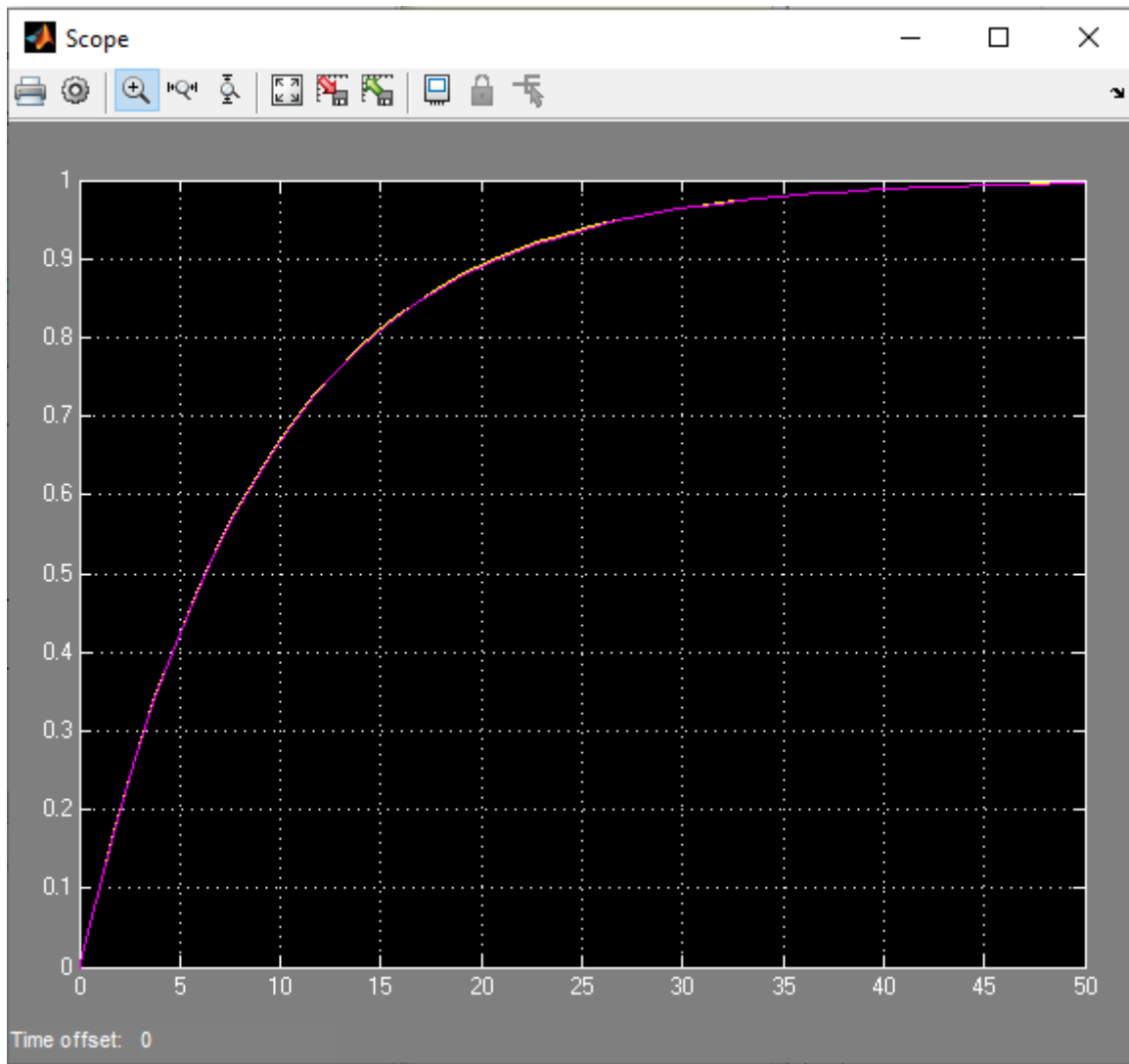


Рисунок 4.4 - Крива розгону з експерименту

4.2 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

$$U_{\text{сер.зад}}=0,534$$

Усер.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 $f1 = 10$, $f2 = 10$ визначаємо 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

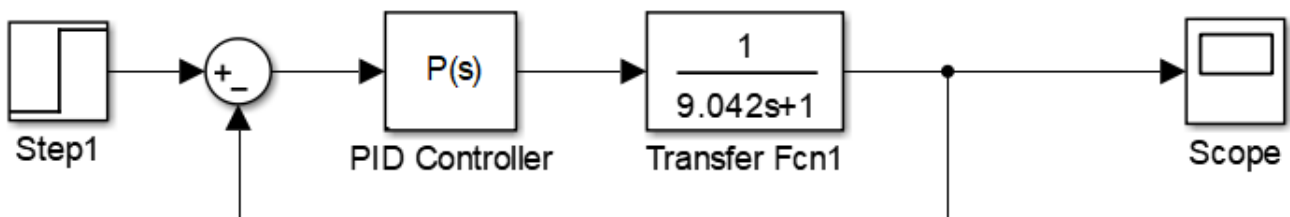


Рисунок 4.5- схема для моделювання

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

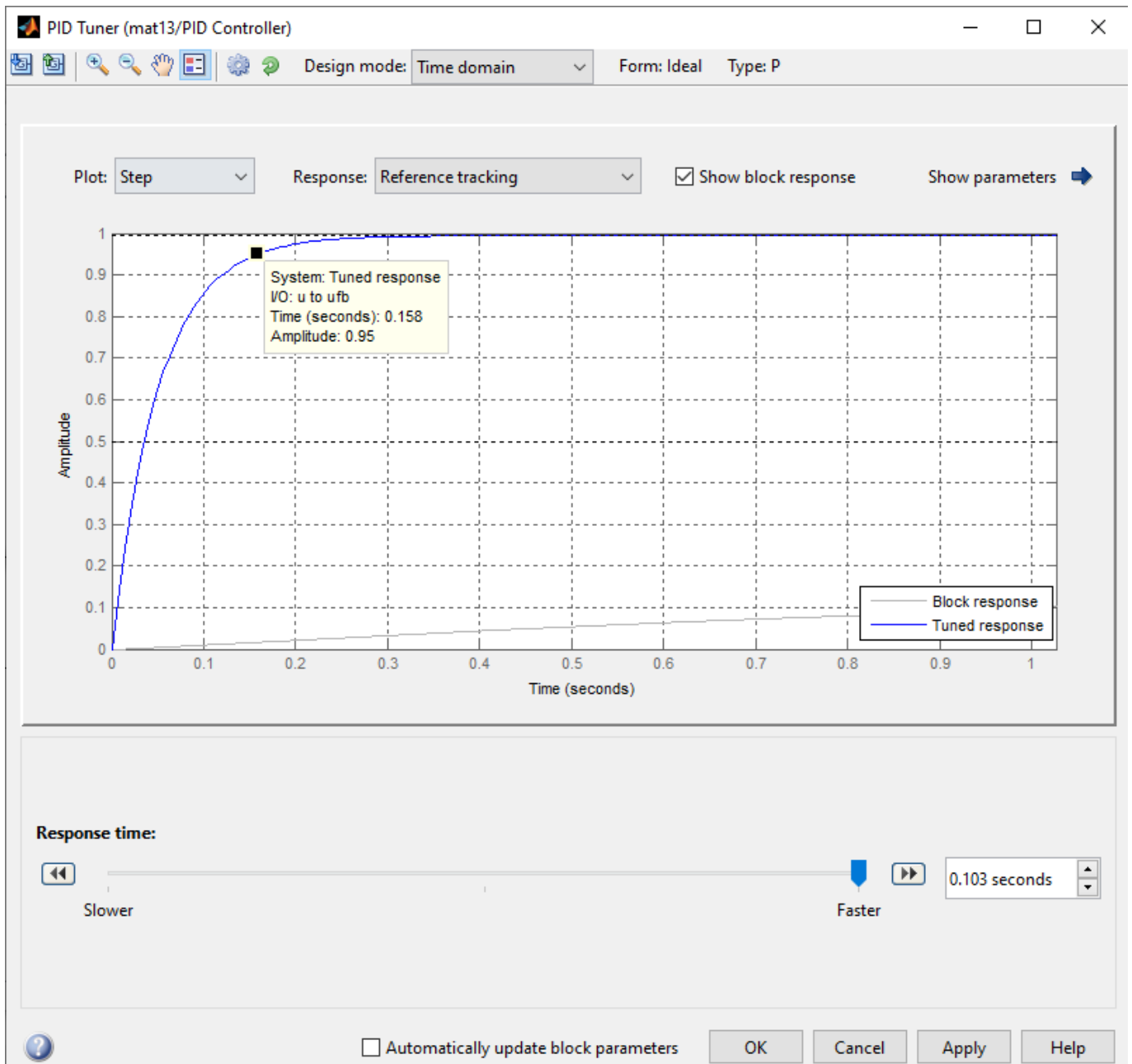
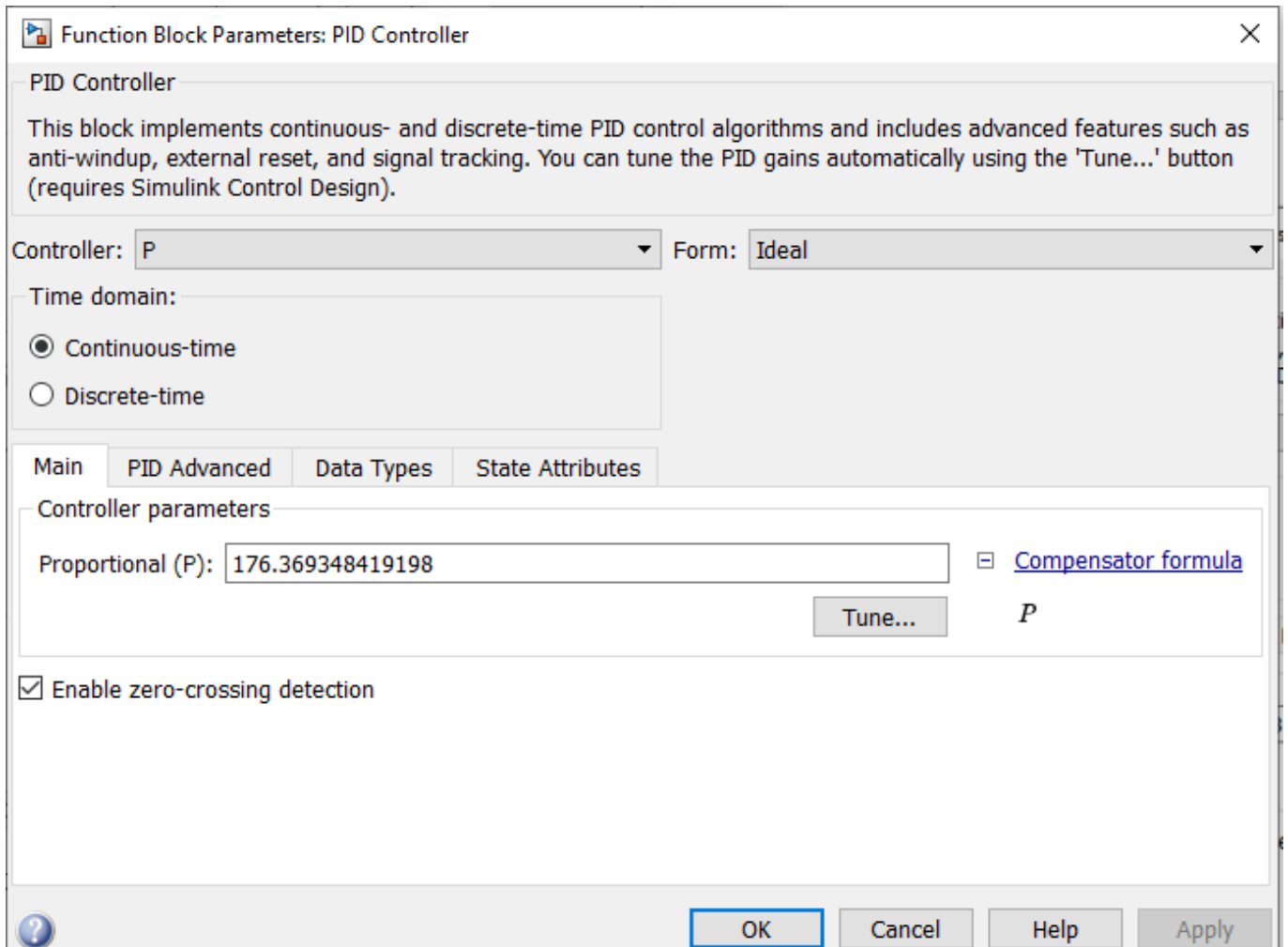


Рисунок 4.6- Результати моделювання



В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 176,36 ; час регулювання 0,2 секунди; перерегулювання немає. Безперервний ідеальний

П-регулятор при налаштування показав такі самі величини

4.4.2 ПІ-регулятор

Безперервний паралельний ПІ – регулятор

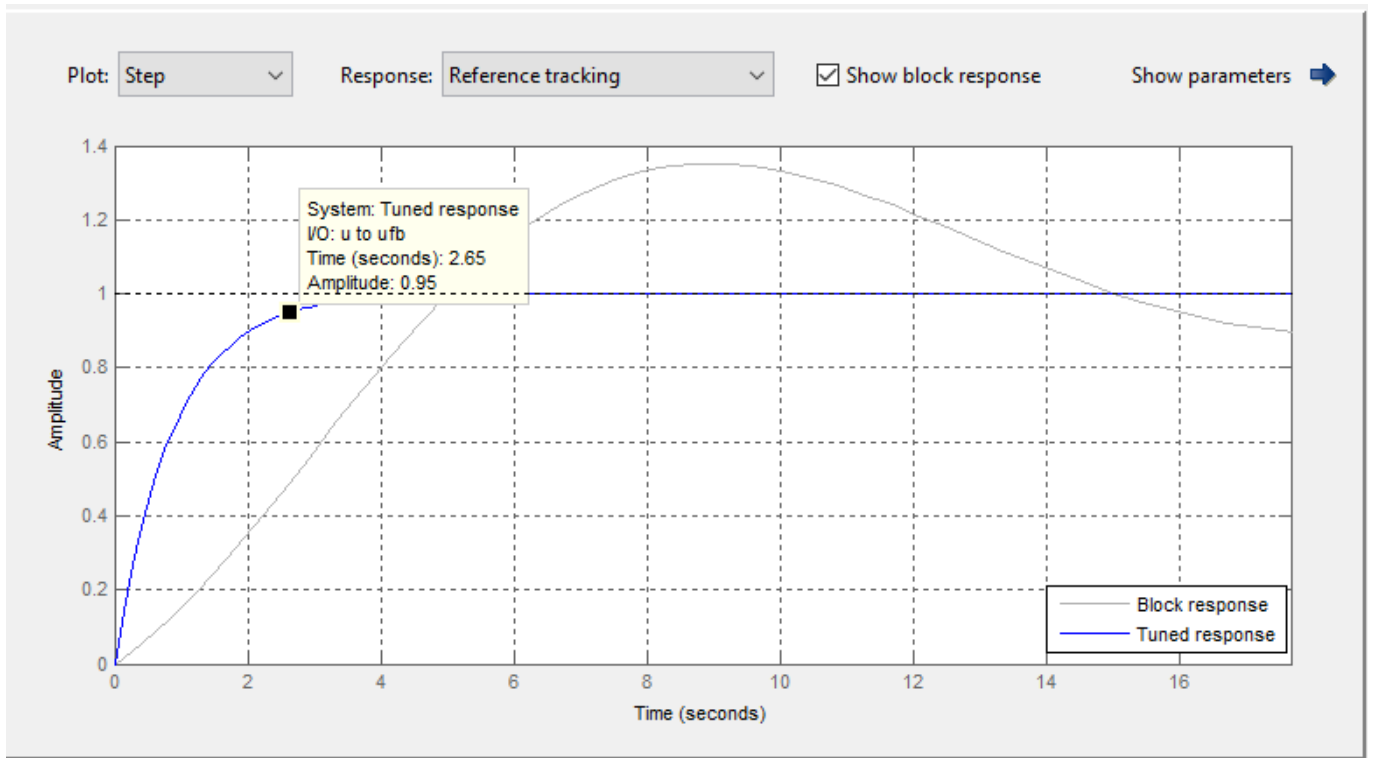


Рисунок 4.8- Результати моделювання

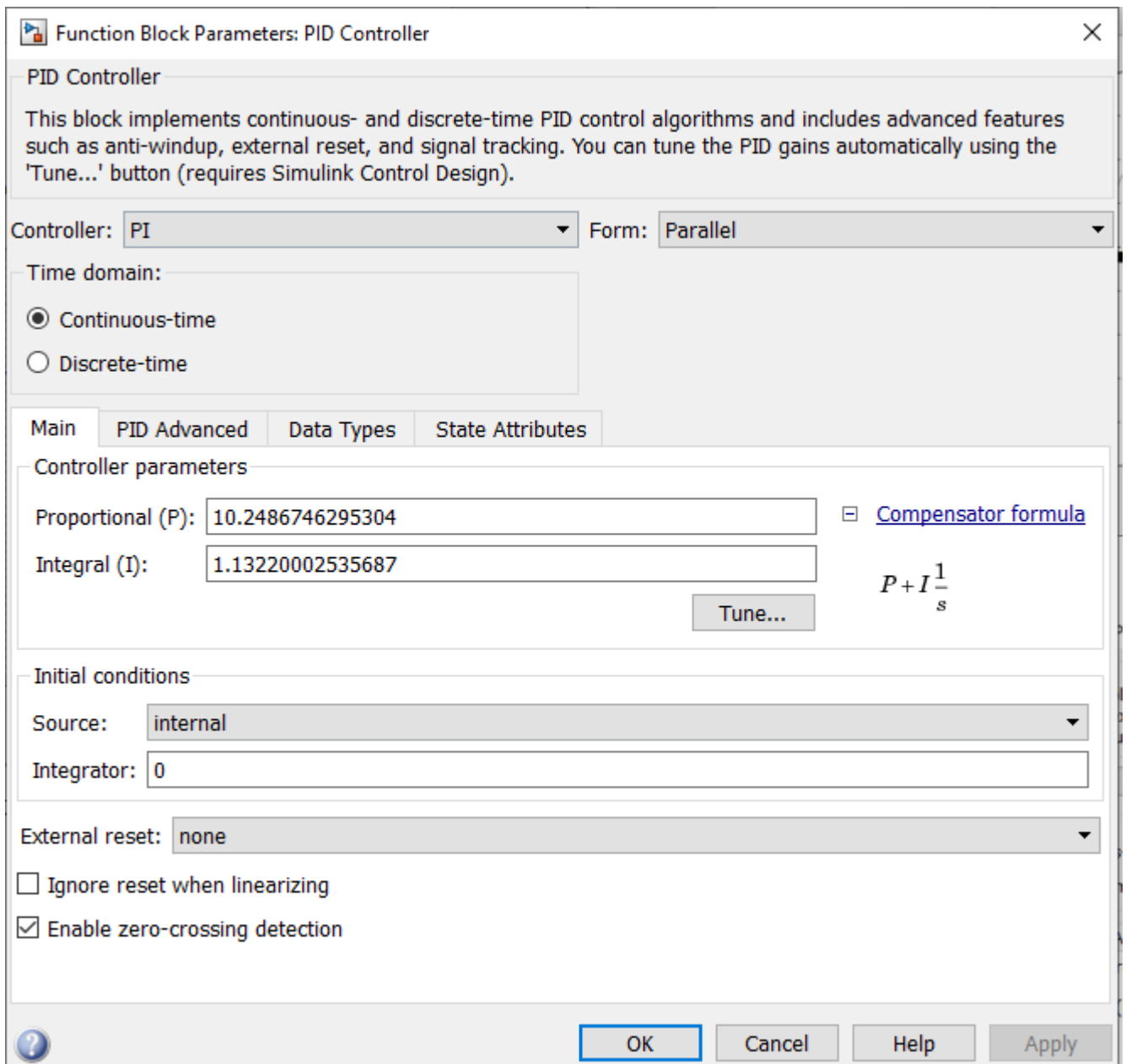


Рисунок 4.9- Налаштування ПІ-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 10,24; час інтегрування – 1.13; час регулювання 2.65 секунди ; перерегулювання 0%

Безперервний ідеальний ПІ – регулятор

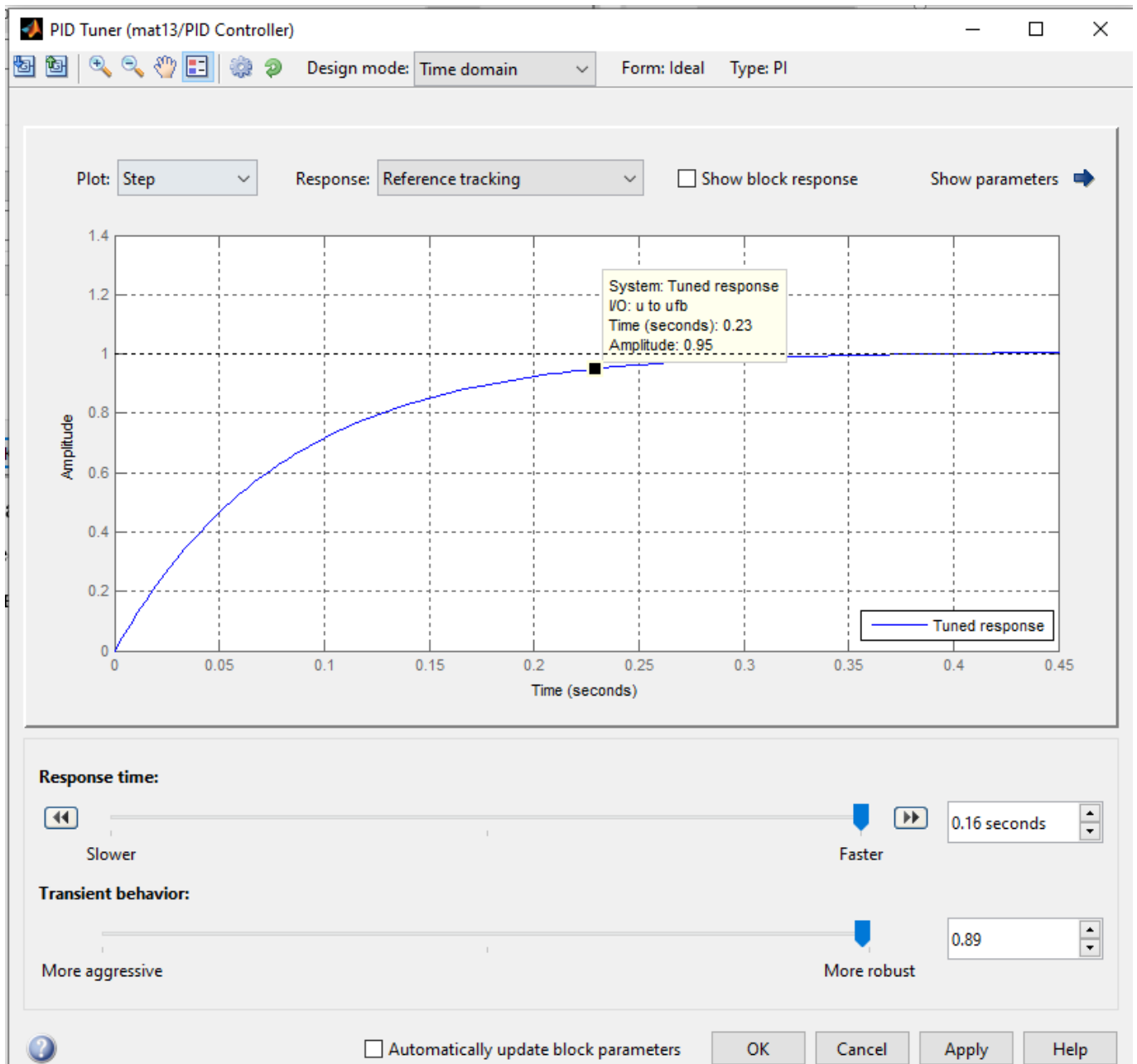


Рисунок 4.10- Результати моделювання

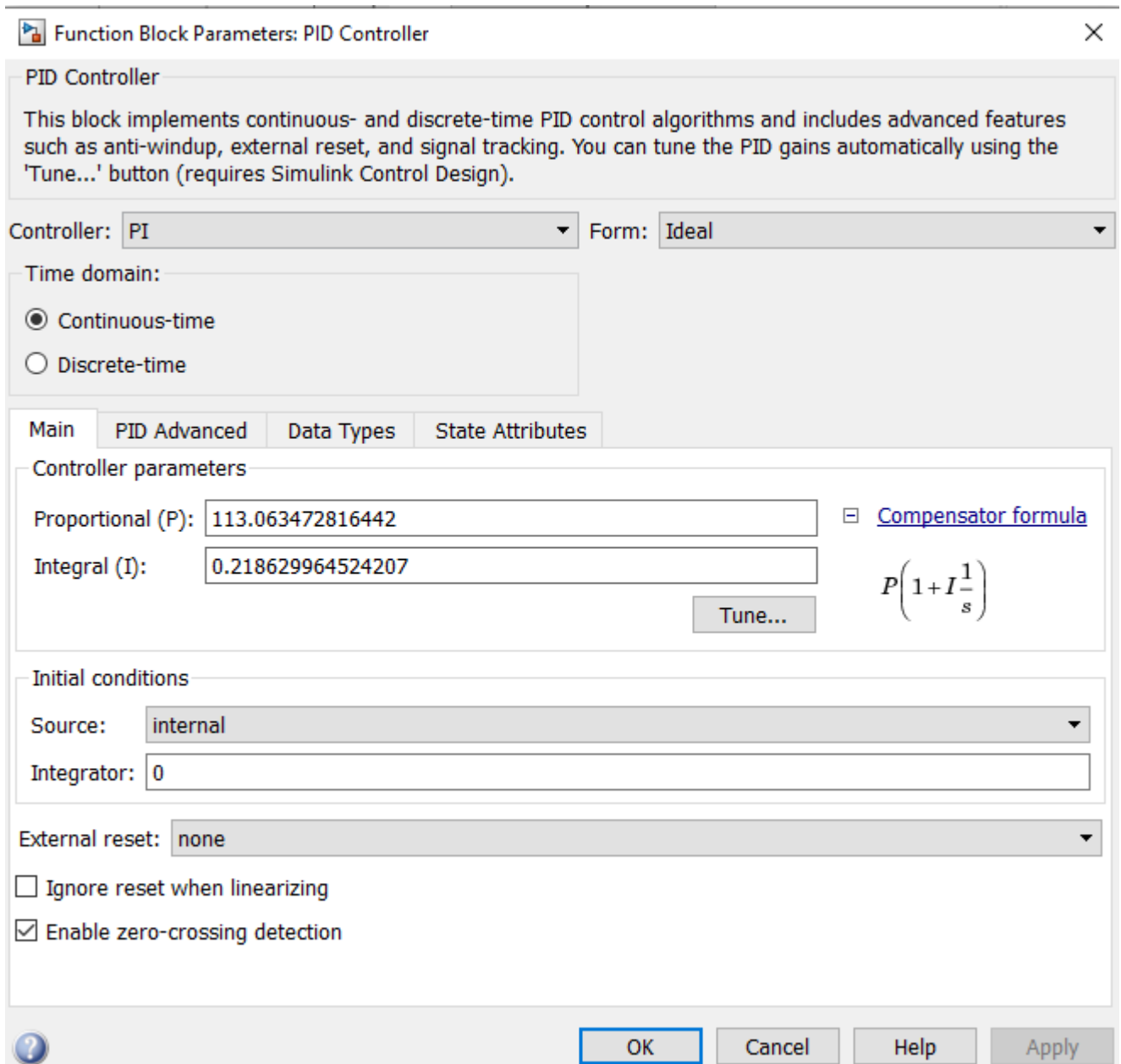


Рисунок 4.11- Налаштування ПІ-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 113,06; час інтегрування – 0,2; час регулювання 0,23 секунди; перерегулювання 0%

Дискретний паралельний ПІ – регулятор

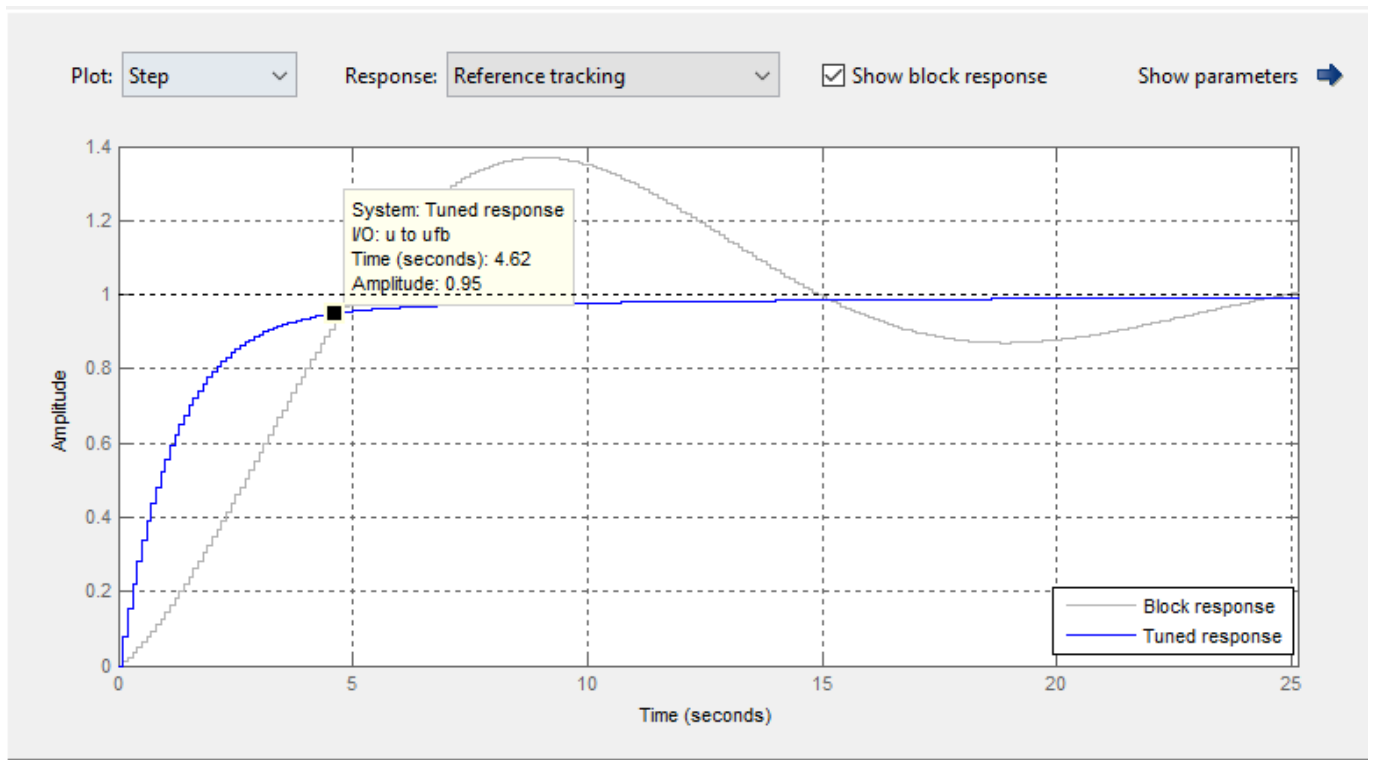


Рисунок 4.12- Результати моделювання

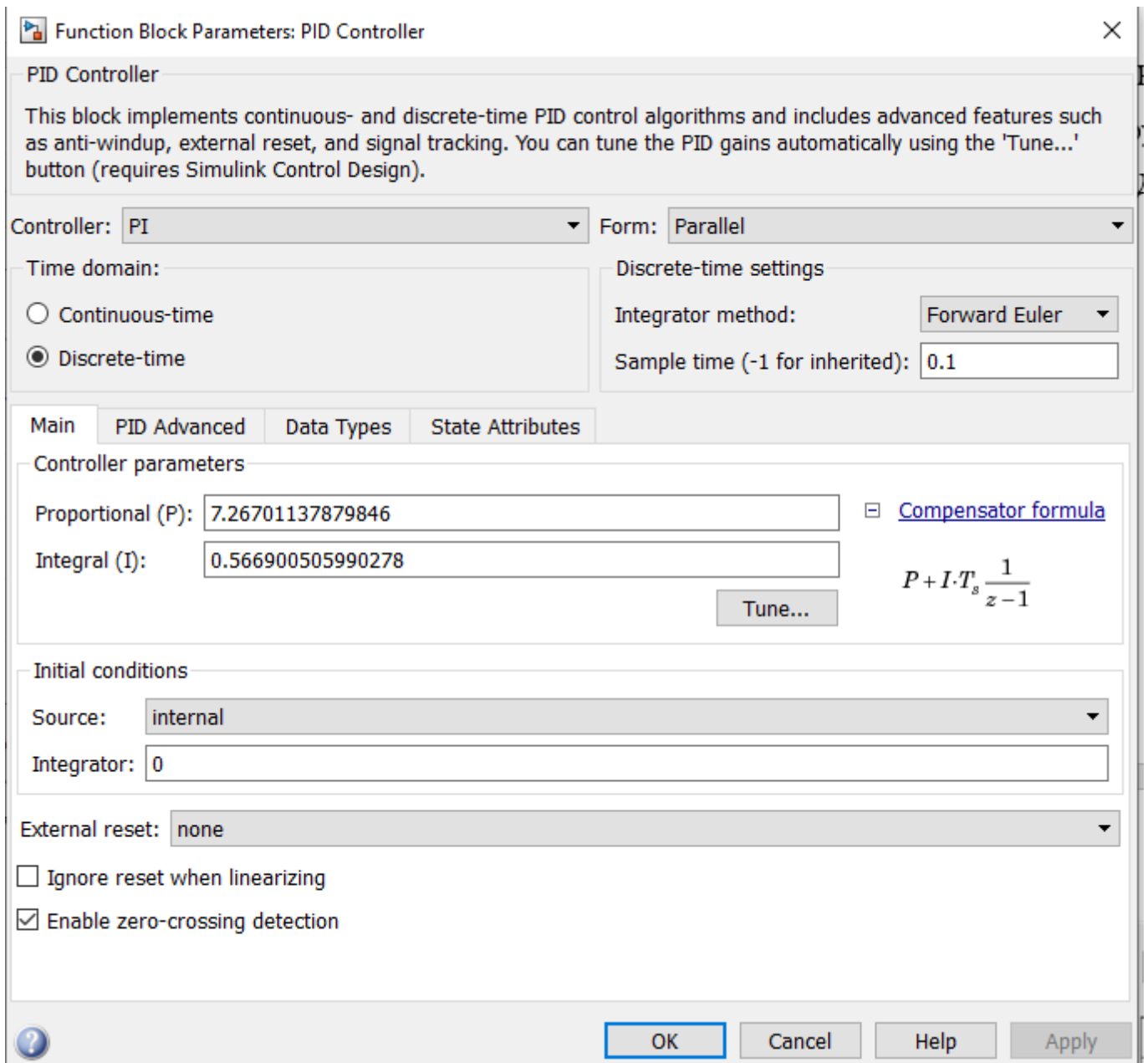


Рисунок 4.13- Налаштування ПІ-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 7.3; час інтегрування – 0,56; час регулювання 4,62 секунди; перерегулювання 0%

Дискретний ідеальний ПІ – регулятор

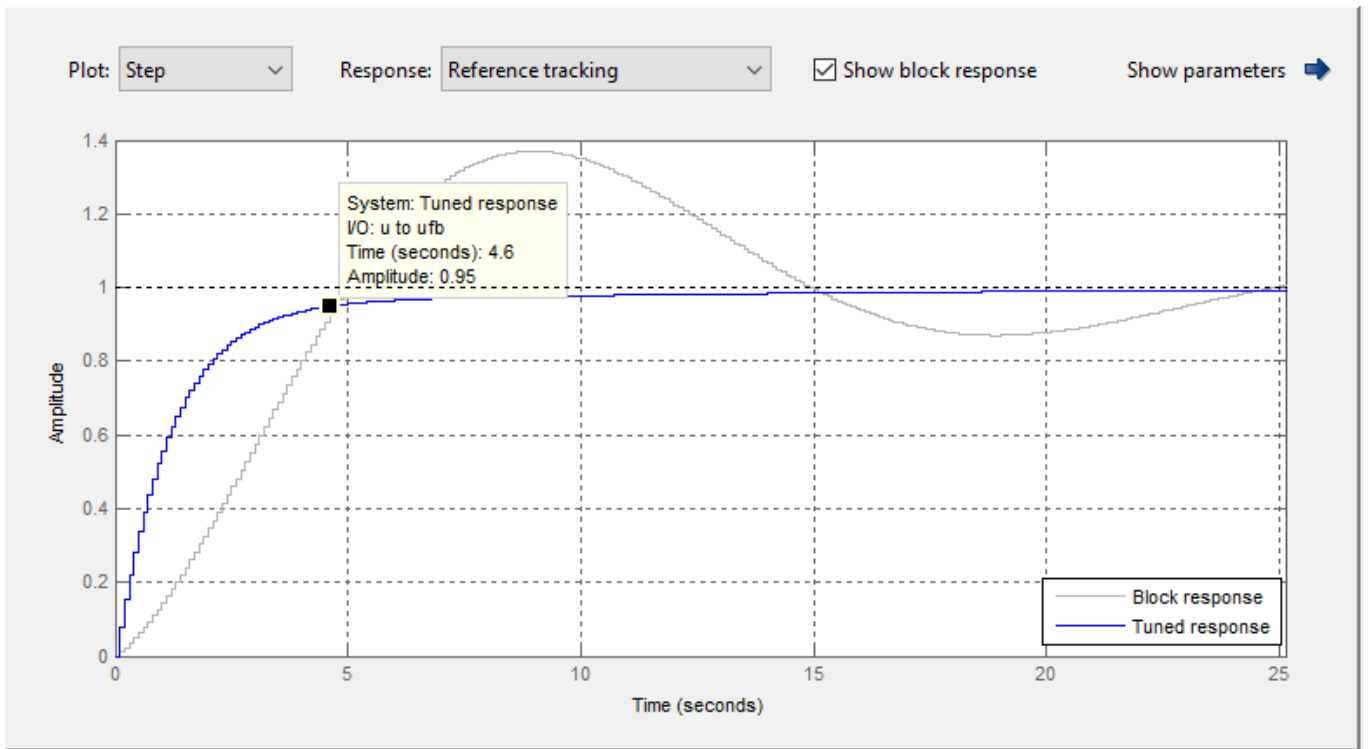


Рисунок 4.14- Результати моделювання

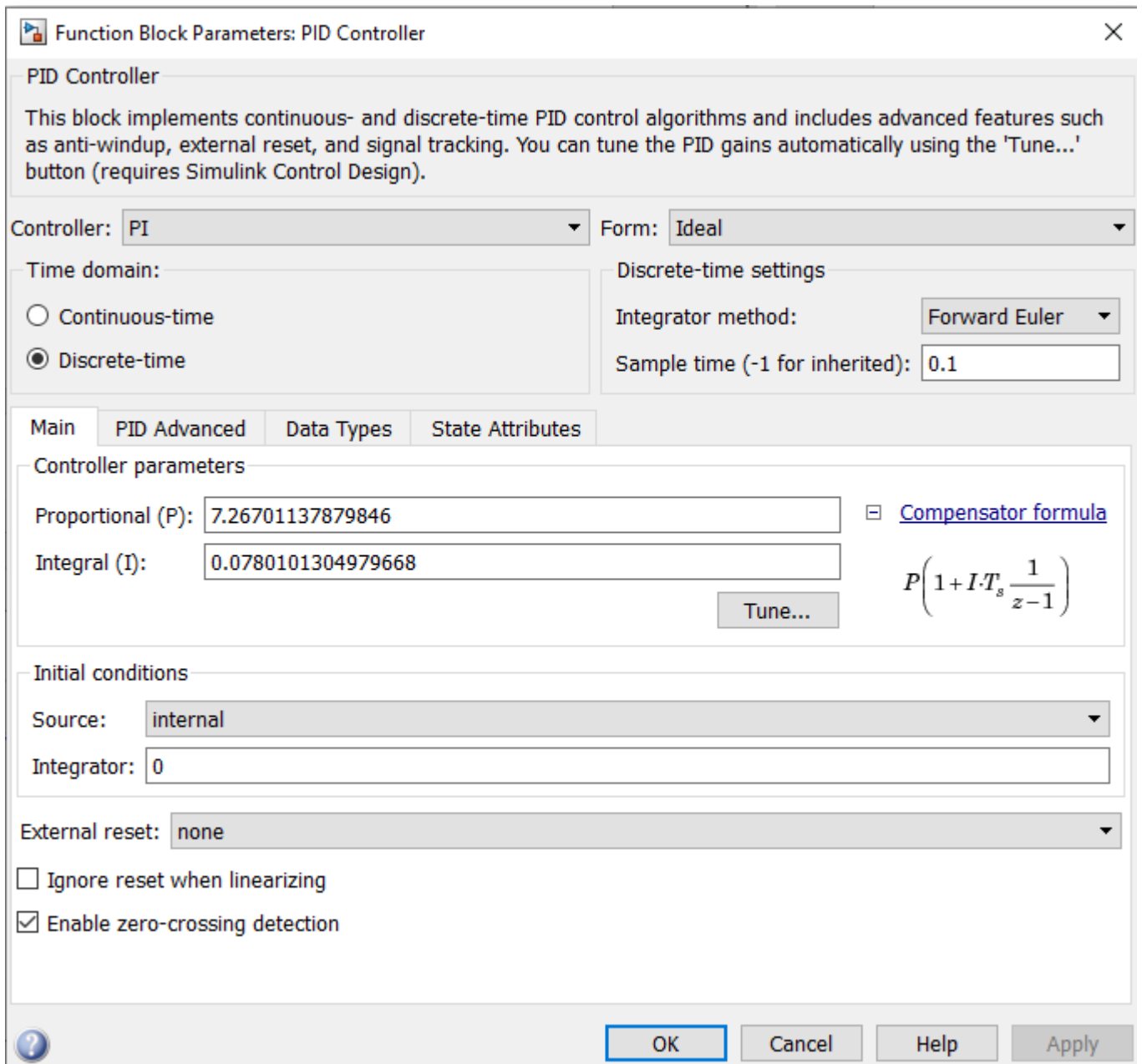


Рисунок 4.15- Налаштування ПІ-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 7,26; час інтегрування – 0,07; час регулювання 4,6 секунди; перерегулювання 0%

4.4.2 Безперервний ідеальний ПІД-регулятор

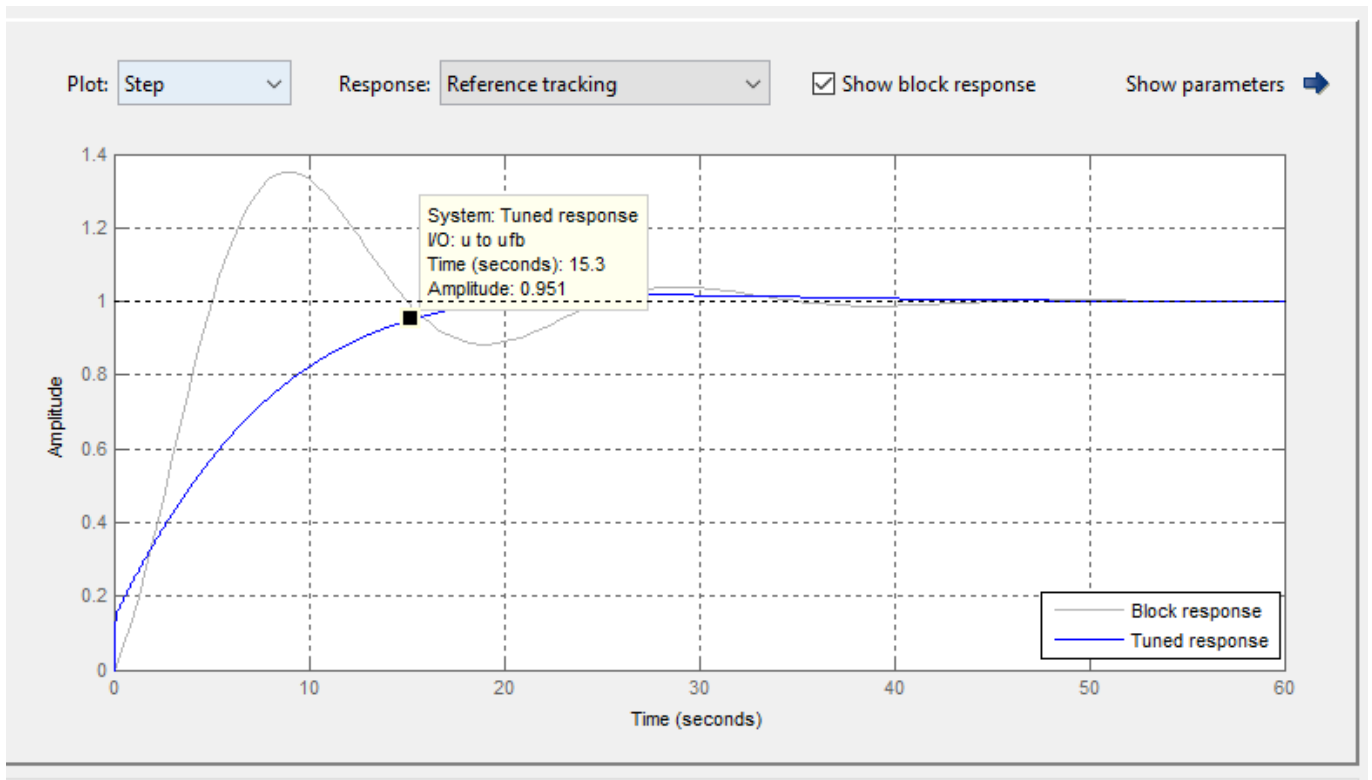


Рисунок 4.16- Результати моделювання

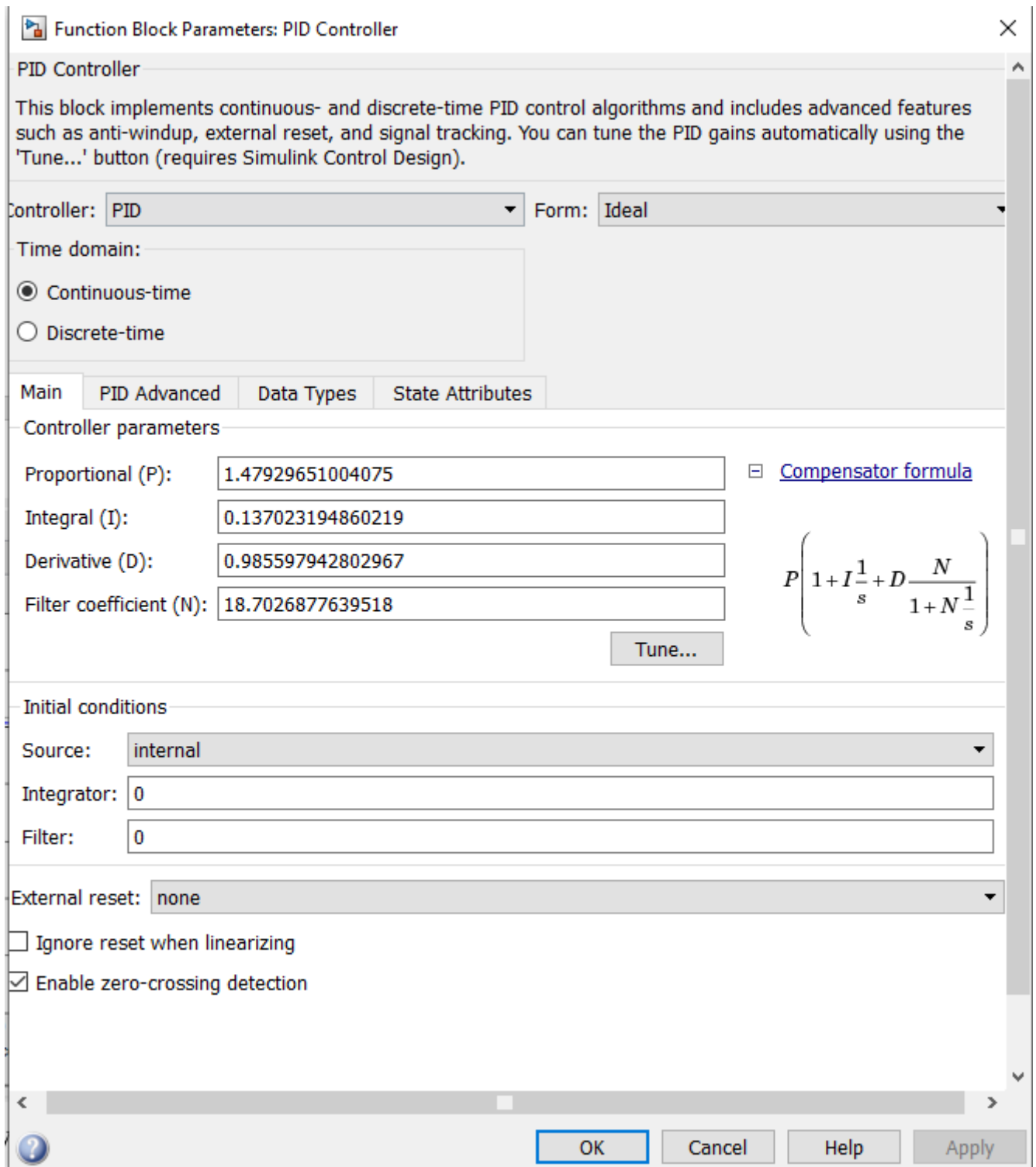


Рисунок 4.17- Налаштування ПІД-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 1.4; час інтегрування – 0,13; час диференціювання – 0,98; час регулювання 15 секунди; перерегулювання 0%

Безперервний паралельний ПІД – регулятор

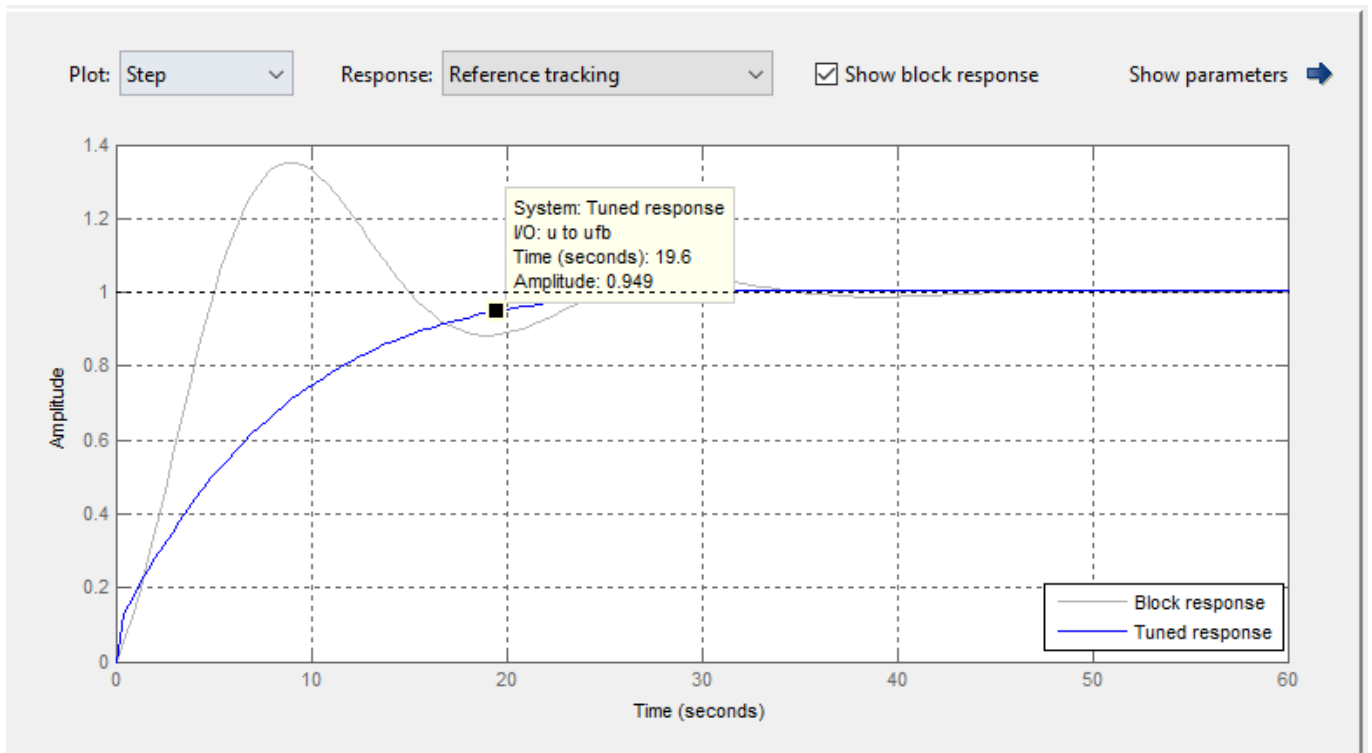


Рисунок 4.18- Результати моделювання

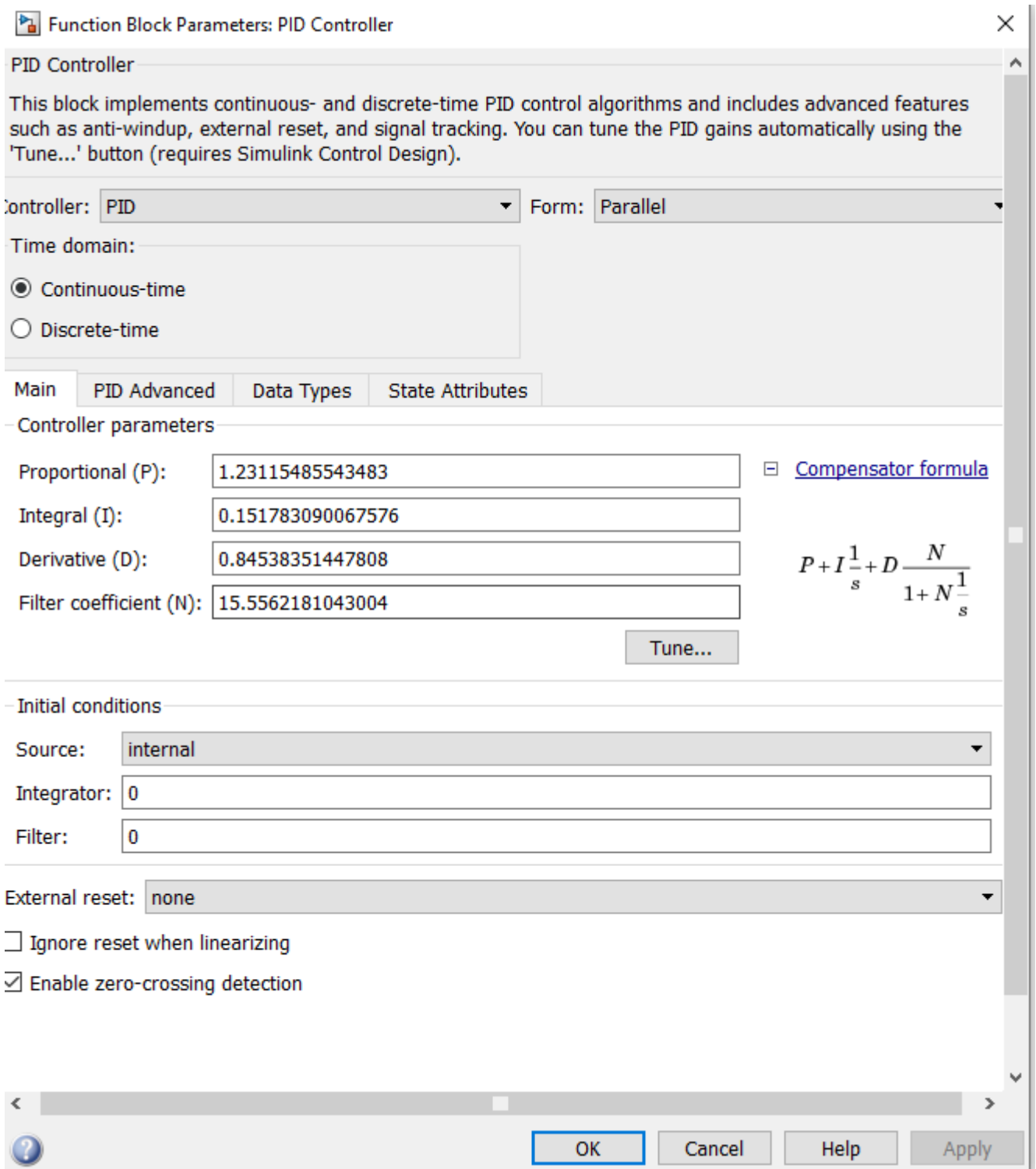


Рисунок 4.19- Налаштування ПІД-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 1,23; час інтегрування – 0,15 час диференціювання – 0,84; час регулювання 19,6 секунди; перерегулювання 0%

Дискретний паралельний ПІД – регулятор

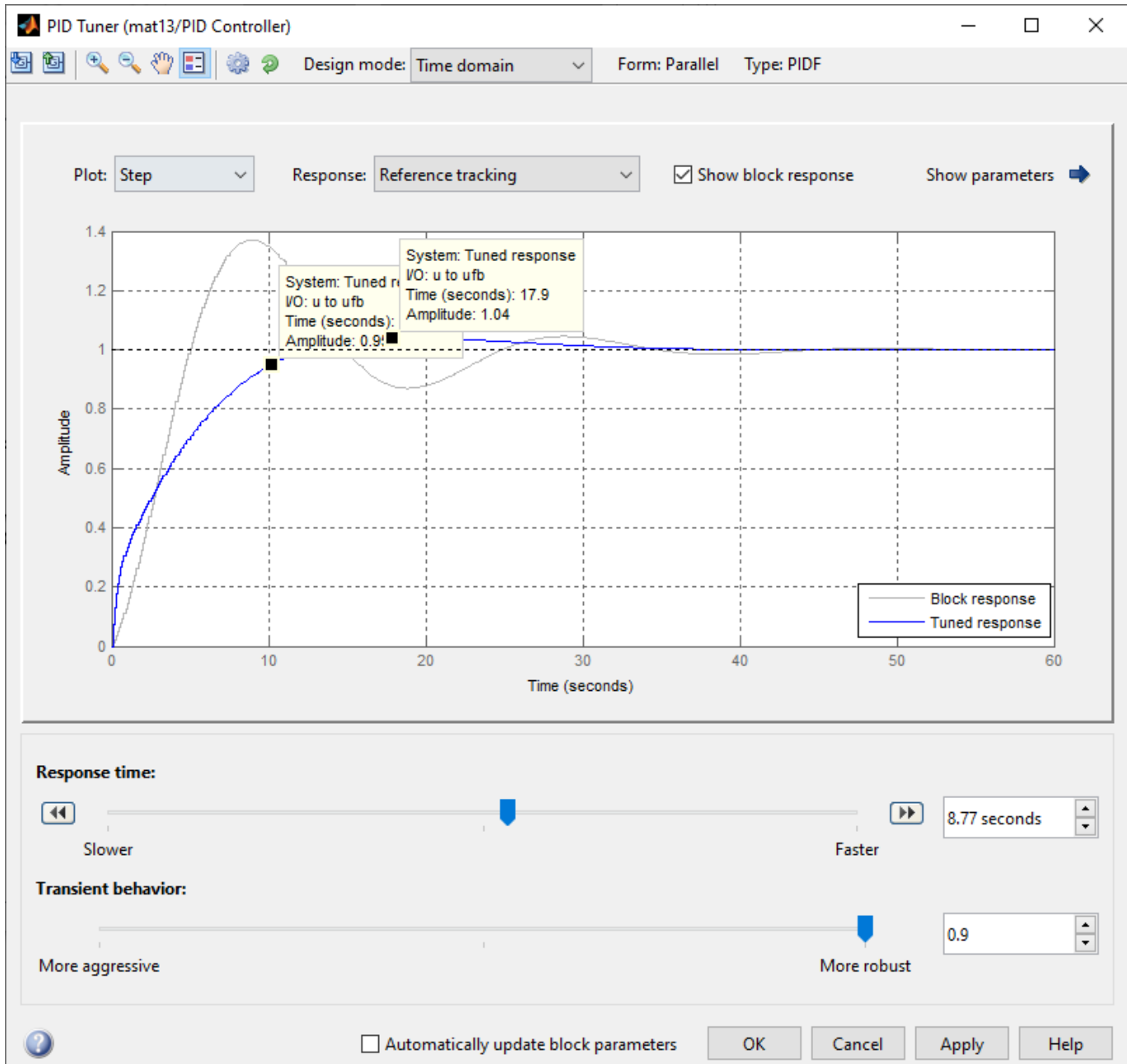


Рисунок 4.20- Результати моделювання

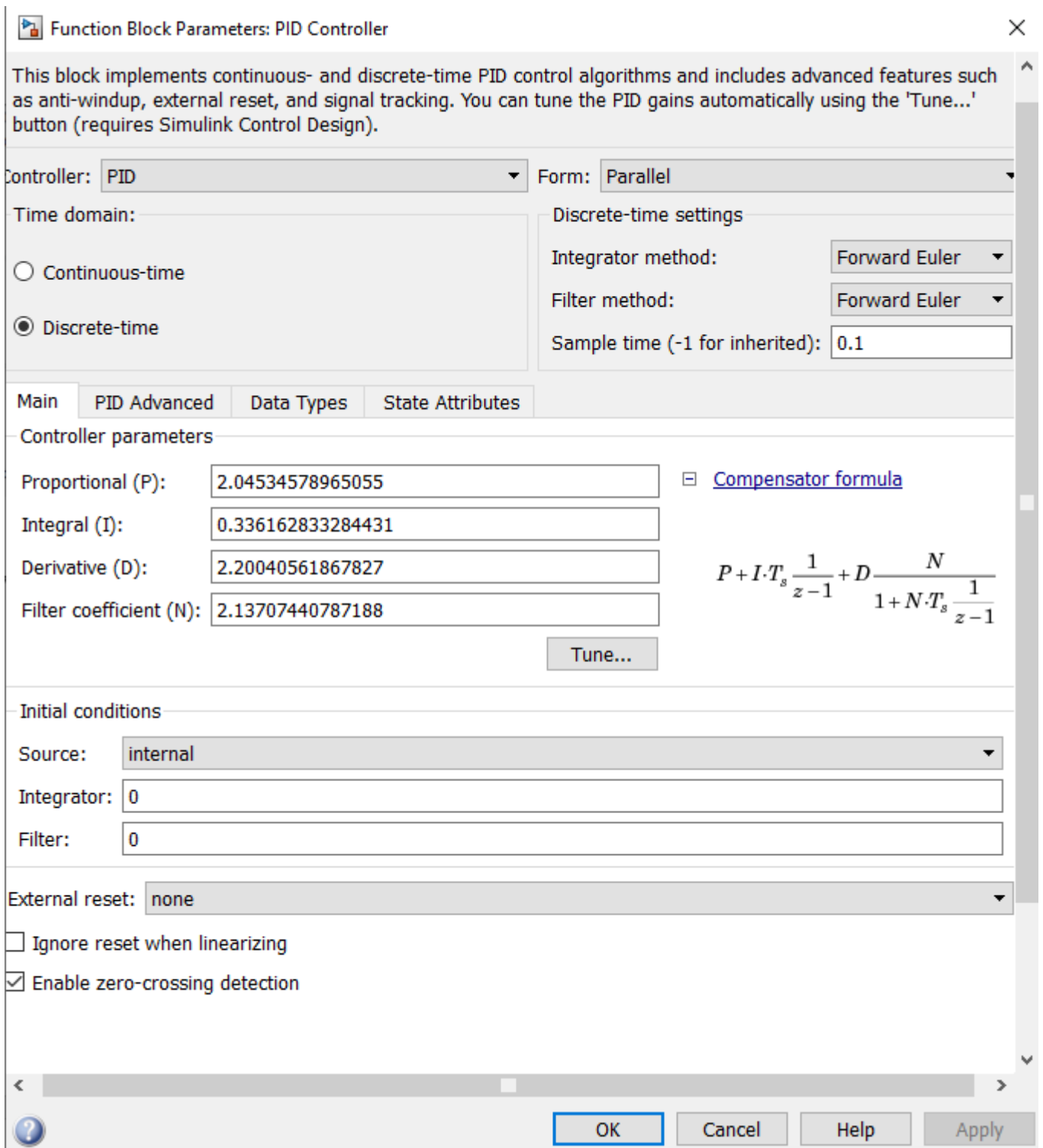


Рисунок 4.21- Налаштування ПІД-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 2; час інтегрування – 0,33 час диференціювання – 2,2; час регулювання 10 секунди; перерегулювання 4%

Дискретний ідеальний ПІД – регулятор

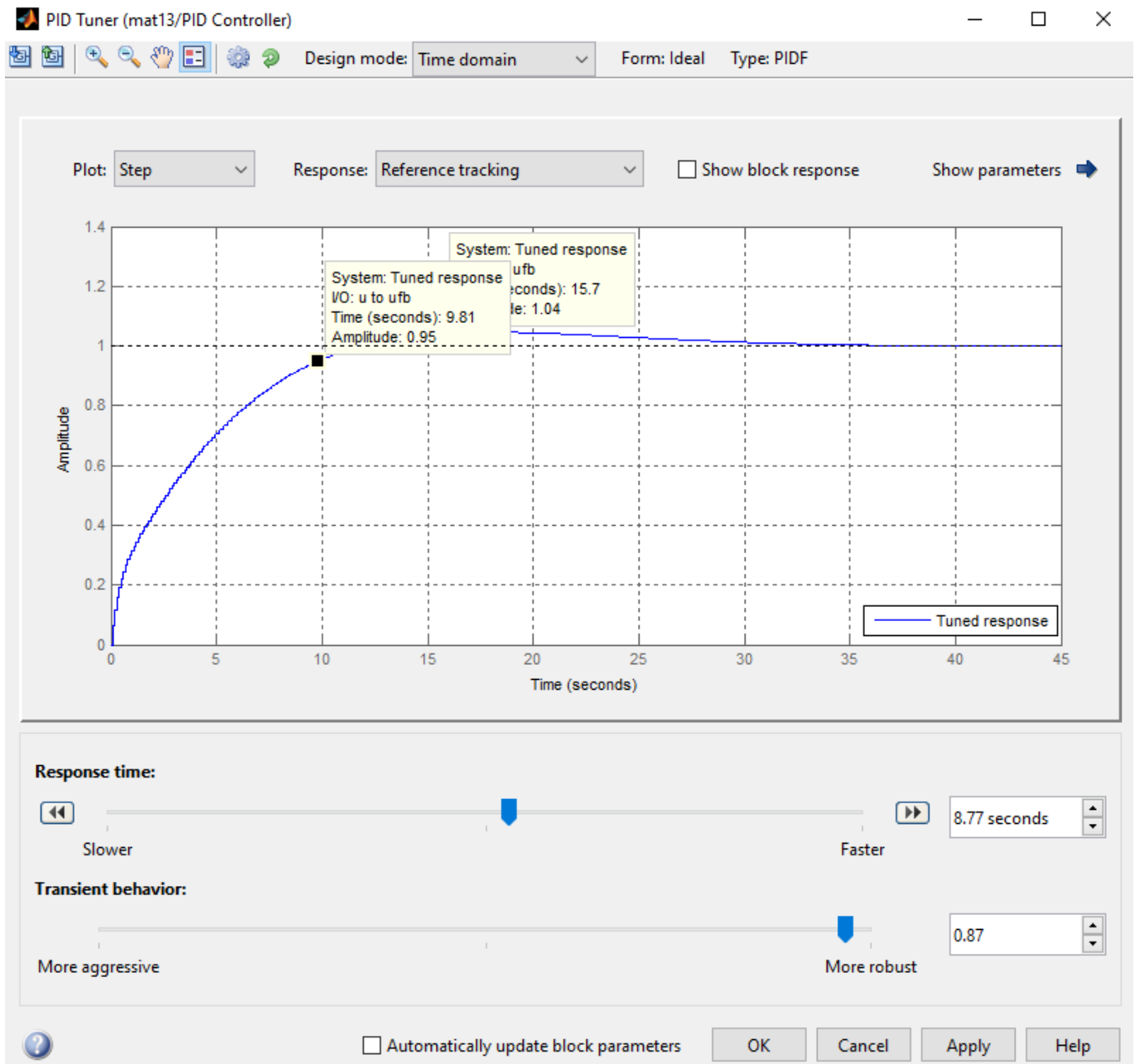


Рисунок 4.22- Результати моделювання

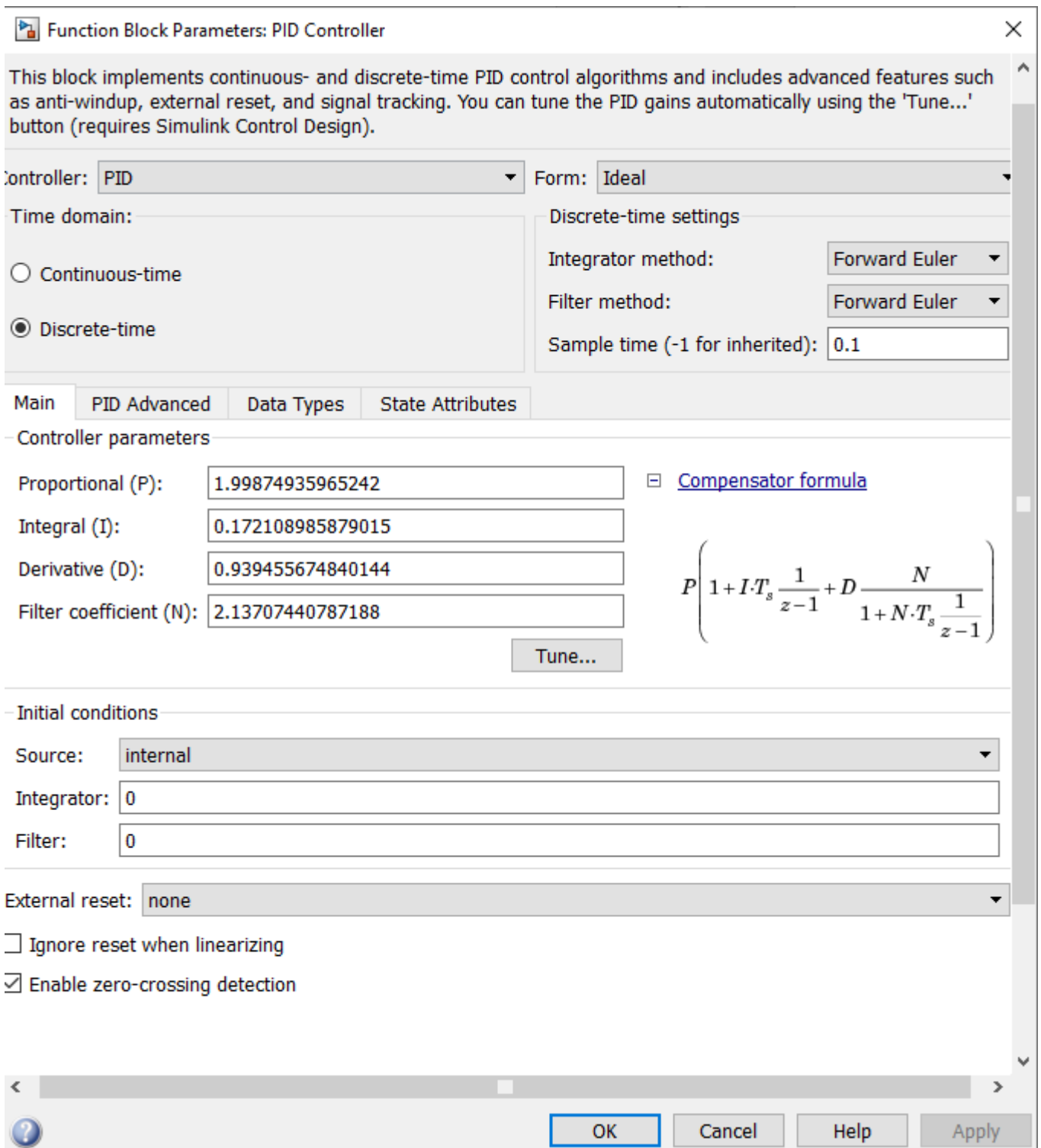


Рисунок 4.22- Налаштування ПІД-регулятора

В результаті налаштування отримали: коефіцієнт підсилення – 1,99; час інтегрування – 0.17 час диференціювання – 0,93; час регулювання 9,18 секунди; перерегулювання 4%

Таблиця – Результати регулювання

Регулятор	P	I	D	Час регулювання, с	Перерегулювання,%
Безперервний ідеальний П- регулятор	176.36	-	-	0,2	0
Безперервний паралельний ПІ – регулятор	10.24	1.13	-	2.05	0
Безперервний ідеальний ПІ – регулятор	113.06	0,2	-	0.23	0
Дискретний ідеальний ПІ – регулятор	7.3	0,56	-	4.62	0
Дискретний паралельний ПІ – регулятор	7.26	0.22	-	.6	0
Безперервний ідеальний ПІД – регулятор	1,4	0,13	0.98	15	0
Безперервний паралельний ПІД – регулятор	1.23	0.15	0.84	19.6	0
Дискретний паралельний ПІД – регулятор	2	0.33	2.2	10	4
Дискретний ідеальний ПІД – регулятор	1.99	0,17	0.83	9.81	4

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 з такими параметрами регулювання можливе, але технічно реалізувати його неможливо. З ПІ- регулятором отримали такі показники: час регулювання в середньому 3 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

Висновки

На основі технічного завдання розроблено автоматизацію системи управління доступінчатого очищення природного газу.

До складу системи входять:

- датчики, встановлені безпосередньо на технологічному обладнанні;
- виконавчі органи, які відпрацьовують отримане від контролера вплив;
- контролер, який виконує первинну обробку даних отриманих від датчиків, видає керуючий вплив для регулюючих органів.
- підвищення обсягу продукції, що випускається;
- скорочення простоїв через неполадки;