

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут електроенергетики
(інститут)

Електротехнічний факультет
(факультет)

Кафедра кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

студента Корж Віталій Валентинович

(П.І.Б.)

академічної групи 151-20СК-1

(шифр)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(офіційна назва)

на тему Автоматизація температурного режиму у зоні кільцевої печі в умовах ПАТ "Інтерпайп НТЗ"

(назва за наказом ректора)

| Консультанти | Прізвище, ініціали | Оцінка за шкалою | | Підпис |
|--|------------------------|------------------|---------------|--------|
| | | рейтинг. | інституційною | |
| Керівник кваліфікаційної роботи | доц. Соснін К.В. | | | |
| Провідний консультант | доц. Соснін К.В. | | | |
| Розробка апаратного забезпечення системи керування | доц. Соснін К.В. | | | |
| Визначення моделі об'єкта керування | ст.викл. Бойко О.О. | | | |
| Економічна частина | ст. викл. Яремчук І.О. | | | |
| Охорона праці | проф. Чеберячко Ю.І. | | | |
| Рецензент | | | | |
| Нормоконтролер | ас. Славінський Д.В. | | | |

Дніпро
2023

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
кіберфізичних та інформаційно-
вимірювальних систем
(повна назва)

Бублік А.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)
« _____ » _____ 2023 року

**ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавр**

студенту Корж В.В. академічної групи 151-20СК-1
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

за освітньо-професійною програмою 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(офіційна назва)

на тему Автоматизація температурного режиму у зоні кільцевої печі в умовах ПАТ "Інтерпайп НТЗ"

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» № 328-с від 08.05.2023 р.

| Розділ | Зміст | Термін виконання |
|--|--|------------------|
| Стан питання та постановка завдання | Вступ. Опис технологічного процесу для об'єкта автоматизації. Огляд існуючих систем автоматизації. Стан питання. Вибір напрямку створення автоматизованої системи. | 01.05.2023 |
| Розробка апаратного забезпечення системи керування | Обрання датчиків, виконавчих пристроїв та пристрою керування, розробка структурних схем, функціональної схеми автоматизації та принципової схеми електричної. | 10.05.2023 |
| Визначення моделі об'єкта керування | Виконання експерименту. Обробка результатів експерименту. Створення моделі об'єкта керування. Перевірка отриманої моделі на адекватність. | 15.05.2023 |
| Економічна частина | Економічне обґрунтування доцільності витрат на створення системи керування. | 25.05.2023 |
| Охорона праці | Розробка організаційно-технічних заходів, щодо реалізації правил безпеки при експлуатації системи. | 31.05.2023 |

Завдання видано _____
(підпис керівника)

Дата видачі

Дата подання до екзаменаційної комісії

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

доц. Соснін К.В.
(прізвище, ініціали)

01.05.2023

10.06.2023

Корж В.В.
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 86 стор., 32 рис., 14 табл., 1 дод.

Об'єкт розробки – система автоматизації кільцевої печі ПАТ "Інтерпайп НТЗ" № 1, яка призначена для нагріву колісних заготовок однієї або двома печами (послідовна робота) до температури прокату.

Об'єкт дослідження – кільцева піч ПАТ "Інтерпайп НТЗ" № 1.

Предмет дослідження – математична модель кільцева піч ПАТ "Інтерпайп НТЗ" № 1.

Мета роботи - розробка моделі об'єкта керування для регульованої за температурою повітря в зоні нагріву в залежності від потужності газового пальника.

При проведенні експериментів з отримання параметрів моделі об'єкту керування всі інші параметри об'єкта керування були не змінними і знаходились у номінальному стані.

Виходячи з отриманих результатів можливо зробити висновок, що розроблена модель відповідає об'єкту керування, та може бути використана для подальшої розробки системи керування. Подальше вдосконалення моделі можливе у рамках більш детального аналізу впливів збурення, та модифікації програмного коду з метою підвищення швидкодії. Отримана модель може бути використана для розробки програмного забезпечення підсистеми керування.

Розглянуто техніко-економічного обґрунтування ефективності результатів розробки і впровадження підсистеми автоматичного керування.

Розглянуті правила безпеки охорони праці та пожежної безпеки на підприємстві ПАТ «Інтерпайп НТЗ», правил особистої гігієни, вимог безпеки під час виконання роботи, вимог пожежної безпеки та вимог безпеки в газонебезпечних місцях.

КІЛЬЦЕВА ПІЧ, КОЛІСНА ЗАГОТІВКА, ГАЗОВИЙ ПАЛЬНИК, ТЕМПЕРАТУРА, СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, ДАТЧИК, ВИКОНАВЧИЙ ПРИСТРІЙ, ДОСЛІДНИЦЬКА СИСТЕМА, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Вступ | 7 |
| 1 Стан питання та постановка завдання | 9 |
| 1.1 Історія «Інтерпайп НТЗ» | 9 |
| 1.1 Опис «Інтерпайп НТЗ» | 11 |
| 1.2 Технологічний процес | 12 |
| 1.3 Об'єкт керування | 14 |
| 1.3.2 Характеристика об'єкта керування | 15 |
| 1.3.3 Структура об'єкту керування | 17 |
| 1.4 Формулювання задачі дослідження | 18 |
| 1.5 Висновки за розділом | 19 |
| 2 Розробка апаратного забезпечення системи керування | 20 |
| 2.1 Розробка структурної схеми підсистеми керування | 20 |
| 2.2 Вибір апаратного забезпечення підсистеми керування | 21 |
| 2.2.1 Вибір датчиків | 21 |
| 2.2.2 Вибір виконавчих пристроїв | 22 |
| 2.2.3 Вибір пристроїв керування | 24 |
| 2.2.4 Вибір джерел живлення | 27 |
| 2.3 Розробка функціональної схеми автоматизації | 28 |
| 2.4 Розробка схеми електричної принципової | 32 |
| 2.5 Висновки за розділом | 34 |
| 3 Визначення моделі об'єкта керування | 35 |
| 3.1 Загальні відомості | 35 |
| 3.2 Розробка структурної схеми інформаційних потоків дослідницької системи | 35 |
| 3.3 Виконання експерименту | 37 |
| 3.4 Обробка результатів експерименту | 40 |
| 3.4.1 Підготовка даних | 40 |
| 3.4.2 Структурна ідентифікація | 43 |
| 3.4.3 Параметрична ідентифікація | 46 |

| | |
|---|----|
| | 5 |
| 3.4.4 Розробка моделі об'єкта керування в Simulink | 50 |
| 3.4.5 Перевірка моделі на адекватність | 52 |
| 3.5 Остаточна комплексна модель об'єкту керування | 52 |
| 3.6 Висновки за розділом | 53 |
| 4 Економічна частина | 55 |
| 4.1 Загальні відомості | 55 |
| 4.2 Розрахунок капітальних витрат при впровадженні системи керування | 56 |
| 4.3 Розрахунок капітальних витрат на програмне забезпечення | 57 |
| 4.3.1 Розрахунок часу на розробку програмного забезпечення | 57 |
| 4.3.2 Розрахунок витрат на розробку програмного забезпечення | 60 |
| 4.4 Розрахунок експлуатаційних витрат | 61 |
| 4.4.1 Амортизація основних фондів | 61 |
| 4.4.2 Розрахунок фонду заробітної плати | 62 |
| 4.4.3 Відрахування на соціальні заходи | 62 |
| 4.4.4 Розрахунок витрат на технічне обслуговування та ремонт | 63 |
| 4.4.5 Витрати на електроенергію | 63 |
| 4.4.6 Інші витрати | 63 |
| 4.5 Висновки за розділом | 64 |
| 5 Охорона праці | 65 |
| 5.1 Правила безпеки охорони праці та пожежної безпеки на підприємстві ПАТ «Інтерпайп НТЗ» | 65 |
| 5.1.1 Загальні відомості | 65 |
| 5.1.2 Вимоги санітарних норм і правил особистої гігієни | 68 |
| 5.1.3 Вимоги безпеки під час виконання роботи | 70 |
| 5.2 Правила безпеки праці | 71 |
| 5.2.1 Основні вимоги електробезпеки | 71 |
| 5.2.2 Вимоги пожежної безпеки | 72 |
| 5.2.3 Вимоги безпеки в газонебезпечних місцях | 74 |
| 5.3 Висновок | 81 |
| Висновки | 82 |

| | |
|--|----|
| | 6 |
| Перелік посилань | 85 |
| Додаток А | 87 |
| Відгуки консультантів кваліфікаційної роботи | 88 |
| Відгук | 90 |
| Рецензія | 92 |

ВСТУП

Прохідні (методичні) печі найчастіше застосовуються для нагрівання злитків металу перед прокаткою для надання їм пластичності. У цих печах звичайно використовується протиструминний рух продуктів спалювання палива й металу. Це дає можливість знизити температуру газів, що відходять, і підвищити коефіцієнт використання палива. У зоні спалювання палива температура максимальна (на 100...200 °С вище кінцевої температури нагрівання металу), до кінця печі вона зменшується. При нагріванні тонких виробів час нагрівання міг би бути зменшений при підтримці високої температури по всій довжині печі. Однак при цьому значно поменшався б коефіцієнт використання палива в печі. Таким чином, при виборі температури газів, що відходять, у печі слід урахувати всі економічні міркування й робити оптимальний вибір [4].

Автоматизація є одним з напрямів науково-технічного прогресу, який спрямовано на застосування саморегульованих технічних засобів, економіко-математичних методів і систем керування, що звільняють людину від участі у процесах отримання, перетворення, передачі і використання енергії, матеріалів чи інформації, істотно зменшують міру цієї участі чи трудомісткість виконуваних операцій. Разом з терміном автоматичний, використовується поняття автоматизований, що підкреслює відносно великий ступінь участі людини у процесі.

Мета автоматизації це підвищення продуктивності праці, поліпшення якості продукції, покращення керування, усунення людини від виробництв, небезпечних для здоров'я. Автоматизація технологічних процесів і виробництв – це дорога розвитку, крок в майбутнє і забезпечення розвитку підприємств. Завдяки автоматизації технологічних процесів і виробництв потрібно менше виділяти часу на контроль виробництва, тому напрям роботи людини змістився у бік аналізу діяльності і на обслуговування безперебійної роботи технологій. Впровадження автоматизації на підприємстві допомагає понизити ризик виробничих травм,

забезпечує високу безпеку праці, а також, що важливо, бере на себе самі трудомісткі і фізично важкі для людини об'єми роботи.

Під визначенням система автоматизації слід розуміти сукупність приладів і засобів автоматизації (вимірювальної, перетворюючий, передає, виконавчої та іншої апаратури), пов'язаних між собою каналами зв'язку в єдині системи автоматизації. Наприклад, вимірювальні системи, системи автоматичного керування (регулювання), системи сигналізації захисту і управління технологічним процесом.

Інтерпайп НТЗ - завод по виробництву труб та колісних пар. Підприємство також спеціалізується на виробництві зварних і безшовних труб для видобутку і транспортування нафти і газу, є третім в світі виробником коліс і бандажів для залізничного транспорту [5]

1 СТАН ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Історія «Інтерпайп НТЗ»

Історія заводу починається ще з 1891 р., коли один бізнесмен заснував цех по виробництву цвяхів:

- 1933 р. розпочато будівництво першого в світі по продуктивності цеху суцільнокатаних коліс для залізничного транспорту. У 1934 р. запущена в експлуатацію мартенівська піч № 4. Станом на 1933 р. на заводі працювали 7020 кадрових робітників, 460 інженерно-технічних працівників і 342 службовців;
- 1935 р. - введення в експлуатацію першого в країні колесопрокатного і ново-трубного цехів;
- 1936 р. - утворені цех ремонту металургійних печей, ВТК і цех зв'язку;
- 1941 р. - серпень прийнято рішення про евакуацію заводу: 6 ешелонів з устаткуванням і сім'ями фахівців вивезені на уральські підприємства;
- 1941...1945 рр. - на фронтах Другої світової воювали більше 1000 заводчан, 289 осіб не повернулися з полів битв, 6 працівників ЗКЛ нагороджені званням «Герой Радянського Союзу»;
- 1945...1948 рр. - післявоєнна реконструкція заводу;
- 1945 р. - організовані відділи праці та зарплати і виробничий, копровий і ремонтно-будівельний цехи;
- 1955 р. - введено в стрій трубоелектрозварювальний цех;
- 1962 р. - в ТЕЗЦ вперше в країні впроваджено радіочастотне зварювання труб;
- 1962 р. - пуск цеху шаропідшипних труб (ТПЦ-3);
- 1968 р. - введено в експлуатацію найбільший в Європі трубопрокатний цех №4 з пілігрімовою установкою 5.12;
- 1975 р. – запуск трубопрокатного цеху № 5 (стан 140), створений цех КВП;

- 1983 р. - в ТПЦ-3 введено в дію унікальну ділянку з виробництва високоточних труб для корпусів ПЕД і ПЕН;
- 1987 р. - прокатане перше кільце на кільцебандажній лінії;
- 1994 р. - створено акціонерне товариство «НТЗ»;
- 1994 р. - завод першим в СНД отримав сертифікати Американського Інституту нафти на право випуску труб нафтового сортаменту;
- 1995 р. - пуск вакууматора в мартенівському цеху;
- 1996 р. - отримано перший в СНД сертифікат TUV на випуск конкурентоспроможних на світовому ринку коліс;
- 2001 р. - створено Інститут розвитку Інтерпайп НТЗ;
- 2003 р. - вперше в СНД в КПЦ налагоджено серійне виробництво катаних колісних центрів для ж/д коліс;
- 2007 р. - Нижньодніпровський трубопрокатний завод перейменований у ВАТ «Інтерпайп НТЗ»;
- 2008 р. - в ТПЦ-4 вперше в Україні освоєно новий вид антикорозійного високо-герметичного нарізного сполучення URJ;
- 2008...2009 рр. - здані в експлуатацію унікальні лінії з обробки та контролю експортних коліс;
- 2012 р. - закриття мартенівського виробництва у зв'язку з пуском електросталеплавильного заводу «Інтерпайп Сталь»;
- 2013 р. - введення в експлуатацію двох пильних комплексів «Linsinger», які підвищили якість обробки труб і коліс;
- 2017 р. - рівень завантаження виробничих потужностей трубопрокатного цеху №3 – 41 %, трубопрокатного цеху №4 – 66 %, трубопрокатного цеху №5 – 52 %, колесопркатного цеху – 73 %, кільцебандажної лінії – 6 %;
- 2018 р. - «Інтерпайп НТЗ» реалізував інвестпроект з модернізації ділянки термічної обробки труб у трубопрокатному цеху №4, сума інвестицій – \$5 млн.;

– 2018 р. - «Інтерпайп НТЗ» стартувала реалізація інвестпроекту зі збільшення потужностей для виробництва обсадних труб з преміальними різьбовими з'єднаннями. Сума інвестицій – \$14 млн. Запуск нової виробничої лінії (потужність – близько 70 тис. т продукції з преміальними різьбовими з'єднаннями на рік);

– 2018 р. - «Інтерпайп НТЗ» розпочав реалізацію інвестпроекту зі збільшення потужності для виробництва чистових механічно оброблених коліс, сума інвестицій – \$15 млн.

1.1 Опис «Інтерпайп НТЗ»

Нині завод є одним з найбільших в Україні виробників сталевих труб різного призначення, залізничних коліс, бандажів, великогабаритних кільцевих виробів тощо [2].



Рисунок 1.1 – Підприємство ПАТ «Інтерпайп НТЗ»

Структура підприємства ПАТ «Інтерпайп НТЗ» є сітьовою структурою, так як головним об'єктом є цех, а всі інші організації, які розташовуються на підприємстві лише доповненнями. Прикладом такої структури є трубопрокатний цех №4 до нього відносяться адміністративно-побутовий комплекс №1, в якому знаходиться їдальня, медпункт, пральня, відділ по експлуатації обладнання, побутові приміщення. Загалом на підприємстві знаходяться три трубо-прокатних

та один колесо-прокатний цех, а також додаткові спорудження для забезпечення нормальної роботи великого виробництва.



Рисунок 1.2 – Виробничі цеха підприємства ПАТ «Інтерпайп НТЗ»

1.2 Технологічний процес

Кільцева піч, промислова піч, в якій нагрів виробів відбувається на кільцевому черені, що обертається. Ці печі застосовують головним чином для нагріву заготовок при виготовленні труб, коліс і бандажів залізничного рухливого складу, для термічної обробки металевих виробів, а також для нагріву заготовок з кольорових металів перед обробкою і висадкою.

Перша так розроблена в 1925, яка складається з череня, що обертається, і нерухомого кільцевого каналу, перекритого зведенням. Кільцеві щілини між черенем, що обертається, і нерухомою частиною печі ущільнюються водяними затворами. Вироби завантажують в піч і видають з неї через вікна за допомогою спеціальних завантажувально-розвантажувальних машин (підлогових або кранах).

Робочий простір печі між вікнами розділений жаростійкою перегородкою. У печі невеликого розміру завантажують і видають вироби через одне вікно. Под печі обертається на опорних роликах за допомогою електричного приводу. Зовнішній діаметр печі становить 10...30 м, а ширина череня 1,5...6 м, продуктивність до 75 т/г.

Теплотехнічні зони і температурний режим обертової печі такі ж, як і в методичній печі. Невеликі печі працюють з постійною температурою за всім обсягом печі. Печі опалюють газом або рідким паливом. При зовнішньому діаметрі печі 10...12 м пальник або форсунки встановлюють лише на зовнішній стіні, а при більшому - на зовнішній і на внутрішній стінах.

Кільцева піч – методична піч, у якій транспортування заготовок здійснюється рахунок обертання кільцевого поду [3].

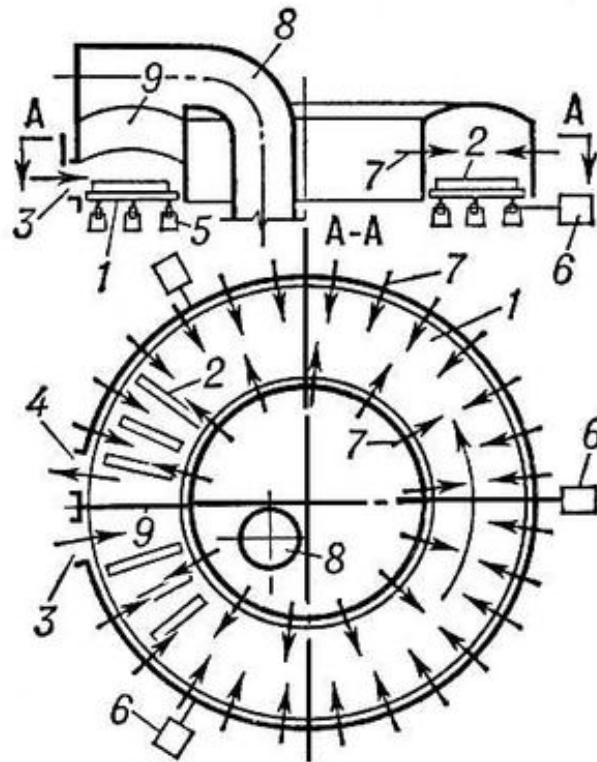


Рисунок 1.3 - Схема кільцевої печі:

- | | | |
|--------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 1 - кільцевий под; | 2 - виріб, що нагрівається; | 3 - вікно завантаження; |
| 4 - вікно видачі; | 5 - опорний ролик; | 6 - привод обертання череня; |
| 7 - пальник; | 8 - димопровід прод. згорання; | 9 - розділова перегородка |

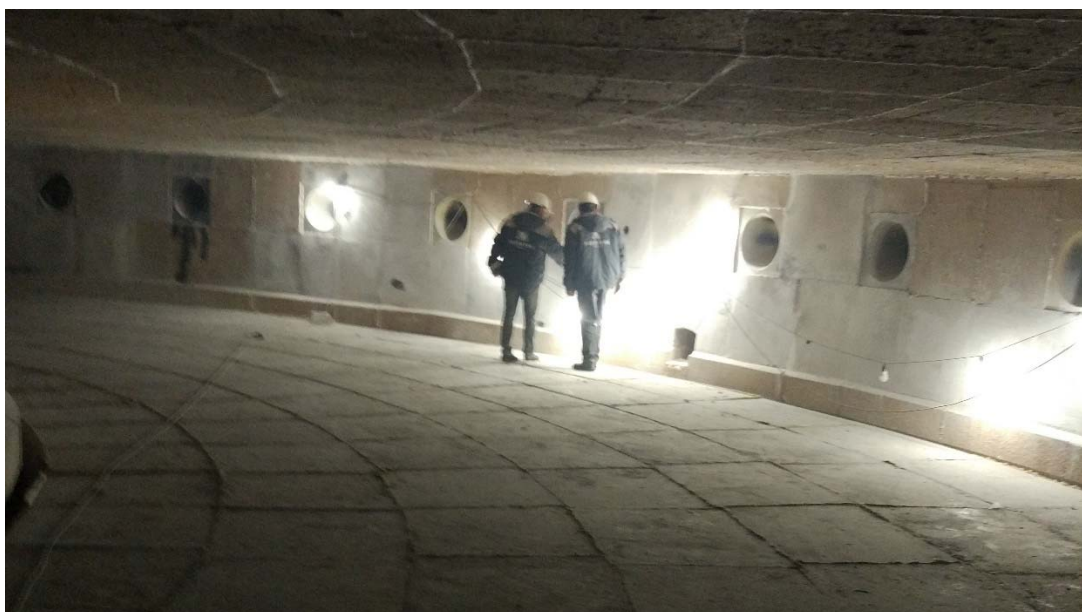


Рисунок 1.4 - Кільцева піч з середини

Кільцеві печі мають ряд переваг перед рештою методичних печей:

- заготовки знаходяться в нерухомому стані на обертовому поді, тому в них можна нагрівати заготовки та круглого перерізу;
- низький чад металу 0,5...0,7 %;
- нагрівання по периметру заготовок круглого перерізу рівномірно розподіляється;
- можливість переведення печі на камерний режим опалення.

За допомогою зовнішніх завантажувальних пристроїв заготовки колісні розміщуються в піч через вікно завантаження. Потім за допомогою циклічного переміщення поду заготівлі проходять всі необхідні зони нагріву і видаються через вікно вивантаження також за допомогою зовнішніх механізмів.

На внутрішній та зовнішній бічних стінках печі розташовані пальники, за допомогою яких здійснюється багато-зонний режим нагрівання заготовок. Дим від спалювання палива рухається назустріч заготівкам, які нагріваються (з поступовим обертанням поду) і проходять три умовні зони:

- томильна (1 200...1 250 °С);
- зварювальну (1 300...1 350 °С);
- методичну, де температура поступово знижується і наприкінці методичної зони продукти згоряння з температурою 700...900 °С проходять через димар і потрапляють у металевий рекуператор.

1.3 Об'єкт керування

У кваліфікаційній роботі в якості об'єкта керування обрана кільцева піч ПАТ "Інтерпайп НТЗ".

Кільцева піч № 1 (КП № 1) призначена для нагріву колісних заготовок однієї або двома печами (послідовна робота) до температури прокату.

Піч має замкнуту кільцеподібну форму і складається з стаціонарної частини, внутрішньої і зовнішньої стінок, підвісного зводу, под який обертається усередині кільця. Піч має три перегородки, котрі охолоджуються водою: між вікнами посаду і видачі - 2 шт. у вікна посаду - 1 шт.



Рис. 1.5 - Рисунок 1.4 - Кільцева піч № 1

1.3.2 Характеристика об'єкта керування

Основні параметри печі:

| | | |
|------------------------------|------------------------|-----------|
| а) зовнішній діаметр: | 30 000 мм | (30 м); |
| б) середній: | 24 200 мм | (24,2 м); |
| в) внутрішній: | 8 400 мм | (18,4 м); |
| г) ширина поду: | 4 425 мм | (4,425м); |
| д) висота робочого простору: | 1 630 мм | (1,63 м); |
| е) площа поду: | 320,1 м ² . | |

Розбивка печі по зонам в градусах:

| | |
|--------|------|
| – I: | 45°; |
| – II: | 45°; |
| – III: | 45°; |
| – IV: | 54°; |

- V: 63°;
- методична: 84°(неопалювана);
- між осями вікон посаду і видачі: 24°;

Опалення печі здійснюється газом, теплотворною здатністю 8 050 ккал/м³ (3 3703 кДж/м³), за допомогою комбінованих газо-мазутних пальників низького тиску типу «труба в трубі». В якості резервного палива використовується мазут.

При комбінованому газо-мазутних опаленні I...III зони працюють на газі, IV...V зони працюють на мазуті (КП №2 Ф30м).

Піч обладнана 63 пальниками, кількість пальників по зонам:

- I зона: 17 шт. (11 - по зовнішньому ряду, 6 - по внутрішньому ряду, в тому числі 1 пальник навпроти вікна видачі);
- II зона : 14шт. (10 - по зовнішньому ряду, 4 - по внутрішньому ряду);
- III зона: 11 шт. (8 - по зовнішньому ряду, 3 - по внутрішньому ряду);
- IV зона: 11 шт. (8 - по зовнішньому ряду, 3 - по внутрішньому ряду);
- V зона: 10 шт. (7 - по зовнішньому ряду, 3 - по внутрішньому ряду).

Максимальна продуктивність одного пальника, встановленого в I зоні: по газу - 40 м³/год (375 кВт).

В інших зонах печі встановлені пальники з максимальною продуктивністю 80 м³/год (750 кВт) - по газу і 60 кг/год (0,0167 кг/с) - по мазуту. Навпроти вікна вивантаження встановлено один пальник з максимальною продуктивністю 80 м³/год (750 кВт) - по газу.

На КП №1 в методичній зоні встановлений газоаналізатор OX1TEC, що визначає зміст O² в продуктах згорання в кінці печі.

Футеровка печі:

- стіни печі - футеровані шамотною цеглою класу «А»;
- подина печі - футерована шамотною цеглою класу «А»,
- верхній робочий шар;
- хромомагнезит.

На КП № 1 повітря для горіння подається від вентиляційної установки, що складається з вентилятора типу ВМ-17, продуктивністю $Q = 58\,000\text{ м}^3/\text{г}$ і двох вентиляторів типу ВМ-40/750-1БС, продуктивністю $Q = 40\,000\text{ м}^3/\text{г}$ кожен. З них два робочих, один резервний. Перемикання вентиляторів здійснюється за допомогою дроселів.

На КП № 1 повітря для горіння підігрівається в трубчастих металевих рекуператорах (табл. 1.1).

Температури, наведені в табл. 1.1, дозволяють оцінити ефективність роботи рекуператора з метою зниження витрати газу на піч.

Таблиця 1.1 – Температурні показники КП № 1

| Найменування агрегату | Температура диму, °С | | | Труби рекуператора, °С | Підігріву повітря, °С |
|--|----------------------|-------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|
| | Димопад, °С | Дорекуператор, °С | Після рекуператора | | |
| При роботі однієї печі (піч в робочому режимі) | 700...980 | не менше 400 | не більше 450 | не більше 900 | до 300 |
| При послідовній роботі (піч в робочому режимі) | 380...650 | 100...300 | не більше 300 | не більше 900 | не менш 50 |

У разі відхилення від заданих температур оператор системи керування зобов'язаний встановити причину і вжити заходів щодо її усунення. Максимально допустима температура труб рекуператора виготовлених зі сталі Х25Т становить $900 \pm 20\text{ °С}$.

Відведення продуктів горіння з кожної печі проводиться через димопад, розташований в кінці печі і викид в атмосферу через димову трубу висотою 80 м [4].

1.3.3 Структура об'єкту керування

Кільцева під обладнана 63 пальниками, потужність яких по газу становить $40\text{ м}^3/\text{год}$ (375 кВт) для першої зони і $80\text{ м}^3/\text{год}$ (750 кВт) по газу або $60\text{ кг}/\text{год}$ (0,0167 кг/с) - по мазуту.

Так як принцип регулювання температури для всіх зон кільцевої печі однаковий, то у кваліфікаційні роботі детально розглянемо III зону, яка має 11 пальників (8 - по зовнішньому ряду, 3 - по внутрішньому ряду).

Тобто підсистема керування температурою для III зони матиме 11 однакових каналів регулювання «продуктивність пальника – температура в зоні нагріву».

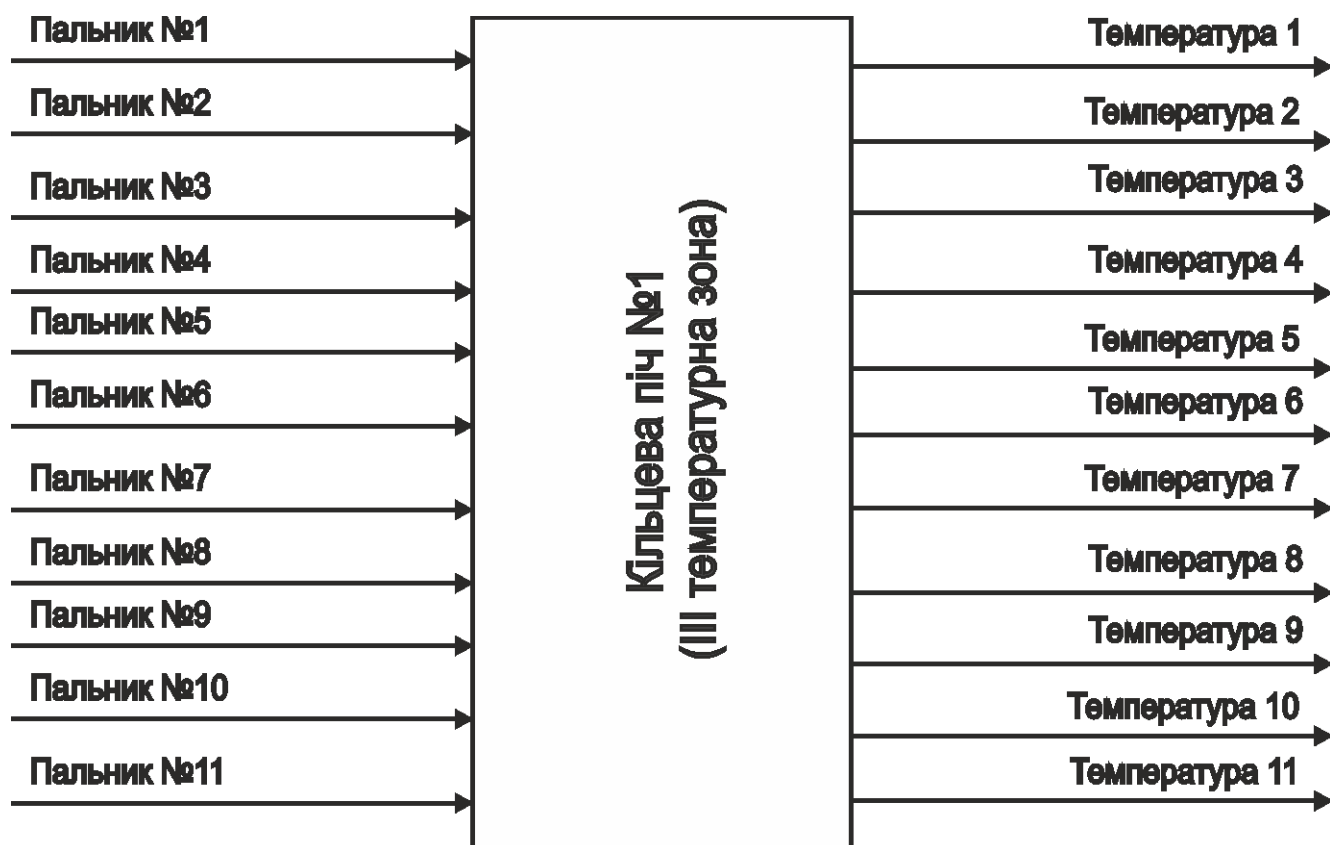


Рисунок 1.6 – Структура об'єкту керування

1.4 Формулювання задачі дослідження

У кваліфікаційній роботі в якості об'єкта керування обрана кільцева піч ПАТ "Інтерпайп НТЗ" №1, яка призначена для нагріву колісних заготовок до температури прокату.

Підсистема керування має регулювати температурний режимом в III зоні кільцевої печі №1, забезпечуючи заданий технологічний режим нагріву колісних заготовок.

Основними каналами керування є 11 однакових каналів регулювання «продуктивність пальника – температура в зоні нагріву».

Максимальна продуктивність по газу для кожного з 11 пальників становить 80 м³/год (750 кВт), температура в III зоні задається технологічною картою процесу нагріву колісних заготовок до температури прокату і може бути заданою числовим

значенням з меж діапазону 600...1 400 °С (розширений діапазон - для охопту всіх зон I...V).

Підсистема керування кільцевою піччю ПАТ "Інтерпайп НТЗ" № 1 має відповідати вимогам технологічного процесу, і бути виконаною за допомогою стандартних компонентів автоматизації, які мають відповідні сертифікати відповідності.

1.5 Висновки за розділом

У кваліфікаційній роботі в якості об'єкта керування обрана кільцева піч ПАТ "Інтерпайп НТЗ" №1, яка призначена для нагріву колісних заготовок до температури прокату.

Автоматизація кільцевої печі ПАТ "Інтерпайп НТЗ" № 1 включає в себе автоматичне керування, дистанційне керування, технологічний захист, тепловий контроль, технологічні блокування і сигналізацію.

Головною метою роботи є розробка моделі об'єкта керування – кільцевої печі ПАТ "Інтерпайп НТЗ" №1, призначеної для нагріву колісних заготовок до температури прокату, в залежності від 11 однакових каналів керування «продуктивність пальника – температура в зоні нагріву».

При проведенні дослідження з метою отримання параметрів в моделі кільцевої печі ПАТ "Інтерпайп НТЗ" № 1 всі інші вхідні і вихідні параметри мають бути не змінними і знаходитись у номінальному стані.

Автоматизація кільцевої печі ПАТ "Інтерпайп НТЗ" № 1 дозволить контролювати процес виробництва і отримати кінцевий продукт з заданими характеристиками, яка додатково матиме можливість фіксації та збереження параметрів роботи всього технологічного обладнання.

2 РОЗРОБКА АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

2.1 Розробка структурної схеми підсистеми керування

У кваліфікаційній роботі в якості об'єкта керування обрана кільцева піч КП № 1, яка призначена для нагріву колісних заготовок до температури прокату.

Підсистема керування має підтримувати заданий температурний режим нагріву колісних заготовок в III зоні кільцевої печі № 1.

Основними каналами керування є 11 однакових каналів регулювання «продуктивність пальника – температура в зоні нагріву».

Максимальна продуктивність по газу для кожного з 11 пальників становить 80 м³/год (750 кВт), температура в III зоні задається технологічною картою процесу нагріву колісних заготовок до температури прокату і може бути заданою числовим значенням з меж діапазону 600...1 400 °С.

Підсистема керування має бути виконана за допомогою стандартних компонентів автоматизації.

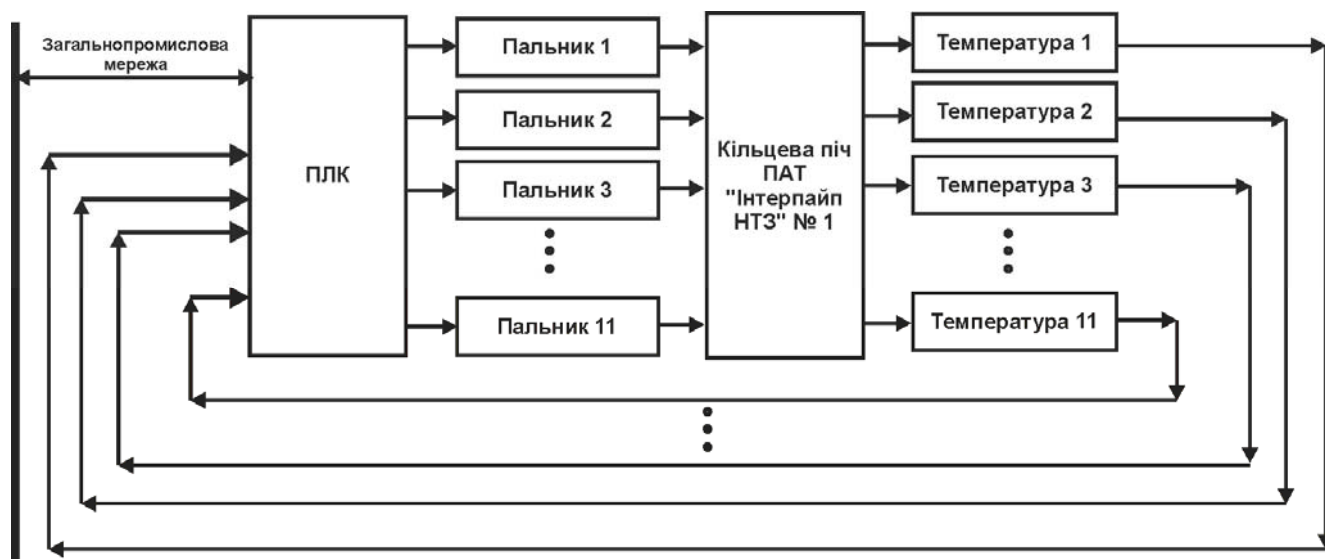


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи керування

2.2 Вибір апаратного забезпечення підсистеми керування

2.2.1 Вибір датчиків

Для вимірювання температури в зоні нагрівача: у діапазоні 0...1 400 °С (± 5 °С) використаємо датчик ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400

| № | Найменування параметра | Значення |
|----|--|---|
| 1 | Тип | ТПП (S, R) |
| 2 | Номінальний діапазон вимірювання, °С | 0...1 400 |
| 3 | Принцип вимірювання | КТМС сплав Microbel |
| 4 | Точність, °С | 5 |
| 5 | Вихідний сигнал, мА | 4...20 |
| 6 | Живлення, В (Вт) | 12...30 (1,5) |
| 7 | Потужність споживання, Вт | 2 |
| 8 | Показник інерції, с | 60 |
| 9 | Матеріал корпусу | Н/ж сталь 12Х18Н10Т (AISI 321S) |
| 10 | Довжина монтажної частини (робочої), L, мм | 320 (250), 400 (250), 500 (320), 600 (400), 800 (400), 1000 (400), 1000 (800), 1250 (800), 1500 (800) |



Рисунок 2.2 – Датчик температури ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400/-Exd-КА

На підставі обраних датчиків та їх технічних характеристик складена табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Датчики

| № | Назва параметру | Принцип дії | Тип | Діапазон зміння | Точність | Значення виходу | Період | Напруга живлення | Потужність споживання, Вт |
|----|----------------------|-------------|------------|-----------------|----------|-----------------|--------|------------------|---------------------------|
| 1 | Температура в зоні 1 | Термопара | Аналоговий | 0...1400 °C | ±5 °C | 4...20 мА | 0,1 с | 12...30 В | 1,5 |
| 2 | Температура в зоні 1 | Термопара | Аналоговий | 0...1400 °C | ±5 °C | 4...20 мА | 0,1 с | 12...30 В | 1,5 |
| 3 | Температура в зоні 1 | Термопара | Аналоговий | 0...1400 °C | ±5 °C | 4...20 мА | 0,1 с | 12...30 В | 1,5 |
| 4 | Температура в зоні 1 | Термопара | Аналоговий | 0...1400 °C | ±5 °C | 4...20 мА | 0,1 с | 12...30 В | 1,5 |
| 5 | Температура в зоні 1 | Термопара | Аналоговий | 0...1400 °C | ±5 °C | 4...20 мА | 0,1 с | 12...30 В | 1,5 |
| 6 | Температура в зоні 1 | Термопара | Аналоговий | 0...1400 °C | ±5 °C | 4...20 мА | 0,1 с | 12...30 В | 1,5 |
| 7 | Температура в зоні 1 | Термопара | Аналоговий | 0...1400 °C | ±5 °C | 4...20 мА | 0,1 с | 12...30 В | 1,5 |
| 8 | Температура в зоні 1 | Термопара | Аналоговий | 0...1400 °C | ±5 °C | 4...20 мА | 0,1 с | 12...30 В | 1,5 |
| 9 | Температура в зоні 1 | Термопара | Аналоговий | 0...1400 °C | ±5 °C | 4...20 мА | 0,1 с | 12...30 В | 1,5 |
| 10 | Температура в зоні 1 | Термопара | Аналоговий | 0...1400 °C | ±5 °C | 4...20 мА | 0,1 с | 12...30 В | 1,5 |
| 11 | Температура в зоні 1 | Термопара | Аналоговий | 0...1400 °C | ±5 °C | 4...20 мА | 0,1 с | 12...30 В | 1,5 |

2.2.2 Вибір виконавчих пристроїв

Для регулювання температури в зоні нагріву печі будемо використовувати газовий пальник з можливістю регулювання продуктивності у межах 20...100 %.

Згідно з технічними показниками треба підібрати газовий пальник з потужністю 750 кВт.

Газові моноблочні пальники R512A Cinquesento призначені для печей середньої та великої потужності. Пальники мають моноблочну конструкцію корпусу з вбудованим повітряним вентилятором та пультом керування.

Положення головки згорання визначає потужність пальника. Головка згорання визначає кількість теплової енергії та геометричну форму полум'я. Паливо та повітря подаються окремо по геометричних каналах доки не

перетинаються в зоні утворення полум'я (камера згоряння). У камері згоряння відбувається примусова подача повітря та газу.

Мнемосхема на панелі керування, що знаходиться на лицьовій частині пальника, відображає фази роботи [6].

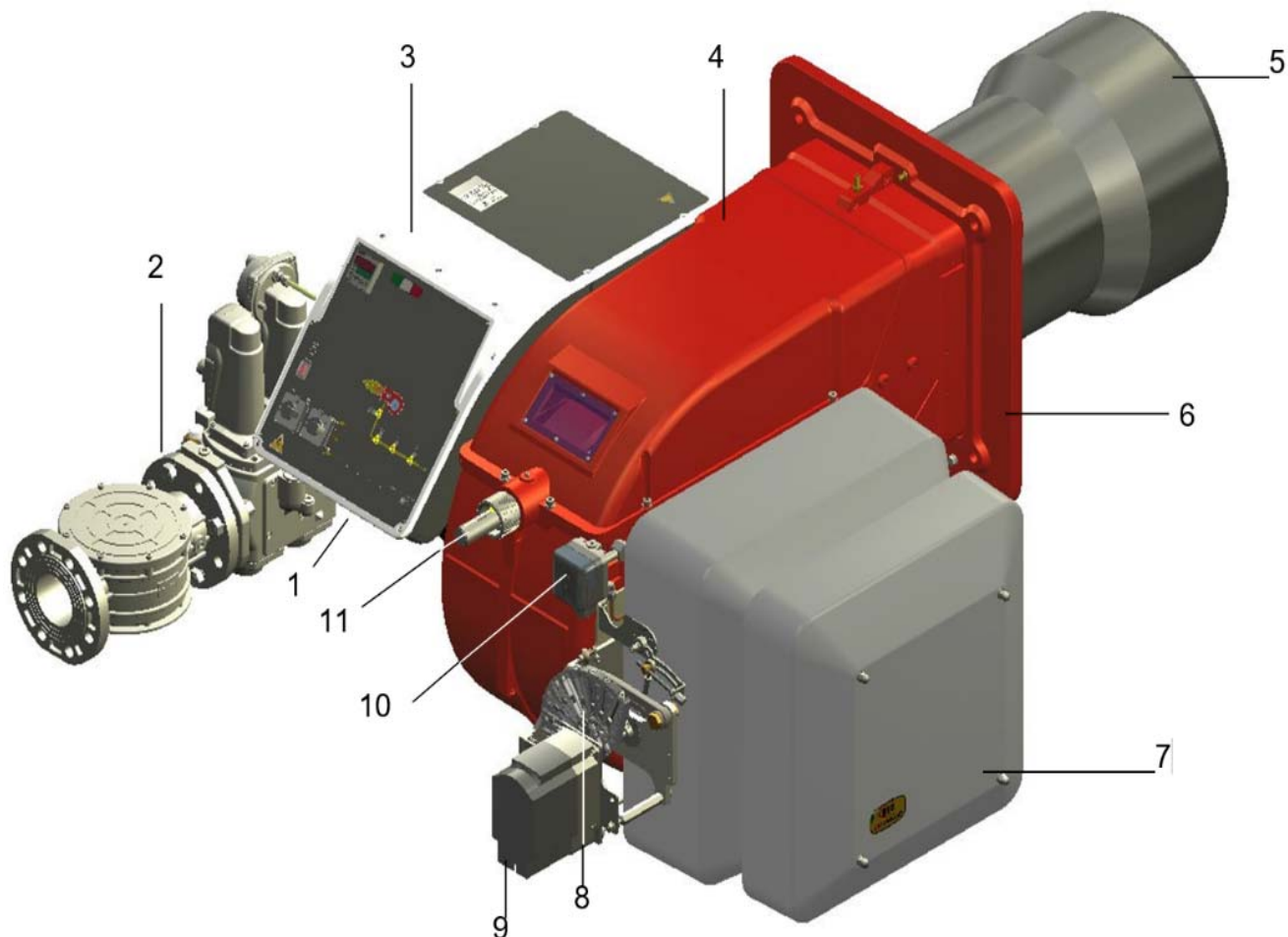


Рисунок 2.3 – Газовий пальник R512A

- | | |
|---|--------------------------|
| 1 - Панель керування з мнемосхемою; | 2 - Газова рампа; |
| 3 - Електричний щит; | 4 - Кришка; |
| 5 - Сопло + голова згоряння; | 6 - Фланець; |
| 7 - Глушник; | 8 - Варіюваний сектор; |
| 9 - Сервопривід; | 10 - Реле тиску повітря; |
| 11 - Регулювальне кільце голови згоряння. | |

Газовий пальник R520A L-RP-S має канал регулювання 4...20 мА (24 В; 0,5 Вт) потужності у межах (15...100 %).

На підставі наведеного вище для виконавчих пристроїв, та їх технічних характеристик складена табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Виконавчі пристрої

| № | Назва параметру | Принцип дії | Тип | Діапазон змінення | Лінійність | Значення входу | Період оновлення | Живлення | Споживання |
|----|----------------------------------|---------------------|------------|-------------------|------------|----------------|------------------|----------|------------|
| 1 | Продуктивність газового пальника | Система регулювання | Аналоговий | 15,6...100 % | Лінійний | 4...20 мА | 0,1 с | 24 В | 0,5 |
| 2 | Продуктивність газового пальника | Система регулювання | Аналоговий | 15,6...100 % | Лінійний | 4...20 мА | 0,1 с | 24 В | 0,5 |
| 3 | Продуктивність газового пальника | Система регулювання | Аналоговий | 15,6...100 % | Лінійний | 4...20 мА | 0,1 с | 24 В | 0,5 |
| 4 | Продуктивність газового пальника | Система регулювання | Аналоговий | 15,6...100 % | Лінійний | 4...20 мА | 0,1 с | 24 В | 0,5 |
| 5 | Продуктивність газового пальника | Система регулювання | Аналоговий | 15,6...100 % | Лінійний | 4...20 мА | 0,1 с | 24 В | 0,5 |
| 6 | Продуктивність газового пальника | Система регулювання | Аналоговий | 15,6...100 % | Лінійний | 4...20 мА | 0,1 с | 24 В | 0,5 |
| 7 | Продуктивність газового пальника | Система регулювання | Аналоговий | 15,6...100 % | Лінійний | 4...20 мА | 0,1 с | 24 В | 0,5 |
| 8 | Продуктивність газового пальника | Система регулювання | Аналоговий | 15,6...100 % | Лінійний | 4...20 мА | 0,1 с | 24 В | 0,5 |
| 9 | Продуктивність газового пальника | Система регулювання | Аналоговий | 15,6...100 % | Лінійний | 4...20 мА | 0,1 с | 24 В | 0,5 |
| 10 | Продуктивність газового пальника | Система регулювання | Аналоговий | 15,6...100 % | Лінійний | 4...20 мА | 0,1 с | 24 В | 0,5 |
| 11 | Продуктивність газового пальника | Система регулювання | Аналоговий | 15,6...100 % | Лінійний | 4...20 мА | 0,1 с | 24 В | 0,5 |

2.2.3 Вибір пристроїв керування

Так як підсистема керування кільцева піч КП № 1 повинна інтегруватися у систему керування вишого рівня, то у контролера має бути послідовний цифровий інтерфейс RS-485.

В якості пристрою керування, обрано програмований логічний контролер компанії (ПЛК) VIPA 214-2BS33.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики програмованого логічного контролеру VIPA 214-2BS33

| № | Найменування параметра | Значення |
|----|---|------------|
| 1 | Тип | CPU 214SER |
| 2 | Пам'ять, кбайт | 144 |
| 3 | Робоча пам'ять, кбайт | 96 |
| 4 | Максимальна кількість модулів, штук | 32 |
| 5 | Час виконання команди над бітом, мкс | 0,18 |
| 6 | Час виконання команди над байтом, мкс | 0,78 |
| 7 | Час виконання команди над словом, мкс | 1,8 |
| 8 | Час виконання команди над двійним словом, мкс | 40,0 |
| 9 | RS-485 інтерфейс | Присутній |
| 10 | Напруга живлення, В | 24 |
| 11 | Споживана потужність, Вт | 5 |



Рисунок 2.4 – Програмований логічний контролер VIPA 214-2BS33

Для підключення усіх одинадцяти датчиків з стандартним струмовим сигналом 4...20 мА, обрано три модулі аналогового вводу VIPA 231-1BD40, кожен з яких має по чотири аналогових входів.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики модуля аналогового вводу VIPA 231-1BD40

| № | Найменування параметра | Значення |
|---|------------------------------------|-------------|
| 1 | Тип | SM 231, ECO |
| 2 | Кількість каналів | 4 |
| 3 | Тип каналу | Аналоговий |
| 4 | Діапазон вхідного сигналу, мА | 4...20 |
| 5 | Довжина екранованого провідника, м | 200 |
| 6 | Споживана потужність, Вт | 0.6 |



Рисунок 2.5 – Модуль аналогового вводу VIPA 231-1BD40

До контролера є бути підключено одинадцять виконавчих пристроїв з типом входу керування 4...20 мА. Таким чином потрібно три модулі аналогового виводу VIPA 232-1BD40 який має чотири аналогових виходи 4...20 мА.

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики модуля аналогового виводу 232-1BD40

| Найменування параметра | Значення |
|------------------------------------|-------------|
| Тип | SM 232, ECO |
| Кількість каналів | 4 |
| Тип каналу | аналоговий |
| Діапазон вхідного сигналу, мА | 4...20 |
| Довжина екранованого провідника, м | 200 |
| Споживана потужність, Вт | 1,5 |



Рисунок 2.6 – Модуль аналогового виводу VIPA 232-1BD40

На підставі обраного програмованого логічного контролера та його модулів складена табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Пристрій керування та його модулі

| № | Назва модуля | Пристрій | Живлення | Потужність |
|---|----------------|--------------------------------|----------|------------|
| 1 | VIPA 214-2BS33 | Центральний процесорний модуль | 24 В | 5,0 Вт |
| | | Зв'язок з АСК ТП | | |
| 2 | VIPA 231-1BD40 | Модуль аналогового вводу 1 | 24 В | 0,6 Вт |
| | | Температура 1 | 24 В | 1,5 Вт |
| | | Температура 2 | 24 В | 1,5 Вт |
| | | Температура 3 | 24 В | 1,5 Вт |
| | | Температура 4 | 24 В | 1,5 Вт |
| 3 | VIPA 231-1BD40 | Модуль аналогового вводу 2 | 24 В | 0,6 Вт |
| | | Температура 5 | 24 В | 1,5 Вт |
| | | Температура 6 | 24 В | 1,5 Вт |
| | | Температура 7 | 24 В | 1,5 Вт |
| | | Температура 8 | 24 В | 1,5 Вт |
| 4 | VIPA 231-1BD40 | Модуль аналогового вводу 3 | 24 В | 0,6 Вт |
| | | Температура 9 | 24 В | 1,5 Вт |
| | | Температура 10 | 24 В | 1,5 Вт |
| | | Температура 11 | 24 В | 1,5 Вт |
| | | - | - | - |
| 5 | VIPA 232-1BD40 | Модуль аналогового виводу 1 | 24 В | 1,5 Вт |
| | | Пальник 1 | 24 В | 0,5 Вт |
| | | Пальник 2 | 24 В | 0,5 Вт |
| | | Пальник 3 | 24 В | 0,5 Вт |
| | | Пальник 4 | 24 В | 0,5 Вт |
| 6 | VIPA 232-1BD40 | Модуль аналогового виводу 2 | 24 В | 1,5 Вт |
| | | Пальник 5 | 24 В | 0,5 Вт |
| | | Пальник 6 | 24 В | 0,5 Вт |
| | | Пальник 7 | 24 В | 0,5 Вт |
| | | Пальник 8 | 24 В | 0,5 Вт |
| 7 | VIPA 232-1BD40 | Модуль аналогового виводу 3 | 24 В | 1,5 Вт |
| | | Пальник 9 | 24 В | 0,5 Вт |
| | | Пальник 10 | 24 В | 0,5 Вт |
| | | Пальник 11 | 24 В | 0,5 Вт |
| | | - | - | - |

2.2.4 Вибір джерел живлення

ПЛК та його модулі мають напругу живлення +24 В. Загальна потужність споживання програмованого логічного контролера та його модулів:

$$P = 1 * 5,0 + 3 * 0,6 + 3 * 1,5 = 11,3 \text{ Вт.} \quad (2.1)$$

Виходячи з потужності споживання контролеру та його модулів у якості джерела живлення обрано блок живлення SPD24301 з вихідною напругою +24 В та потужністю 30 Вт.

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики блока живлення Carlo Gavazzi SPD24301

| № | Найменування параметра | Значення |
|---|--------------------------------|------------|
| 1 | Напруга живлення, В | ~85...~264 |
| 2 | Вихідна напруга, В | 24 |
| 3 | Потужність, Вт | 30 |
| 4 | Максимальний вихідний струм, А | 1,25 |



Рисунок 2.7 – Блок живлення Carlo Gavazzi SPD24301

Другий блок живлення потрібен для живлення 11 аналогових датчиків та 11 аналогових ланцюгів керування, які мають напругу живлення +24 В та потужність споживання:

$$P = 11 * 1,5 + 11 * 0,5 = 22,0 \text{ Вт.} \quad (2.2)$$

Виходячи з потужності споживання датчиків та виконавчого пристрою у якості джерела живлення обрано блок живлення такий самий як і для ПЛК, а саме SPD24301 з вихідною напругою +24 В та потужністю 30 Вт.

2.3 Розробка функціональної схеми автоматизації

Виходячи з вимог до підсистеми керування кільцевою піччю КП № 1 розроблена функціональна схема автоматизації, яка наведена на рис. 2.8.

У якості пристрою керування технологічним процесом використовується ПЛК (UY 23) – VIPA 214-2BS33.

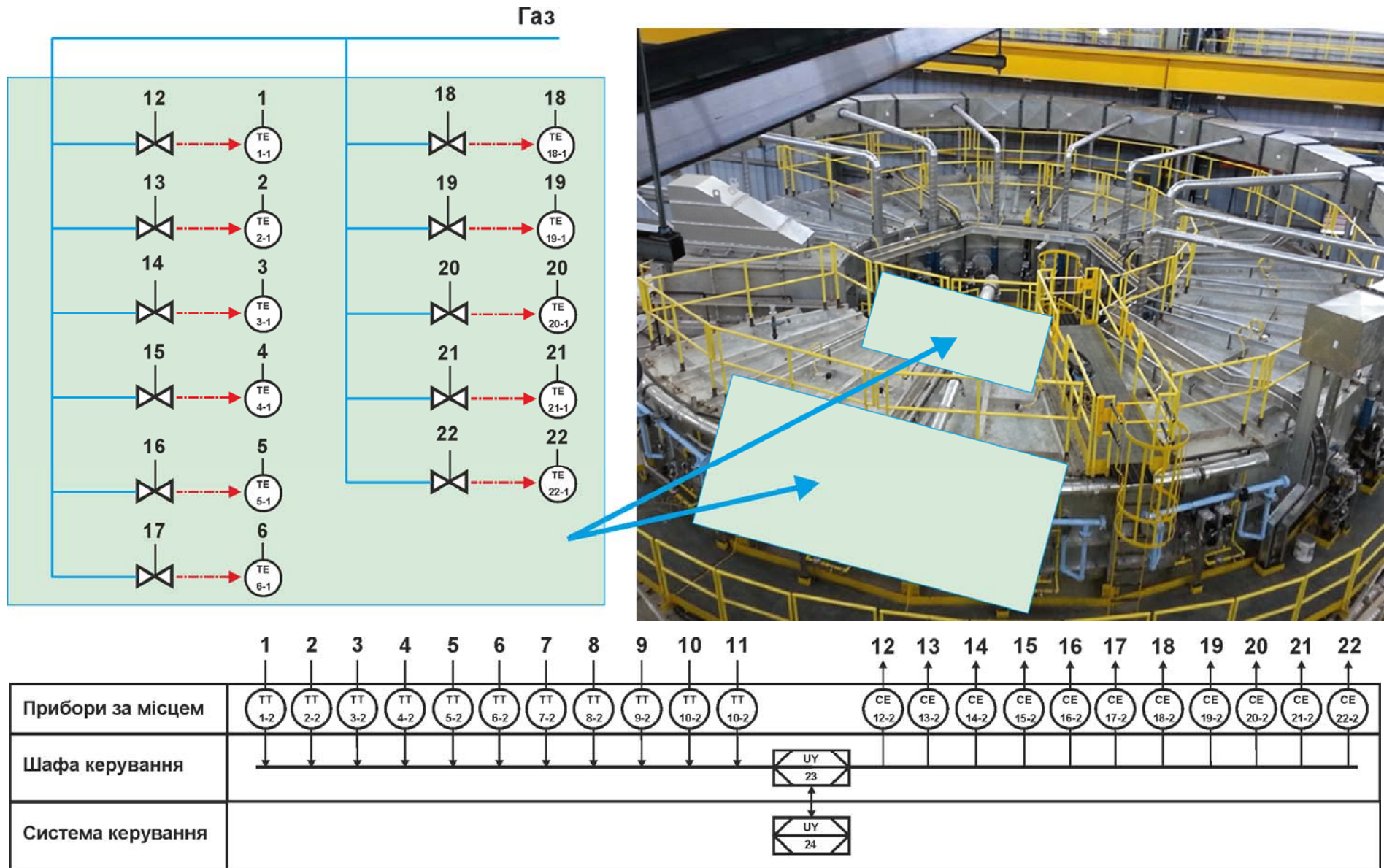


Рисунок 2.8 – Функціональна схема автоматизації кільцевою піччю КП № 1

Програмований логічний контролер в складі підсистеми керування підключено до АСУ ТП, за що відповідає контролер більш високого рівня (UY 24), зв'язок між ними реалізовано за допомогою інтерфейсу RS-485.

Температура в зоні № 1 вимірюється датчиком (ТЕ 1-1 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400, виміряне значення за допомогою вбудованого перетворювача (ТТ 1-2 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400) трансформується в стандартний сигнал 4...20 мА.

Температура в зоні № 2 вимірюється датчиком (ТЕ 2-1 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400, виміряне значення за допомогою вбудованого перетворювача (ТТ 2-2 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400) трансформується в стандартний сигнал 4...20 мА.

Температура в зоні № 3 вимірюється датчиком (ТЕ 3-1 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400, виміряне значення за допомогою вбудованого перетворювача (ТТ 3-2 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400) трансформується в стандартний сигнал 4...20 мА.

Температура в зоні № 4 вимірюється датчиком (ТЕ 1-1 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400, виміряне значення за допомогою вбудованого перетворювача (ТТ 4-2 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400) трансформується в стандартний сигнал 4...20 мА.

Температура в зоні № 5 вимірюється датчиком (ТЕ 5-1 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400, виміряне значення за допомогою вбудованого перетворювача (ТТ 5-2 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400) трансформується в стандартний сигнал 4...20 мА.

Температура в зоні № 6 вимірюється датчиком (ТЕ 6-1 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400, виміряне значення за допомогою вбудованого перетворювача (ТТ 6-2 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400) трансформується в стандартний сигнал 4...20 мА.

Температура в зоні № 7 вимірюється датчиком (ТЕ 7-1 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400, виміряне значення за допомогою вбудованого

перетворювача (ТТ 7-2 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400)
трансформується в стандартний сигнал 4...20 мА.

Температура в зоні № 8 вимірюється датчиком (ТЕ 8-1 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400, виміряне значення за допомогою вбудованого перетворювача (ТТ 8-2 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400) трансформується в стандартний сигнал 4...20 мА.

Температура в зоні № 9 вимірюється датчиком (ТЕ 9-1 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400, виміряне значення за допомогою вбудованого перетворювача (ТТ 9-2 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400) трансформується в стандартний сигнал 4...20 мА.

Температура в зоні № 10 вимірюється датчиком (ТЕ 10-1 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400, виміряне значення за допомогою вбудованого перетворювача (ТТ 10-2 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400) трансформується в стандартний сигнал 4...20 мА.

Температура в зоні № 11 вимірюється датчиком (ТЕ 11-1 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400, виміряне значення за допомогою вбудованого перетворювача (ТТ 11-2 – ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400) трансформується в стандартний сигнал 4...20 мА.

Керування потужністю пальника № 1 здійснюється за допомогою перетворювача з каналом керування 4...20 мА (СЕ 12-2 – R512A).

Керування потужністю пальника № 2 здійснюється за допомогою перетворювача з каналом керування 4...20 мА (СЕ 13-2 – R512A).

Керування потужністю пальника № 3 здійснюється за допомогою перетворювача з каналом керування 4...20 мА (СЕ 14-2 – R512A).

Керування потужністю пальника № 4 здійснюється за допомогою перетворювача з каналом керування 4...20 мА (СЕ 15-2 – R512A).

Керування потужністю пальника № 5 здійснюється за допомогою перетворювача з каналом керування 4...20 мА (СЕ 16-2 – R512A).

Керування потужністю пальника № 6 здійснюється за допомогою перетворювача з каналом керування 4...20 мА (СЕ 17-2 – R512A).

Керування потужністю пальника № 7 здійснюється за допомогою перетворювача з каналом керування 4...20 мА (СЕ 18-2 – R512A).

Керування потужністю пальника № 8 здійснюється за допомогою перетворювача з каналом керування 4...20 мА (СЕ 19-2 – R512A).

Керування потужністю пальника № 9 здійснюється за допомогою перетворювача з каналом керування 4...20 мА (СЕ 20-2 – R512A).

Керування потужністю пальника № 10 здійснюється за допомогою перетворювача з каналом керування 4...20 мА (СЕ 21-2 – R512A).

Керування потужністю пальника № 11 здійснюється за допомогою перетворювача з каналом керування 4...20 мА (СЕ 22-2 – R512A).

На підставі отриманих первинних значень з відповідних датчиків ПЛК (UY 24 – VIPA 214-2BS33) за допомогою виконавчих пристроїв формує керуючі впливи по підтримці заданого режиму роботи кільцевої печі КП № 1.

2.4 Розробка схеми електричної принципової

На основі функціональної схеми автоматизації та обраного апаратного забезпечення розроблена схема електрична принципова системи керування кільцевою піччю КП № 1 (рис. 2.9).

У системі керування використовуються два блока живлення. Блок живлення Carlo Gavazzi SPD24301 (G1) підключено до ПЛК VIPA 214-2BS33 (A1). Блок живлення Carlo Gavazzi SPD24301 (G2) підключено до модулі аналогового вводу VIPA 231-1BD40 (A1 – X3), (A1 – X4), (A1 – X5), модулі аналогового виводу VIPA 232-1BD40 (A1 – X6), (A1 – X7) та (A1 – X8). Блок живлення Carlo Gavazzi SPD24301 (G2) підключено до к усім одинадцяти аналоговим датчикам (BK1...BK11) та к усім одинадцяти виконавчим пристроям (YA1...YA11).

Усі одинадцять аналогових датчиків (BK1...BK11) мають уніфікований сигнал 4...20 мА, таким чином ці датчики підключені до модулів аналогового вводу VIPA 231-1BD40 (A1 – X3) до каналів 0...3, (A1 – X4) до каналів 0...3 та (A1 – X4) до каналів 0...2.

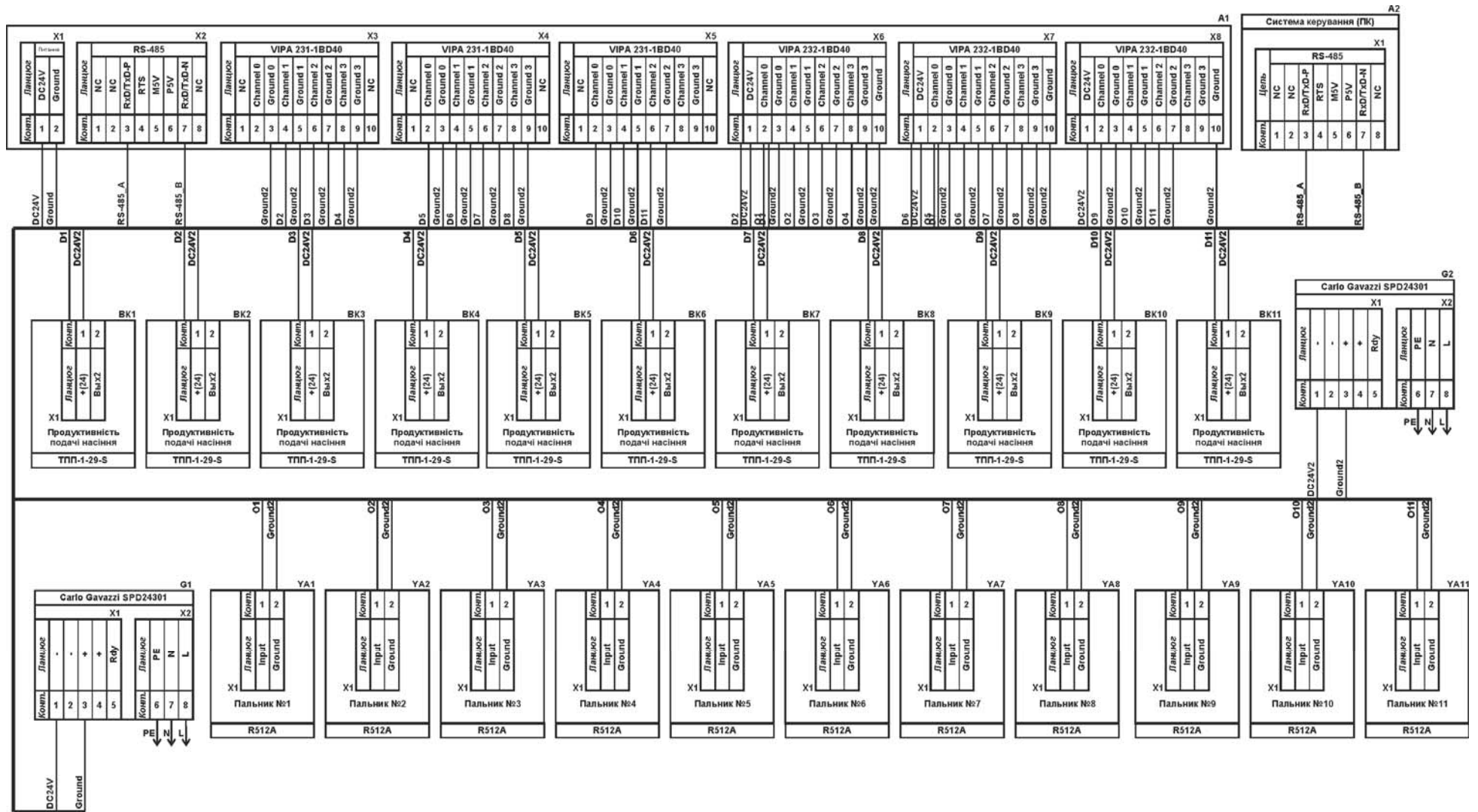


Рисунок 2.8 – Схема електрична принципова системи керування кільцевою піччю КП № 1

Керування усіма одинадцятьма газовими пальниками (YA1...YA11) здійснюється за допомогою каналів керування 4...20 мА, які підключено до модуля аналогового виводу VIPA 232-1BD30 (A1 – X6) до каналів 0...3, (A1 – X7) до каналів 0...3 та (A1 – X8) до каналів 0...2.

Зв'язок між програмованим логічним контролером VIPA 214-2BS33 (A1) та системою керування верхнього рівня (A2) реалізовано за допомогою інтерфейсу RS-485.

2.5 Висновки за розділом

У кваліфікаційній роботі бакалавра об'єктом керування була обрана кільцева піч КП № 1 для нагріву колісних заготовок до температури прокату, яка використовується у технологічному процесі на ПАТ "Інтерпайп НТЗ".

Для синтезу підсистеми керування температурним режимом нагріву в III зоні кільцевої печі №1 були обрані необхідні сучасні апаратні засоби, розроблена функціональна схема автоматизації, розроблена схема принципова системи керування, складено перелік елементів до схеми електричної принципової.

3 ВИЗНАЧЕННЯ МОДЕЛІ ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ

3.1 Загальні відомості

У кваліфікаційній роботі в якості об'єкта керування обрана кільцева піч КП № 1, яка призначена для нагріву колісних заготовок до температури прокату.

Підсистема керування має підтримувати заданий температурний режим нагріву колісних заготовок в III зоні кільцевої печі № 1, яка має 11 газових пальників, які розташовані наступним чином 8 - по зовнішньому ряду, 3 - по внутрішньому ряду. Таким чином основними каналами керування є 11 однакових каналів регулювання «продуктивність пальника – температура в зоні нагріву».

Максимальна продуктивність по газу для кожного з 11 пальників становить 80 м³/год (750 кВт), поточна температура в III зоні задається технологічною картою процесу нагріву колісних заготовок до температури прокату і може бути заданою числовим значенням з меж діапазону 600...1 400 °С.

Одним з завдань кваліфікаційної метою роботи є розробка моделі об'єкта керування – кільцевої печі КП № 1 для III зони в залежності від обраного каналу керування. При проведенні дослідження параметрів моделі всі інші вхідні і вихідні параметри об'єкта керування мають бути не змінними і знаходитись у номінальному стані.

Регулювання продуктивності газового пальник R520A L-RP-S, потужністю 750 кВт, здійснюється за допомогою стандартного аналогового входу 4...20 мА, у межах потужності (15...100 %).

Вимірювання температури в зоні нагріву пальником в межах діапазону 600...1 400 °С здійснюється датчиком ТПП-1-29-S-1-И-1000-400-С799-12-0,35-А-/0...1400.

3.2 Розробка структурної схеми інформаційних потоків дослідницької системи

Система дослідження призначена для збору інформації про об'єкт керування. Основними функціями цієї системи є формування і реєстрування керуючого

впливу, який подається на об'єкт керування, реєстрування його дійсного значення на виході об'єкта, візуалізація отриманих даних та їх надання у зручному для подальшої обробки виді.

У кваліфікаційній роботі будуть розглядатися питання по дослідженню об'єкта керування – у III зоні кільцевої печі КП № 1. На час проведення експерименту всі 11 газових пальників керуються синхронно, а значення температури розраховується як середнє значення виміряне 11 датчиками температури. На рис. 3.1 наведена структурна схема інформаційних потоків дослідницької системи, з урахуванням вище сказаного.

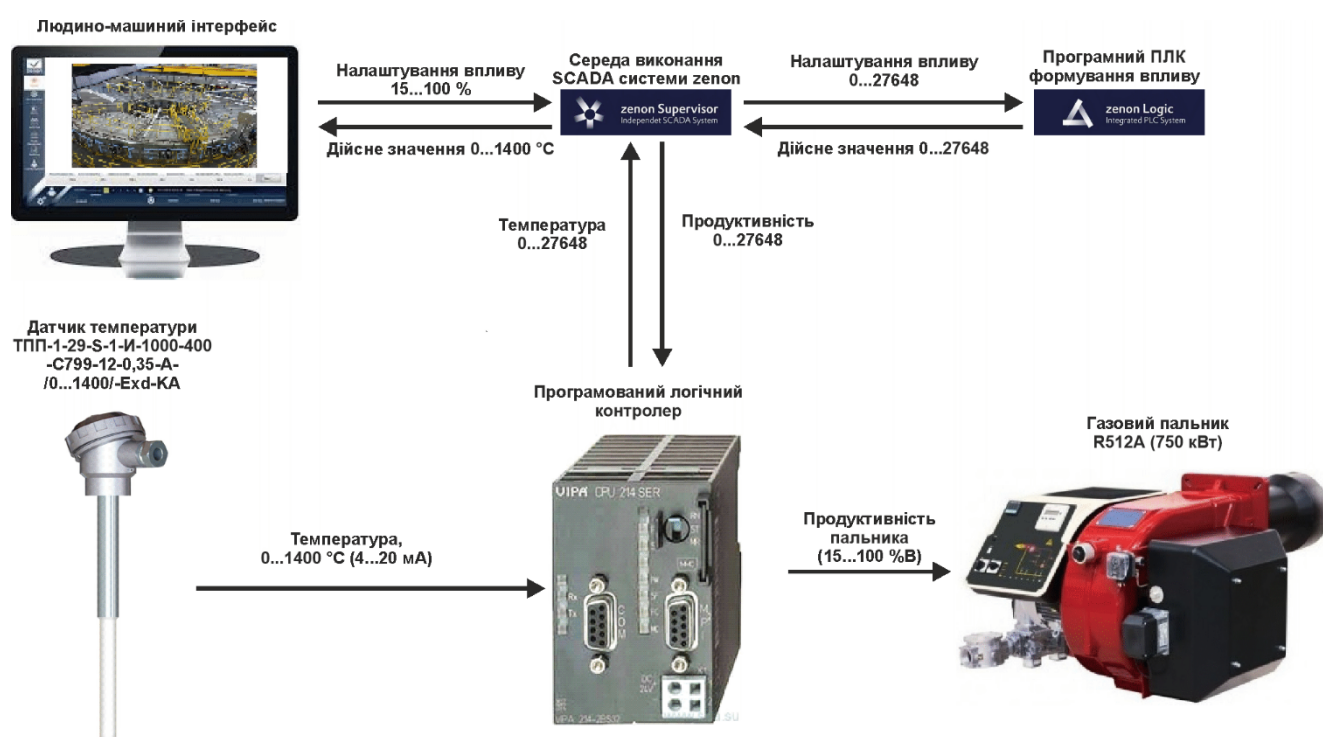


Рисунок 3.1 – Структурна схема інформаційних потоків дослідницької системи

Для отримання математичної моделі об'єкта керування треба провести комплексні заходи по дослідженню поведінки об'єкта керування під впливом ряду стандартних вхідних впливів. Візуалізація процесу керування у дослідницькій системі відбувається за допомогою персонального комп'ютера зі SCADA системою zenon. Така система дозволяє, крім функцій керування, виконувати також функції дослідження об'єкта керування, для чого достатньо використати дослідницьке програмне забезпечення.

Згідно зі структурною схемою, система дослідження має формувати керуючий вплив, в якості якого виступає продуктивність подачі соняшникового насінню, який впливає на дійсне значення об'єкту керування – вологість смаженого насіння.

Зв'язок між програмованим логічним контролером та персональним комп'ютером зі SCADA системою zenon реалізується за допомогою інтерфейсу RS-485.

3.3 Виконання експерименту

На першому етапі проведення експерименту виконано налаштування системи дослідження таким чином, щоб керуючий вплив – продуктивність пальника змінювалася з мінімального можливого значення до максимального, а відповідне дійсне значення – температура, під впливом керуючого значення з часом теж змінювалася з максимально можливого мінімального значення до мінімального.

Продуктивність пальника регулюється у межах діапазону керуючого впливу 15...100 % від максимального значення 750 кВт, при цьому температура в зоні нагріву пальника змінюється в діапазоні 600...1 400 °С.

На другому етапі було виконано отримання динамічної характеристики об'єкта керування (рис. 3.2).

Для цього було встановлено керуючий сигнал на рівні 15 %. Після досягнення усталеного режиму для дійсного значення, керуючий сигнал було встановлено на рівні 100 %, а після досягнення усталеного режиму для дійсного значення на мінімальному рівні експеримент було закінчено.

На наступному етапі було виконано отримання даних для побудови статичної характеристики (рис. 3.3).

Для цього було встановлено керуючий сигнал на рівні 15 %, після досягнення усталеного режиму для дійсного значення, була зафіксована його величина.

Далі було поетапно встановлено керуючий сигнал на рівні попереднього значення плюс крок ітерації у $(100 - 15) / 6 \%$, після досягнення усталеного режиму на кожному кроці для дійсного значення, була зафіксована його величина.

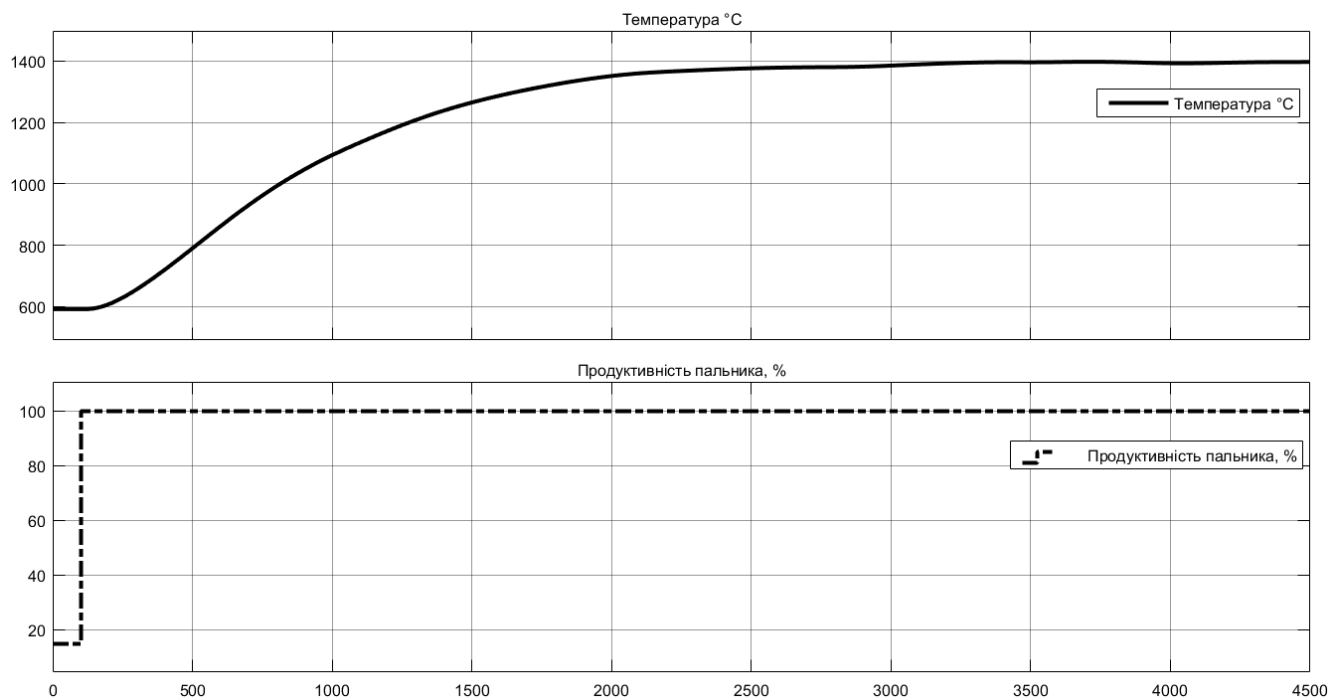


Рисунок 3.2 – Отримання динамічної характеристики

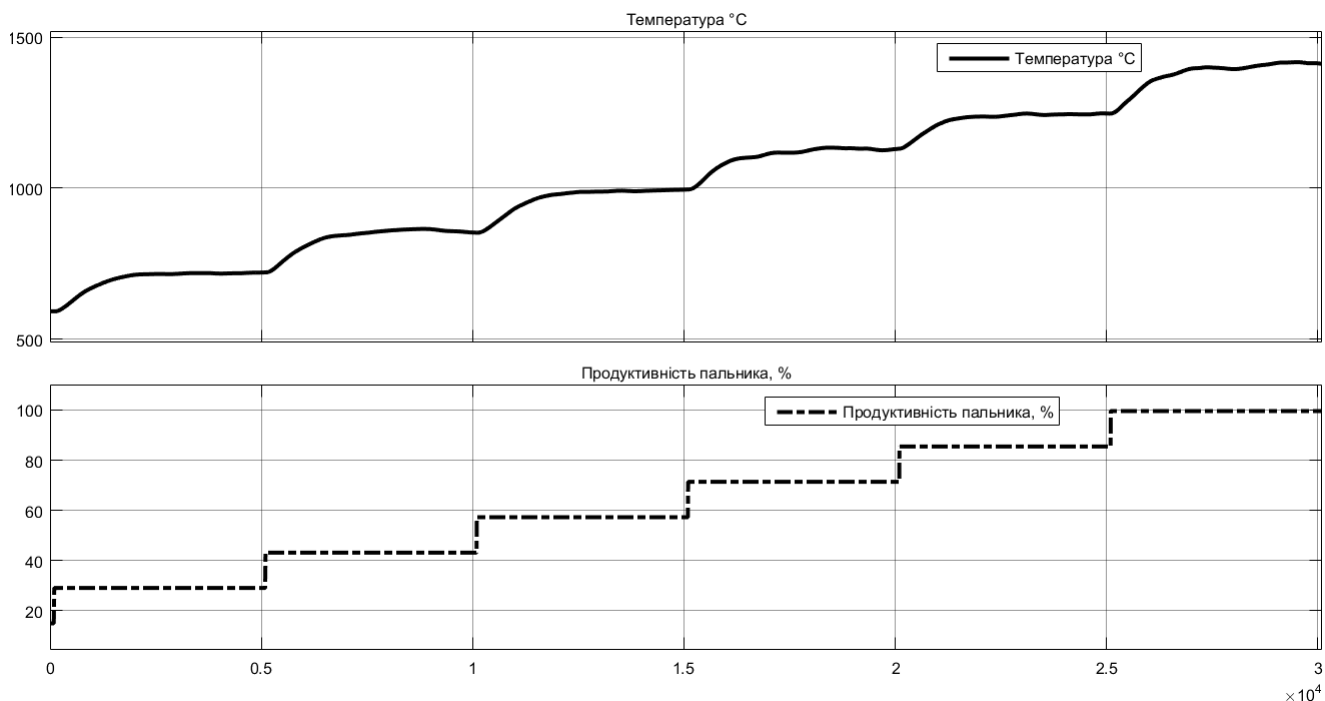


Рисунок 3.3 – Отримання даних для побудови статичної характеристики

Після цього експеримент було закінчено.

На наступному етапі було виконано отримання даних П-образному керуючому впливі (рис. 3.4).

Для цього було встановлено керуючий сигнал на рівні 15 %, після досягнення усталеного режиму для дійсного значення, була зафіксована його величина.

Далі було встановлено керуючий сигнал на рівні 100 %, після досягнення усталеного режиму для дійсного значення, була зафіксована його величина.

Далі було встановлено керуючий сигнал на рівні 15 %, після досягнення усталеного режиму для дійсного значення, була зафіксована його величина.

Після цього експеримент було закінчено.

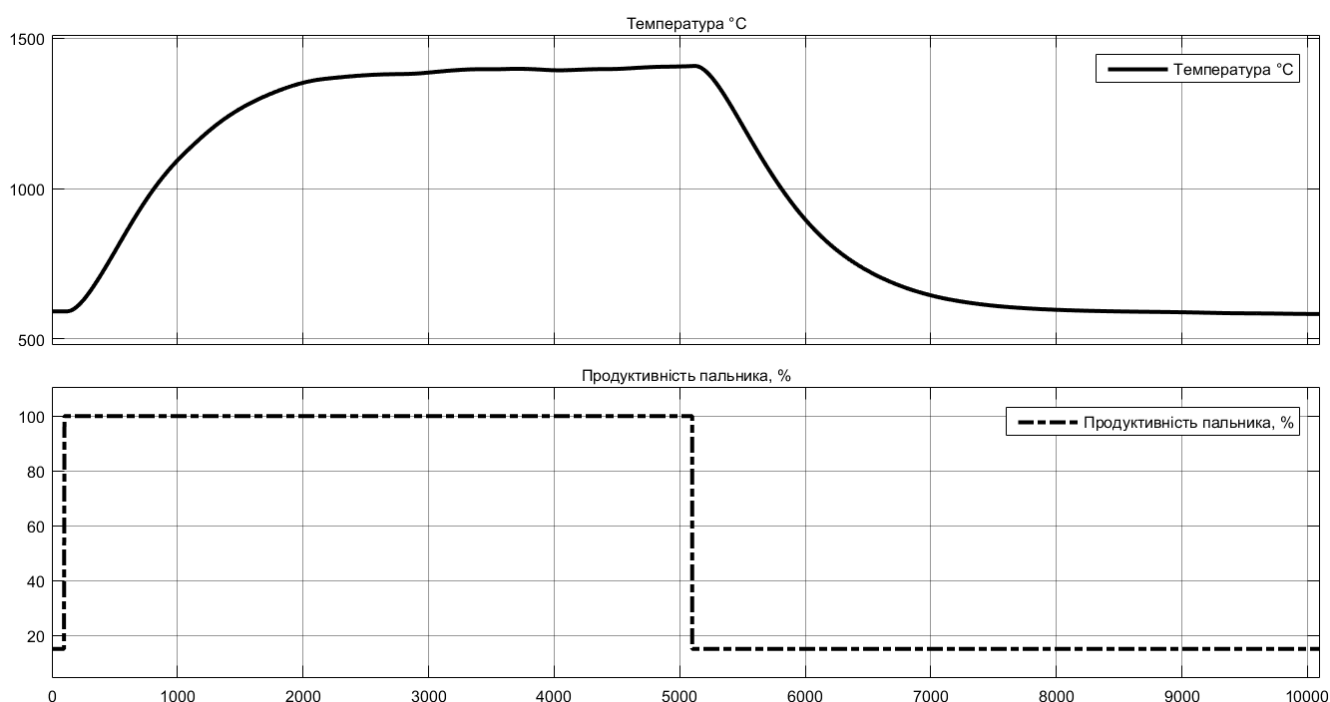


Рисунок 3.4 – Отримання даних при П-образному керуючому впливі

На наступному етапі було виконано отримання перевірочних даних (рис. 3.5).

Для цього керуючий вплив було налаштовано на випадкову послідовність в діапазоні 15...100 %, з інтервалом зміни у 548 с (з попереднього аналізу рис. 3.4 маємо - перехідний процес близько 4 500 с), а сама реєстрація відбувалася на протязі 35 000 с.

Таким чином у результаті виконання плану експерименту було проведено всеосяжне дослідження об'єкта керування та отримані динамічна характеристика, дані для побудови статичної характеристики, дані при П-образному керуючому впливі та перевірочні дані.

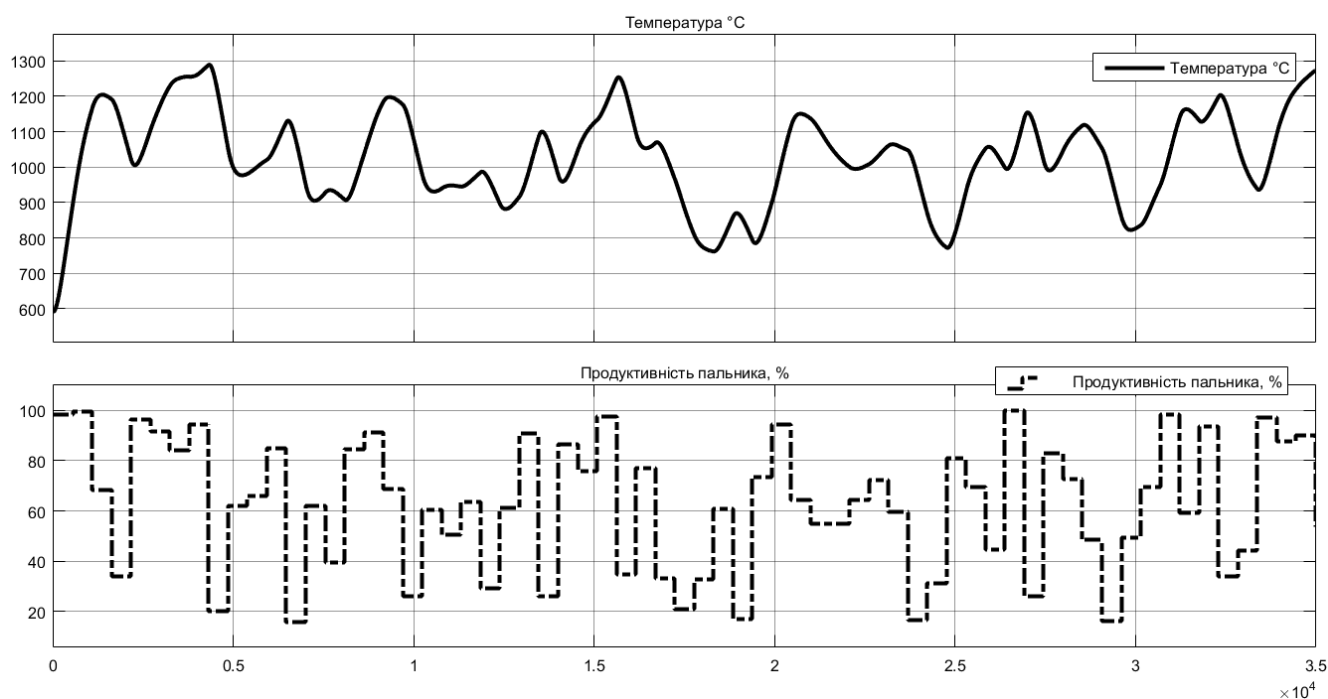


Рисунок 3.5 – Отримання перевірочних даних

3.4 Обробка результатів експерименту

3.4.1 Підготовка даних

Дані отримані в SCADA системі zenon було імпортовано до математичного пакета MATLAB з метою подальшої обробки (рис. 3.6).

Figure 3.6 is a screenshot of the MATLAB Workspace window. It displays a table with two columns: "Name" and "Value". The variables listed are:

| Name | Value |
|----------------|----------------|
| Check_Input | 35001x1 double |
| Check_Output | 35001x1 double |
| Dynamic_Input | 4501x1 double |
| Dynamic_Output | 4501x1 double |
| P_Input | 10101x1 double |
| P_Output | 10101x1 double |
| Static_Input | 30101x1 double |
| Static_Output | 30101x1 double |

Рисунок 3.6 – Імпортовані данні

Для спрощення подальшого аналізу дані були конвертовані до об'єктів типу "iddata". Та з отриманих даних була видалена статична складова.

На рис. 3.7 та рис. 3.8 показані результати моделювання з видалення статичної складової для динамічної, статичної, П-образної та перевірочної характеристик.

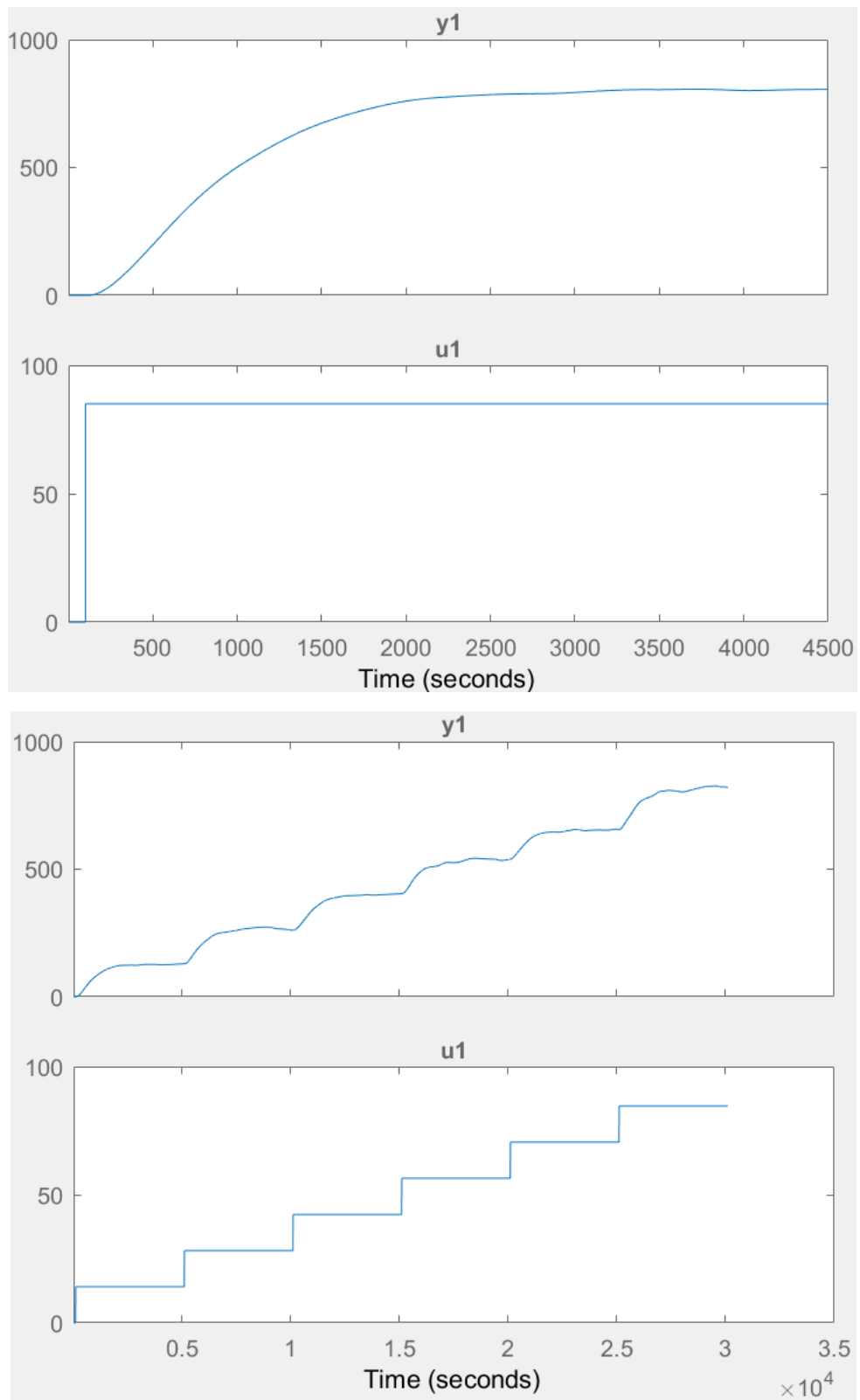


Рисунок 3.7 – Динамічна і статична характеристики з видаленими статичними складовими

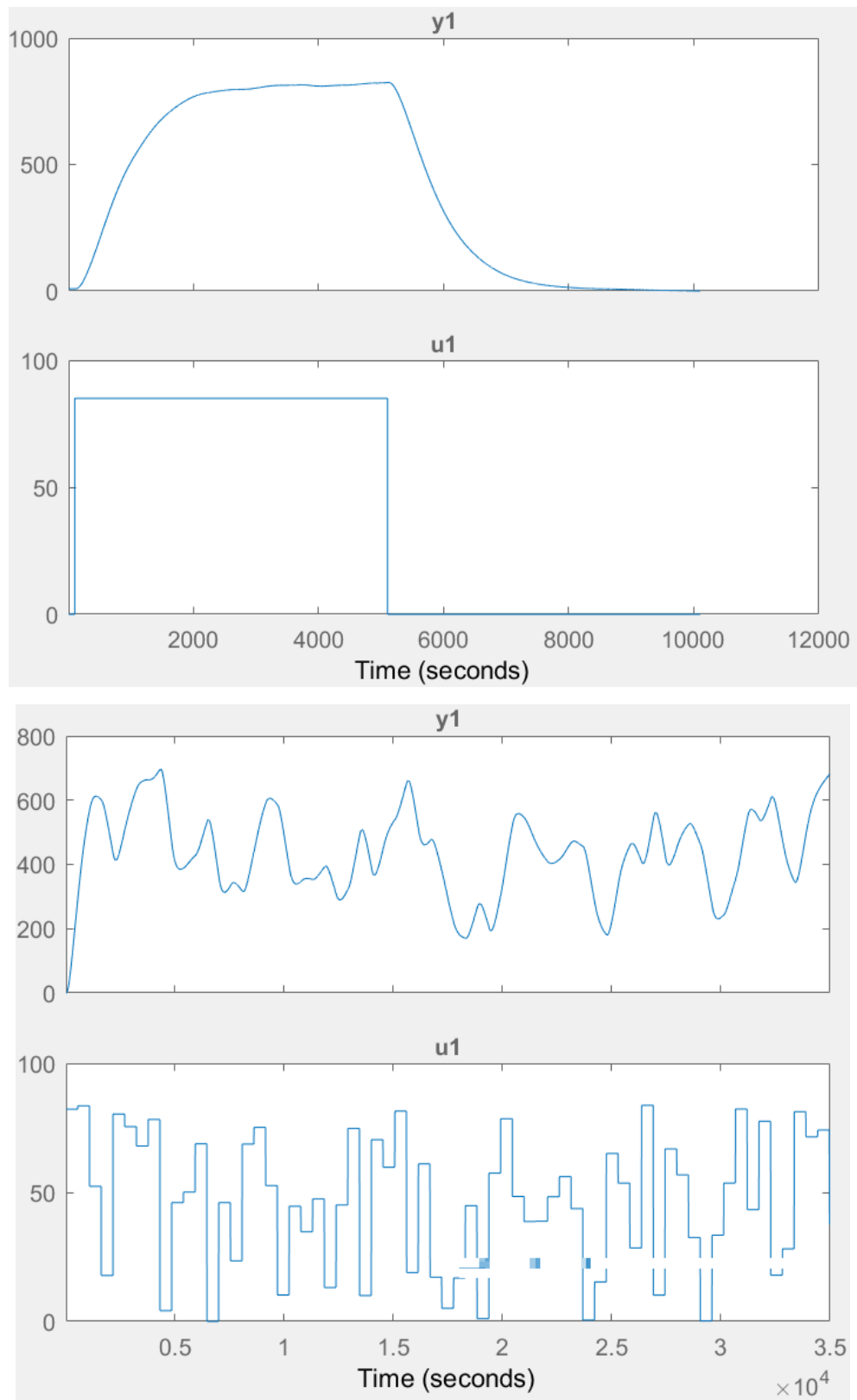


Рисунок 3.8 – П-образна та перевірна характеристики з видаленими статичними складовими

3.4.2 Структурна ідентифікація

З метою оцінки структури моделі об'єкта керування проаналізуємо динамічну характеристику об'єкта керування (рис. 3.9).

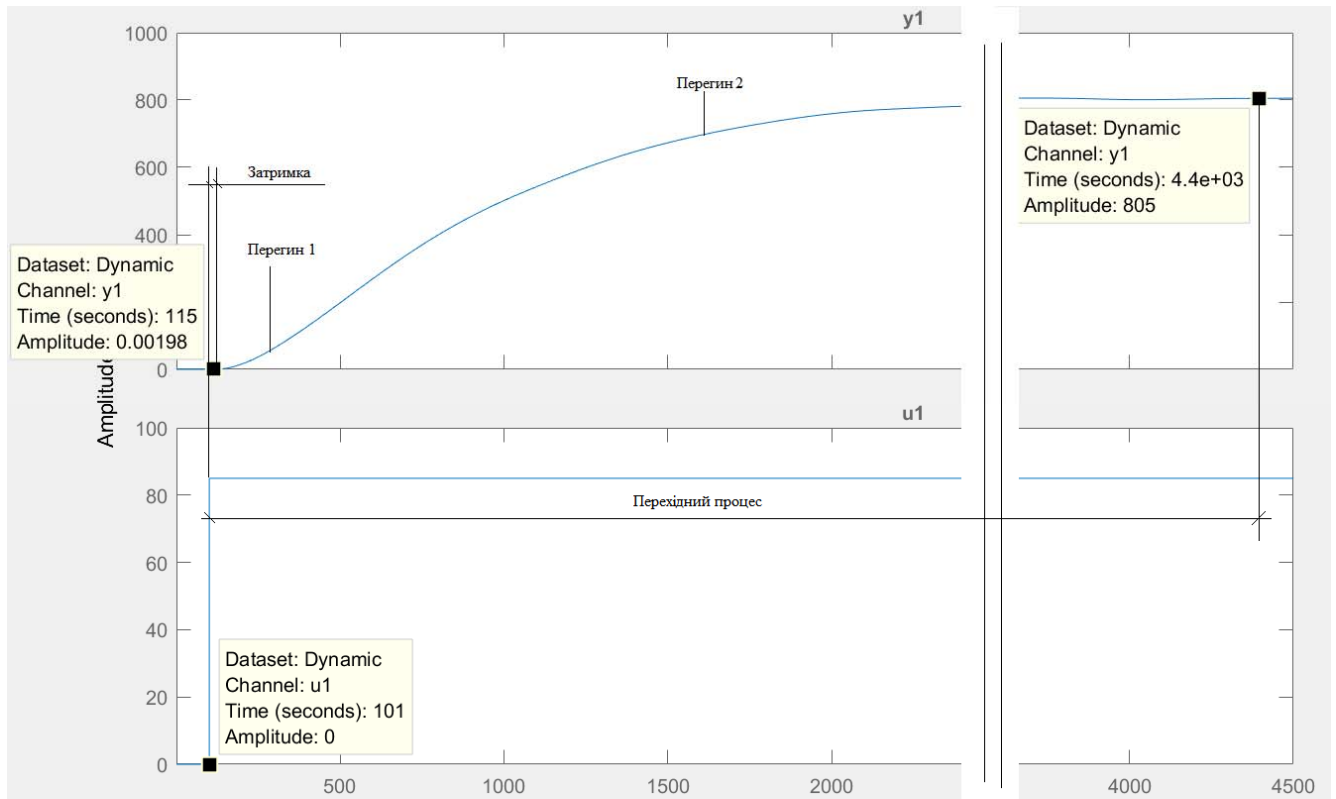


Рисунок 3.9 – Аналіз динамічної характеристики

Після подачі керуючого впливу дійсно значне змінюється з запізненням, виходячи з цього можливо зробити висновок, що об'єкт володіє запізненням. Це може бути пов'язано з часом обробки інерційності датчика вологості.

На динамічній характеристиці відсутня інерція, характер перехідного процесу монотонний, а кількість перегинів дорівнює двом. На підставі цього можливо зробити висновок, що модель об'єкта керування може бути представлена у вигляді аперіодичної ланки другого, або вищого порядку з запізненням.

Коефіцієнт посилення $K \approx 805 / 84 = 9,58$; час перехідного процесу приблизно $4\ 400$ с; постійна часу $4\ 400 / 5 \approx 880$ с; затримка $\approx 115 - 101 = 14$ с.

Проаналізуємо об'єкт керування на лінійність для цього побудуємо його статичну характеристику (рис. 3.10).

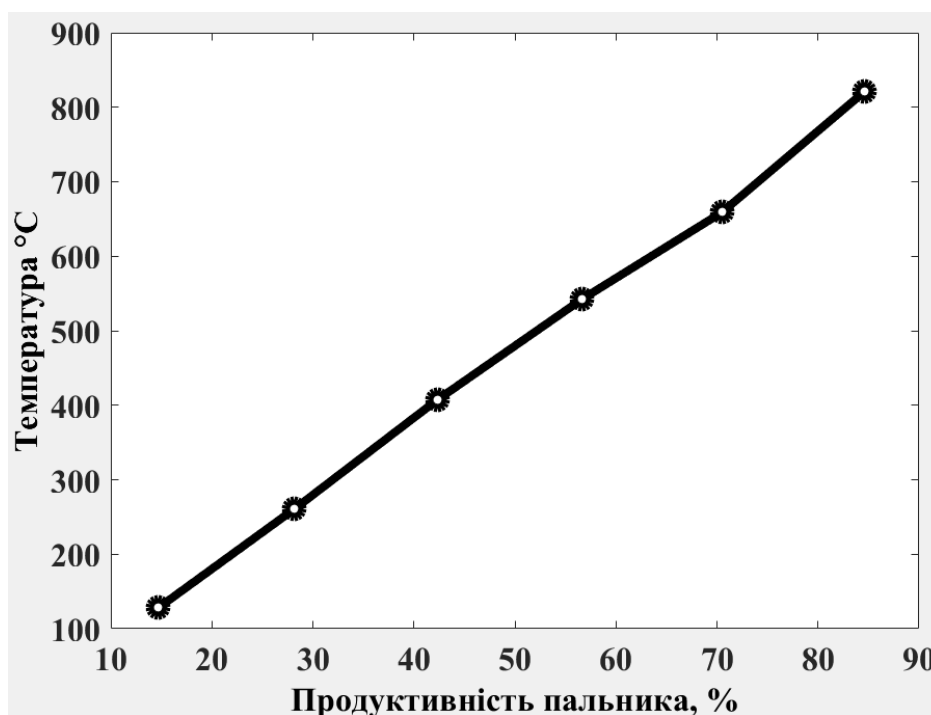
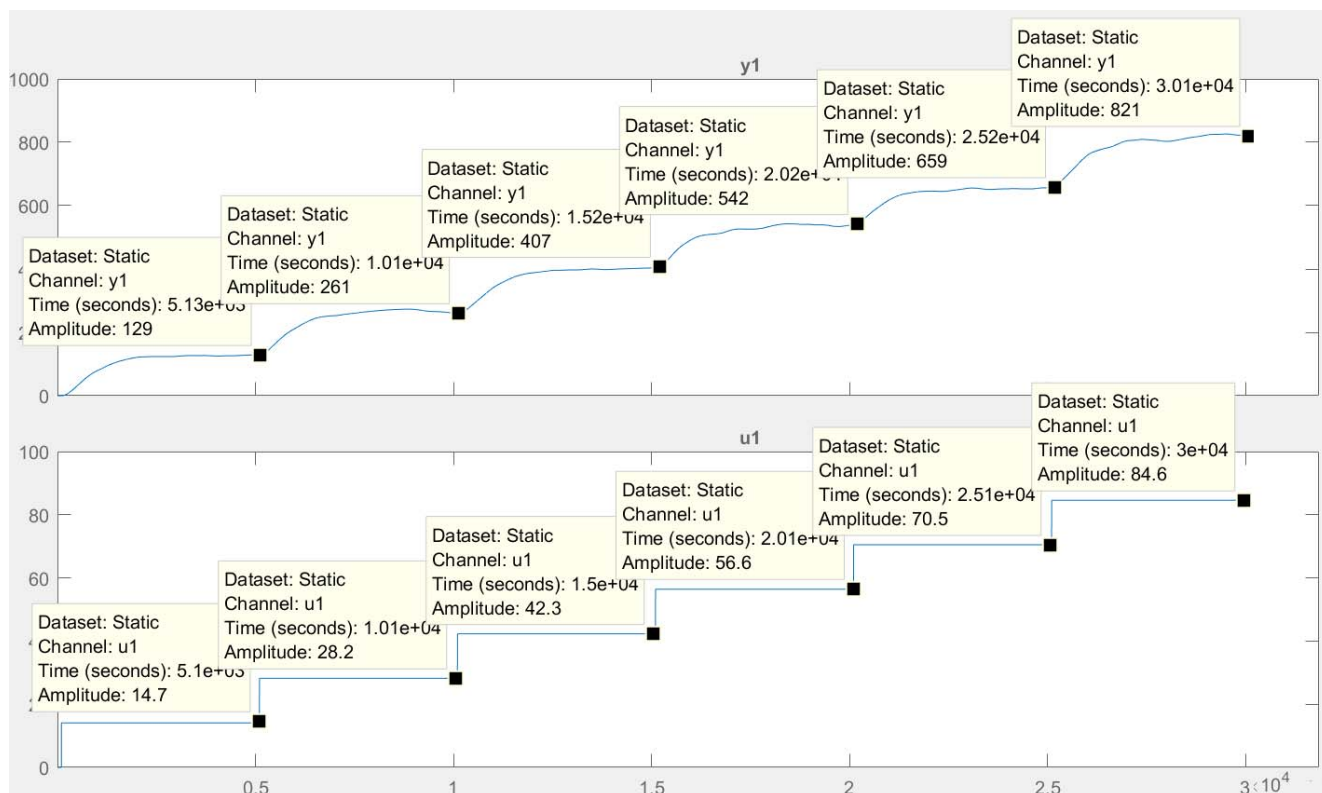


Рисунок 3.10 – Статична характеристика

Для перевірки статичної характеристики на лінійність розраховано коефіцієнти посилення для усіх точок крім нульових:

Static_Gain =
 8.7075 9.2553 9.6217 9.5760 9.3475 9.7045
 Максимальне відхилення коефіцієнту підсилення: 4.24

За статичною характеристикою та отриманими коефіцієнтами посилення об'єкт керування є лінійним в усьому досліджуваному діапазоні керуючих впливів та для його опису можуть бути використані лінійні моделі, так як відхилення коефіцієнту посилення у всьому діапазоні менше ніж величина технічної похибки 10 %.

Проаналізуємо характеристику отриману при П-образному керуючому впливі (рис. 3.11).

Збільшення керуючого впливу з 0 % до 100 % приводить до відповідного зменшення дійсного значення, а зменшення керуючого впливу з 100 % до 0 % приводить до відповідного збільшення дійсного значення. На підставі цього можливо зробити висновок, що об'єкт не володіє інтегруючими властивостями і є об'єктом з самовирівнюванням.

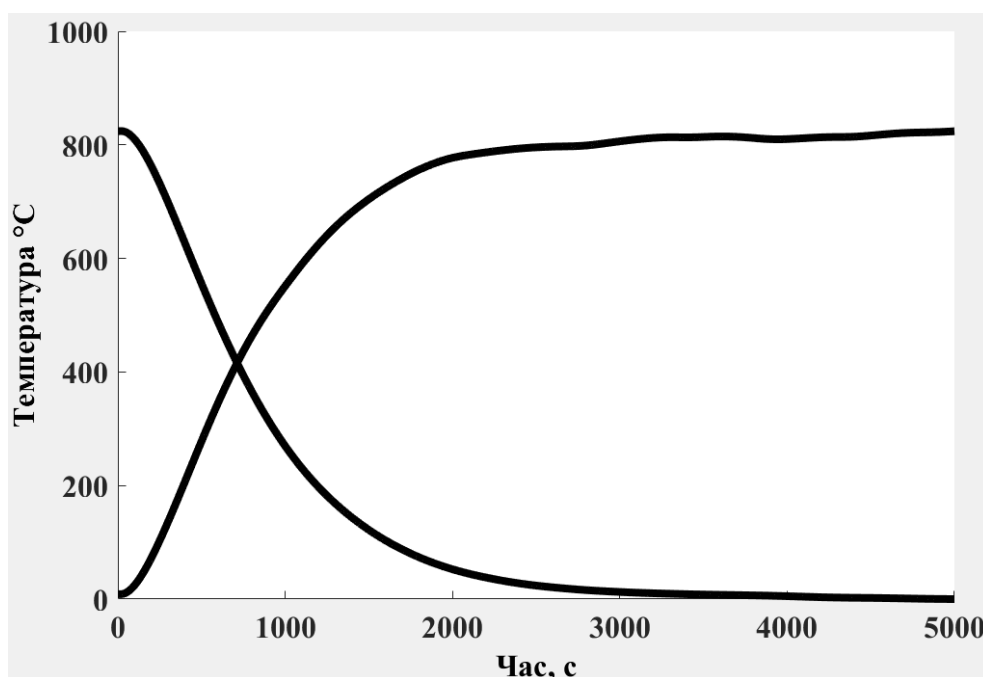


Рисунок 3.11 – Аналіз симетричності характеристика при П-образному керуючому впливі

З метою аналізу симетричності об'єкта керування його характеристика, яка отримана при П-образному впливі була поділена на ділянки підйому та спаду з метою порівняння ділянок підйому та спаду, яке виконувалося через порівняння стандартних середнє квадратичних відхилень:

Порівняння ділянок підйому та спаду: 2.01 %

За отриманою П-характеристикою при аналізі симетричності середнє квадратичне відхилення менше ніж величина технічної похибки 10 %. Тобто можна стверджувати, що час перехідного процесу, форма та стандартне середнє квадратичні відхилення ділянок підйому та спаду співпадають, таким чином об'єкт керування є симетричним та може бути представлений однією лінійною моделлю.

За результатами структурної ідентифікації встановлено, що об'єкт керування є лінійним, симетричним, має два дійсні від'ємні домінуючі корені та ланку чистого запізнення. На підставі цього об'єкт керування може бути описано аперіодичною ланкою другого, або більш високого порядку з запізненням:

$$W(s) = \frac{k \cdot e^{-\tau s}}{(T_1 s + 1) \cdot (T_2 s + 1)}, \quad (3.1)$$

де $W(s)$ – передавальна функція моделі об'єкта керування; s – оператор диференціювання; k – коефіцієнт посилення; τ – час запізнення, с; T_1, T_2 – постійні часу, с.

3.4.3 Параметрична ідентифікація

Параметрична ідентифікація виконувалася у програмному забезпеченні System Identification Toolbox яке входить до складу математичного пакета MATLAB.

До програмного забезпечення System Identification Toolbox (рис. 3.12) імпортувалися підготовлені дані без статичної складової – «Dynamic».

Дані динамічної характеристики використовувалися для розрахунку параметрів моделі об'єкта керування, а перевірочні дані «Check», для оцінки відповідності отриманої моделі до об'єкта керування.

Для визначення параметрів моделі об'єкта керування використано метод «Process Models». Налаштування параметрів ідентифікації наведено на рис. 3.12.

Розрахунок параметрів виконувався через метод Process Models для аперіодичних ланок першого, другого та третього порядку з запізненням.

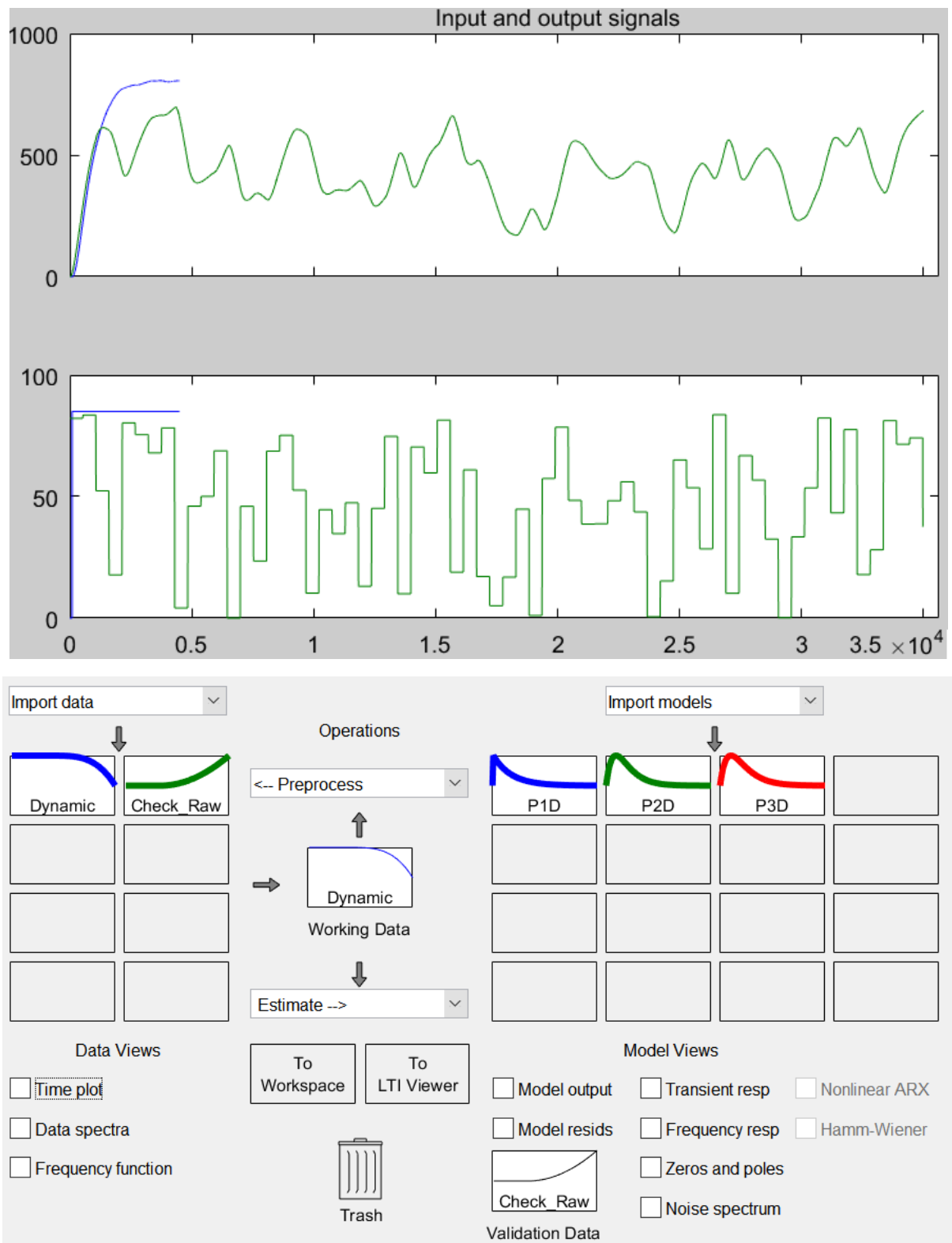


Рисунок 3.12 – Налаштування System Identification Toolbox

Перевірка результатів розрахунків наведена на рис. 3.13 та в табл. 3.1.

Параметри ідентифікації за методом Process Models P1D:

$$G(s) = \frac{K_p}{1+T_p1*s} * \exp(-T_d*s)$$

$K_p = 9.8397 \pm 0.011389$
 $T_{p1} = 935.63 \pm 5.0618$
 $T_d = 30 \pm 3.6866$
 Fit to estimation data: 89.08%
 FPE: 738.8, MSE: 737.4

Параметри ідентифікації за методом Process Models P2D:

$$G(s) = \frac{K_p}{(1+T_{p1}s)(1+T_{p2}s)} * \exp(-T_d*s)$$

$K_p = 9.4669 \pm 0.5406$
 $T_{p1} = 961.55 \pm 19764$
 $T_{p2} = 943.38 \pm 19623$
 $T_d = 13.98 \pm 479.64$

Fit to estimation data: 86.34%
 FPE: 1157, MSE: 1154

Параметри ідентифікації за методом Process Models P3D:

$$G(s) = \frac{K_p}{(1+T_{p1}s)(1+T_{p2}s)(1+T_{p3}s)} * \exp(-T_d*s)$$

$K_p = 9.4755 \pm 0.0011842$
 $T_{p1} = 0.39164 \pm 30.04$
 $T_{p2} = 346.97 \pm 5.2097$
 $T_{p3} = 504.61 \pm 5.786$
 $T_d = 0 \pm 29.438$

Fit to estimation data: 98.68%
 FPE: 10.8, MSE: 10.76

За допомогою «Model output» показана відповідність отриманих моделей P1D, P2D та P3D до перевірочних даних Check, отриманих на об'єкті керування, наведена на рис. 3.13 та представлена у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Відповідність отриманих моделей до перевірочних даних об'єкта керування

| Назва параметру | P1D | P2D | P3D |
|-----------------|--------|--------|---------|
| k | 9,8397 | 9,4669 | 9,4755 |
| T_1, c | 935,63 | 961,55 | 0,39164 |
| T_2, c | - | 943,38 | 346,97 |
| T_3, c | - | - | 504,61 |
| τ | 30 | 13,98 | 0 |
| НСКП, % | 89,08 | 86,34 | 98,68 |
| ПОП | 738,8 | 1157 | 10,8 |
| СКП | 737,4 | 1154 | 10,76 |
| НСКП, % | 73,26 | 35,36 | 89,96 |

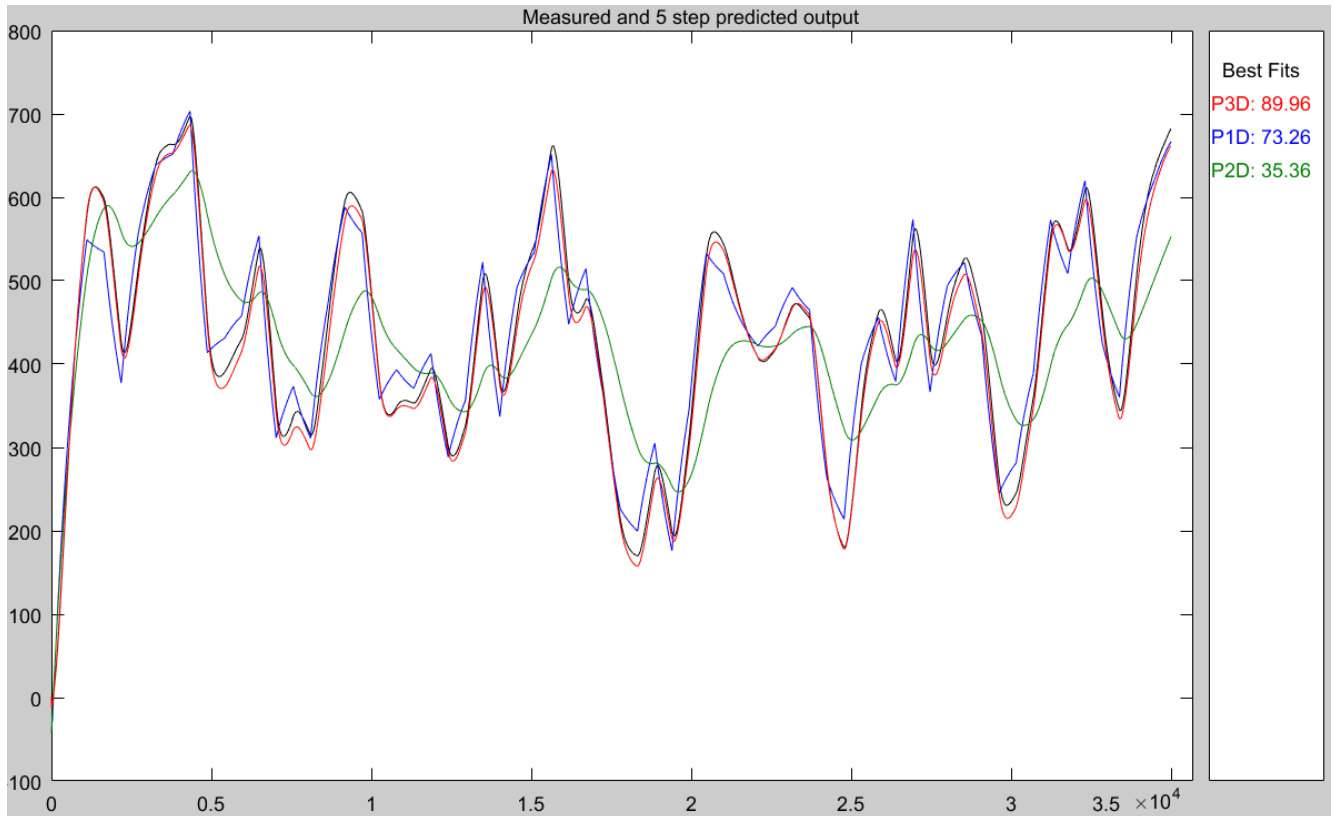


Рисунок 3.13 – Перевірка результатів розрахунків

Аналіз відмінностей між оцінками отриманих моделей по динамічній характеристиці показав, що за нормалізованим середньоквадратичним похибкам (НСКП), підходять всі три моделі P1D...P3D, так як вони мають достатню відповідність до перевірочних даних, яка більше ніж граничне припустиме значення у 80 %.

Але за перевірочними даними задовільний показник має тільки модель P3D, яка має достатню відповідність до перевірочних даних у 89,96 %.

Для параметричної перевірки обраної моделі P3D можна звернути увагу на наступні показники, отримані за динамічною характеристикою (рис. 3.9) - коефіцієнт посилення 9,58; постійна часу 880 с, 14 с.

Для отриманої моделі другого порядку P3D коефіцієнт посилення дорівнює 9,4755; постійна часу становить $0,39164 + 346,97 + 504,61 = 851,97164$ с, а затримка 0,0 с, що додатково підтверджує, що об'єкту керування краще всього дійсно відповідає обрана модель P3D - аперіодична ланка третього порядку без запізнення.

За результатами параметричної ідентифікації отримана модель у вигляді передавальної функції, яка відповідає об'єкту керування за перевірочними даними на 89,96 %:

$$W(s) = \frac{9,48 \cdot e^{-0s}}{(0,4s + 1) \cdot (347 + 1) \cdot (504,6 + 1)}. \quad (3.2)$$

3.4.4 Розробка моделі об'єкта керування в Simulink

Використовуючи передавальну функцію (3.2) у графічному середовищі імітаційного моделювання Simulink пакету MATLAB розроблена математична модель для III зони кільцевої печі № 1 (рис. 3.14) та схема складена у MATLAB схема отримання даних для перевірки математичної моделі на адекватність (рис. 3.15).

При налаштуванні схеми час моделювання задано 35 000 с, що дорівнює кількості перевірочних даних. Додані блоки запису перевірочних даних та результатів моделювання до змінних Object і Model відповідно. Крок запису задано 1 с, що відповідає первинним даним.



Рисунок 3.14 – Модель об'єкта керування - III зона кільцевої печі № 1

На виході моделі III зони кільцевої печі № 1 додано статичний зсув характеристики дійсного значення, який корегує вихідну характеристику відповідно до реальних даних, отриманих з об'єкту керування.

На вихід моделі P3D також доданий статичний зсув дійсного значення, додано статичний зсув характеристики дійсного значення, який корегує вихідну характеристику відповідно до реальних даних, отриманих з об'єкту керування.

Порівняння відбувається з чистими перевірочними даними над якими не виконувалися дії які б могли їх «скомпрометувати».

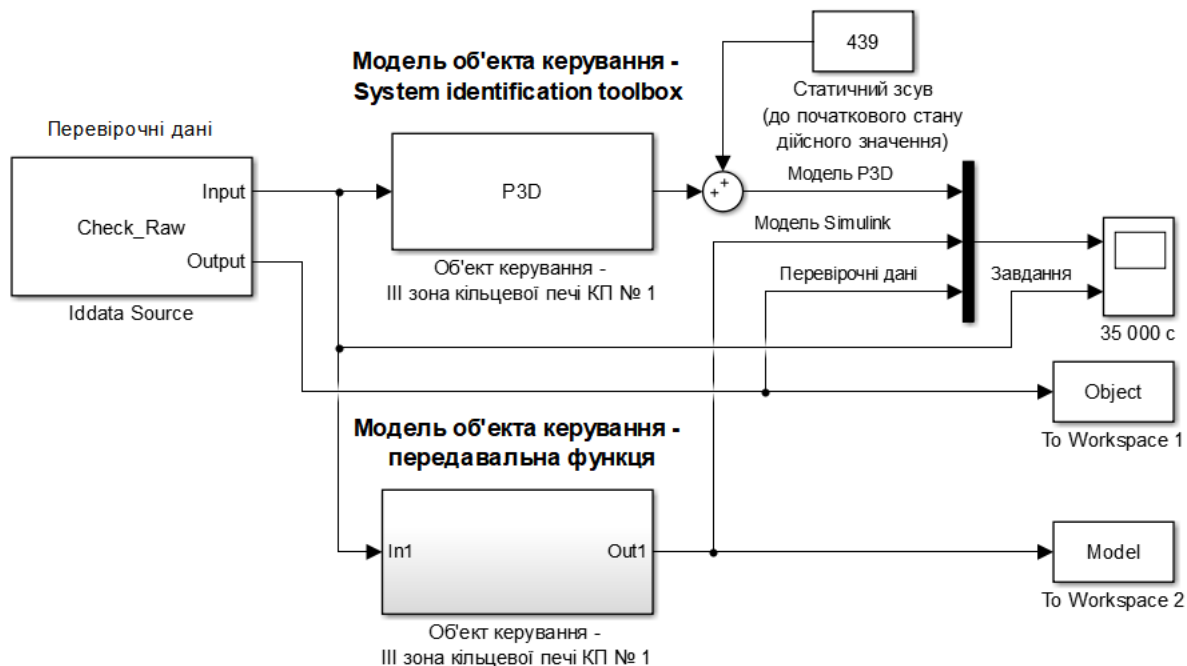


Рисунок 3.15 – Модель отримання даних для перевірки на адекватність

За результатами моделювання бачимо, що дійсні значення отримані на виході моделі System Identification Toolbox (сигнал – «Модель P3D») та моделі розробленій на базі передавальної функції (сигнал – «Модель Simulink») співпадають з перевірочними даними (рис. 3.16).

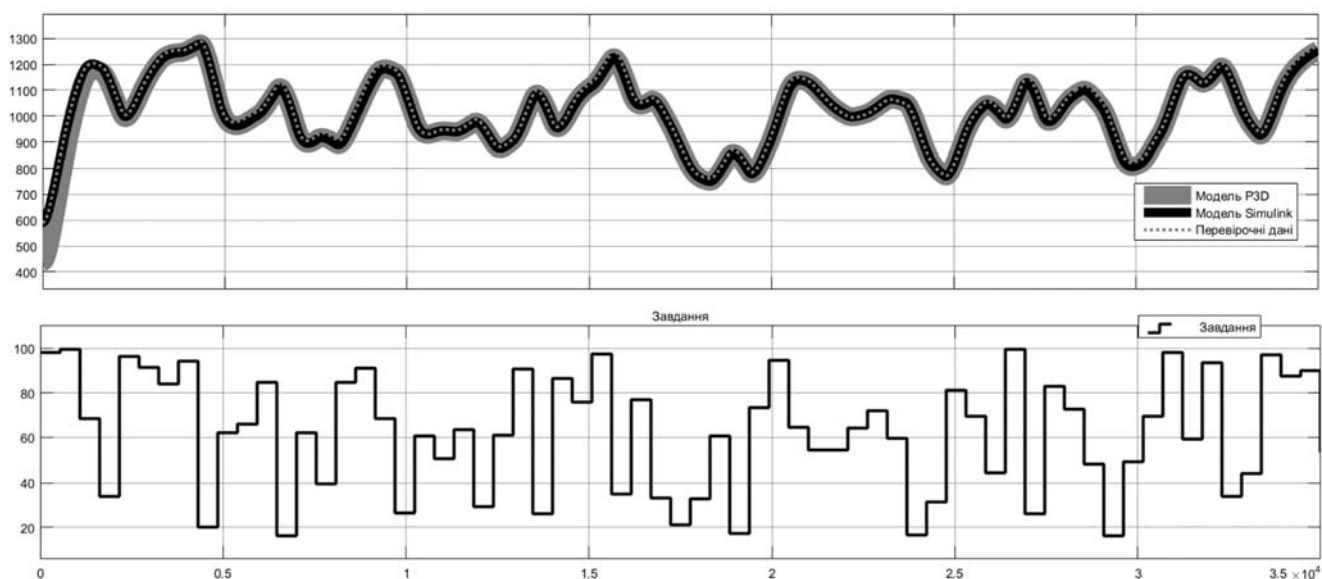


Рисунок 3.16 - Результат отримання даних для перевірки на адекватність

Наступним етапом є перевірка моделі на адекватність.

3.4.5 Перевірка моделі на адекватність

При перевірці на відповідність її значення у більшості випадків повинні бути вище 80 %, при перевірці на адекватність коефіцієнт кореляції повинен бути вище 0,8, а довірчий інтервал відповідати 0,9. У деяких випадках ці значення можуть бути змінені.

Перевірка на адекватність виконувалася за допомогою скрипту GetAdequacy.m, який реалізує відповідний розрахунок перевірки на адекватність.

Результат виконання статистичного аналізу (виклику функції):

```
Перевірка моделі об'єкта керування на адекватність v1.0
Коефіцієнт кореляції: 0.999
Статистичний критерій Фішера: 13052210.683
Критичне значення статистики Фішера: 2.706
Статистичний критерій Фішера більший критичного значення, модель є
адекватною до об'єкта керування.
```

Використовуючи скрипт GetAdequacy.m встановлено, що між перевірочними даними та результатами моделювання присутній дуже високий зв'язок, коефіцієнт кореляції близький до 1. Статистичний критерій Фішера 13 052 210 більший критичного значення 2,706, тобто модель є адекватною до об'єкта керування.

3.5 Остаточна комплексна модель об'єкта керування

Модель об'єкта керування у графічному середовищі імітаційного моделювання Simulink наведена на рис. 3.17.



Рисунок 3.17 - Комплексна модель об'єкта керування

Динамічні характеристики для моделі об'єкта керування наведено на рис. 3.18.

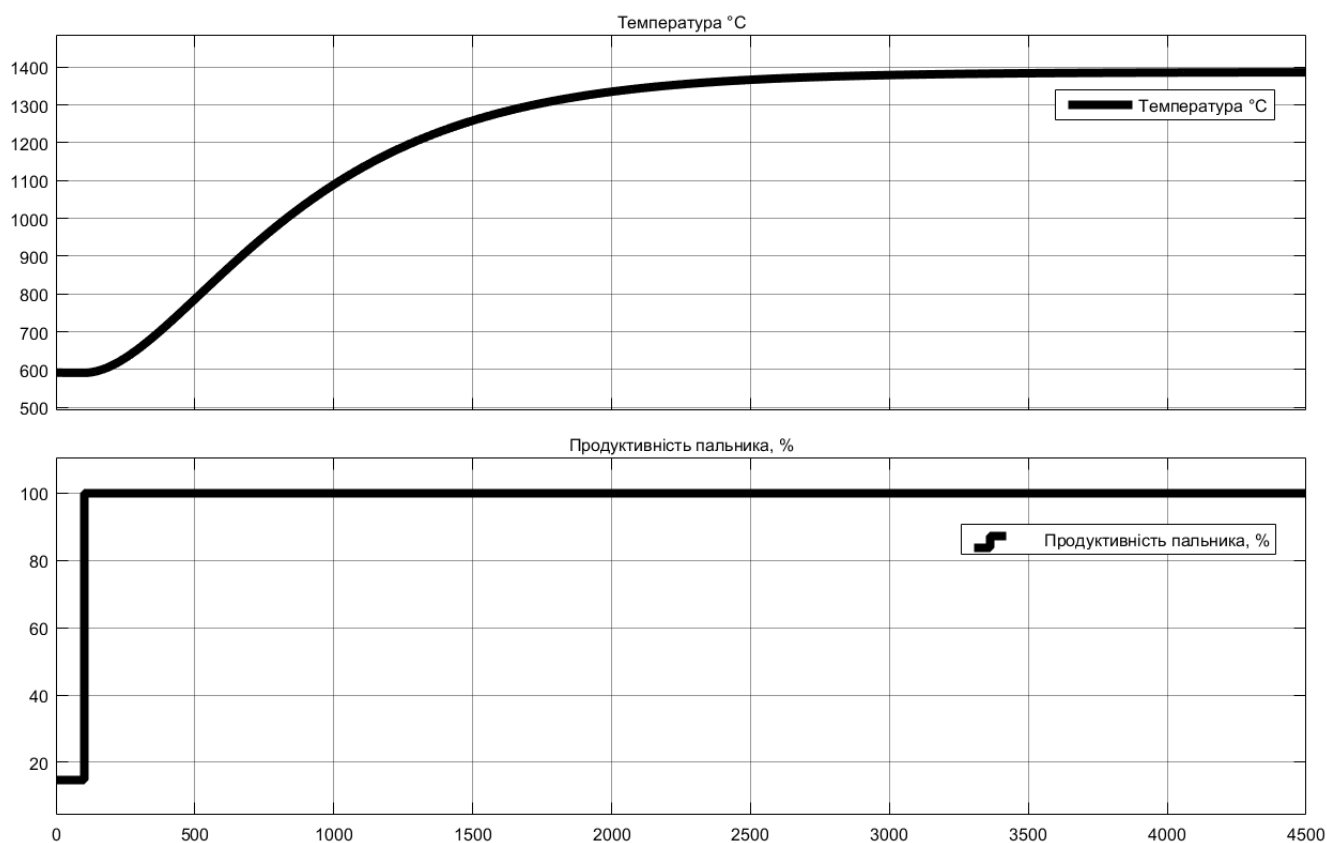


Рисунок 3.18 - Динамічна характеристика комплексної моделі об'єкта керування

3.6 Висновки за розділом

При виконанні структурної ідентифікації, яка проведена на підставі експериментальних даних отриманих на об'єкті керування (динамічної характеристики, даних для побудови статичної характеристики, даних отриманих при П-образному керуючому впливі) встановлено, що структурно модель об'єкта керування може бути представлена як аперіодична ланка другого з запізненням.

За результатами параметричної ідентифікації встановлено, що структура моделі об'єкта керування - III зони кільцевої печі № 1 відповідає аперіодичній ланці третього порядку без запізнення з наступними розрахованими параметрами: коефіцієнт підсилення 9,48; постійні часу 0,4; 347 та 504,6 с.

Комплексна перевірка на адекватність моделі до об'єкта керування за перевірочними даними об'єкта керування показала високу відповідність – майже 90 %, сильний кореляційний зв'язок близький до 1,0 та статистичний критерій Фішера 13 052 210 значно більшу критичного значення 2,706. Велике значення

статичного критерію адекватності Фішера обумовлено великою кількістю вибірових даних та одиничним значенням коефіцієнта кореляції.

Враховуючи аналіз технологічного процесу, структури об'єкта керування, характеристик отриманих за результатами експериментів, результатів структурної та параметричної ідентифікації та статистичного аналізу, отримана модель є адекватною до об'єкта керування – III зони кільцевої печі № 1 ПАТ "Інтерпайп НТЗ".

Модель об'єкту керування може бути використана для подальшої розробки системи керування за обраним каналом керування. Подальше вдосконалення моделі можливе у рамках більш детального аналізу впливів збурення, та модифікації програмного коду з метою підвищення швидкодії.

Отримана модель може бути використана для розробки програмного забезпечення системи керування.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Загальні відомості

У кваліфікаційній роботі в якості об'єкта керування обрана кільцева піч КП № 1, яка призначена для нагріву колісних заготовок до температури прокату.

Система керування має підтримувати заданий температурний режим нагріву колісних заготовок в кільцевій печі № 1.

Піч повторного нагріву є одним із ключових пристроїв у стані гарячої прокатки. Вона також споживає більшу частину енергії, необхідної для прокатки сталі. Піч для повторного нагрівання зазвичай використовується для нагрівання сталевих заготовок (заготовок, блюмів, слябів тощо) до температур прокатки, придатних для пластичної деформації сталі, а отже, для прокатки на стані гарячої прокатки. Піч повторного нагріву є важливим обладнанням для гарячої прокатки сталі. Це серце будь-якого стану гарячої прокатки. Процес нагрівання в печі повторного нагрівання є безперервним процесом. Паливо, що використовується в цих печах, може бути пиловугільним, рідким або газоподібним паливом.

Сталеву заготовку, що підлягає прокату, завантажують на вході в нагрівальну піч. Під час руху в печі для повторного нагрівання сталевий матеріал попередньо нагрівається, нагрівається та просочується, коли він проходить через зону попереднього нагрівання, нагрівання та замочування печі для повторного нагрівання. В кінці зони витримки печі сталевий заготовка вивантажується з печі ежектором для прокатки в прокатному стані. Температура нагрітого сталевих матеріалу під час вивантаження залежить від кількох факторів і може коливатися в діапазоні від 1 100 до 1 250 °С.

Виробничий процес на прокатному стані потребує суворого контролю температури сталевих заготовок з печі для повторного нагріву, щоб відповідати вимогам до прокатки. Піч для повторного нагріву, яка нагріває сталеву заготовку до температури прокатки, може задовольняти ці вимоги на безперервній та надійній основі лише тоді, коли контроль температури та вихідної кількості добре скоординовані. Піч для повторного нагрівання переміщує холодний матеріал від

сторони входу до сторони виходу, і під час її проходження через піч сталевий матеріал нагрівається теплом, що виділяється внаслідок згоряння палива.

Підвищення продуктивності печей за рахунок засобів автоматизації сприяє більш ефективному використанню палива. У практичному аспекті, коли печі розглядаються як система, вимірювання показують, що близько 80% тепла в печах забезпечується спалюванням палива та 15,7 % гарячим димовим газом. З цього випливає, що рекуперація енергії через теплообмінник відіграє важливу роль в управлінні енергією. Крім того, практичні вимірювання показують, що ефективність теплообміну та рекуперації тепла в зоні рекуперації становить 86,66% та 47,76% відповідно.

Система автоматизації спрямована на досягнення ефективного нагріву, яке дозволяє збільшувати ефективність нагріву заготовок, комбінуючи різні ресурси енергії.

4.2 Розрахунок капітальних витрат при впровадженні системи керування

Розрахуємо капітальні витрати:

$$K_{\text{ПКВ}} = C_{\text{ОБ}} + D_{\text{ТР}} + M_{\text{МН}} + K_{\text{ПЗ}}, \quad (4.1)$$

де $K_{\text{ПКВ}}$ – проектні капітальні витрати, грн.; $C_{\text{ОБ}}$ – вартість основного та допоміжного обладнання, грн.; $D_{\text{ТР}}$ – транспортно-заготівельні витрати, грн.; $M_{\text{МН}}$ – витрати на монтаж і налагодження системи, грн.; $K_{\text{ПЗ}}$ – витрати на розробку програмного забезпечення, грн.

Вартість основного та допоміжного обладнання наведена в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Зведення капітальних витрат C_{OB}

| № | Найменування | Одиниці виміру | Кількість | Вартість (грн.) | Сума (грн.) |
|----|--|----------------|-----------|-----------------|--------------|
| 1 | Модуль ПЛК VIPA 214-2BS33 | од. | 1 | 36 794,40 | 36 794,40 |
| 2 | Модуль аналогового вводу VIPA 231-1BD40 | од. | 3 | 25 249,10 | 75 747,30 |
| 3 | Модуль аналогового виводу VIPA 232-1BD30 | од. | 3 | 26 155,50 | 78 466,50 |
| 4 | Датчик температури ТПП-1-29-S-1-И-1000 | од. | 11 | 4 200,00 | 46 200,00 |
| 5 | Пальники R512A Cinquecento | од. | 11 | 149 000,00 | 1 639 000,00 |
| 6 | Блок живлення Carlo Gavazzi SPD24301 | од. | 2 | 2 276,00 | 4 552,00 |
| 7 | Шафа монтажна | од. | 1 | 16 000,00 | 16 000,00 |
| 8 | Монтажні дроти | м | 1250 | 24,50 | 30 625,00 |
| 9 | Мережний кабель | м | 1000 | 29,50 | 29 500,00 |
| 10 | Програмне забезпечення | разом | 1 | 80 000,00 | 80 000,00 |
| | Разом | | | | 2 036 885,20 |

Вартість обладнання складає $C_{OB} = 2\,036\,885,20$ грн.

Витрати на транспортно-заготівельні і складські роботи визначаються в залежності від вартості обладнання, як 8 % від загальної вартості:

$$D_{TP} = C_{OB} \cdot 0,08. \quad (4.2)$$

Витрати на транспортно-заготівельні і складські роботи складають:

$$D_{TP} = 2\,036\,885,20 \cdot 0,08 = 162\,950,82 \text{ грн.}$$

Вартість монтажних-налагоджувальних робіт приймаються на рівні 7 % від вартості обладнання:

$$M_{MH} = C_{OB} \cdot 0,07. \quad (4.3)$$

Витрати на монтажні-налагоджувальні роботи складають:

$$M_{MH} = 2\,036\,885,20 \cdot 0,07 = 142\,581,97 \text{ грн.}$$

4.3 Розрахунок капітальних витрат на програмне забезпечення

4.3.1 Розрахунок часу на розробку програмного забезпечення

Трудомісткість розробки програмного забезпечення (ПЗ) розраховується як:

$$t = t_o + t_u + t_a + t_n + t_{OT} + t_g. \quad (4.4)$$

де t – трудомісткість розробки програмного забезпечення, люд.-год.;
 t_o – витрати праці на підготовку і опис поставленого завдання, люд.-год.;
 t_u – витрати праці на дослідження алгоритму керування, люд.-год.; t_a – витрати

праці на розробку схеми алгоритму, люд.-год.; t_n – витрати праці на програмування по готовій схемі алгоритму, люд.-год.; t_h – витрати праці на налаштування програмного забезпечення, люд.-год.; t_g – витрати праці на підготовку документації по завданню, люд.-год.

Складові витрат праці визначаються на підставі умовної кількості оброблюваних операторів у програмному забезпеченні:

$$Q = q \cdot c \cdot (1 + p), \quad (4.5)$$

де Q – умовна кількість операторів в програмному забезпеченні; q – кількість операторів у програмному забезпеченні (на мові Structured Text, типове значення 400... 800, приймаємо $q = 750$); c – коефіцієнт складності програми (приймаємо $c = 1,5$); p – коефіцієнт корекції програми в процесі її обробки (приймаємо $p = 0,35$).

Для програмного забезпечення, що розробляється:

$$Q = 750 * 1,5 * (1 + 0,35) \approx 1519$$

Витрати праці на підготовку і опис завдання в кваліфікаційній роботі складають $t_o = 80$ люд. – год.

Витрати праці на вивчення опису завдання визначаються з урахуванням уточнення опису та кваліфікації програміста як:

$$t_u = \frac{Q \cdot B}{(75 \dots 85) \cdot k'} \quad (4.6)$$

де B – коефіцієнт збільшення витрат праці (приймаємо $B = 1,6$); k – коефіцієнт кваліфікації програміста (приймаємо $k = 1,35$).

Для програмного забезпечення, що розробляється:

$$t_u = 1519 * 1,6 / (80 * 1,3) \approx 24 \text{ люд. – год}$$

Витрати на розробку алгоритму керування визначаються як:

$$t_a = \frac{Q}{(20 \dots 25) \cdot k} \quad (4.7)$$

Для програмного забезпечення, що розробляється:

$$t_a = 1519 / (20 * 1,35) \approx 57 \text{ (люд. – год.)}$$

Витрати праці на складання програми по готовій схемі алгоритму визначаються як:

$$t_n = \frac{Q}{(20 \dots 25) \cdot k} \quad (4.8)$$

Для програмного забезпечення, що розробляється:

$$t_n = 1\,519 / (20 * 1,35) \approx 57 \text{ (люд. – год.)}$$

Витрати праці на налаштування програми розраховуються як:

$$t_n = \frac{Q}{(4 \dots 5) \cdot k} \quad (4.9)$$

Для програмного забезпечення, що розробляється:

$$t_n = 1\,519 / (4 * 1,35) \approx 282 \text{ (люд. – год.)}$$

Витрати праці на підготовку документації по завданню визначаються як:

$$t_g = t_{др} + t_{до}, \quad (4.10)$$

де $t_{др}$ – трудомісткість підготовки матеріалів до написання;
 $t_{до}$ – трудомісткість редагування, друку та оформлення документації.

Трудомісткість підготовки матеріалів до написання визначається як:

$$t_{др} = \frac{Q}{(15 \dots 20) \cdot k} \quad (4.11)$$

Для програмного забезпечення, що розробляється:

$$t_{др} = 1\,519 / (15 * 1,35) \approx 76 \text{ люд. – год.}$$

Трудомісткість редагування, друку та оформлення документації визначається як:

$$t_{до} = 0,75 \cdot t_{др}. \quad (4.12)$$

Для програмного забезпечення, що розробляється:

$$t_{до} = 0,75 * 76 = 57 \text{ люд. – год.}$$

Для розробленого програмного забезпечення витрати праці на підготовку документації по завданню:

$$t_g = 76 + 57 = 133 \text{ люд. – год.}$$

Таким чином трудомісткість розробки програмного забезпечення становить:

$$t = 80 + 24 + 57 + 57 + 282 + 133 = 553 \text{ люд.-год.}$$

4.3.2 Розрахунок витрат на розробку програмного забезпечення

Витрати на розробку ПЗ визначається як:

$$K_{\text{ПЗ}} = Z_{\text{ЗП}} + Z_{\text{МІ}}, \text{ грн.} \quad (4.13)$$

де $Z_{\text{ЗП}}$ – витрати на заробітну плату розробника ПЗ, грн.; $Z_{\text{МІ}}$ – вартість машинного часу, необхідного для налаштування ПЗ, грн.

Заробітна плата розробника програмного забезпечення визначається як:

$$Z_{\text{ЗП}} = t \cdot C_{\text{ПР}}, \text{ грн.}, \quad (4.14)$$

де t – час розробки ПЗ, год; $C_{\text{ПР}}$ – середня годинна тарифна ставка розробника програмного забезпечення (приймаємо $C_{\text{ПР}} = 180,40$ грн./год.).

Для програмного забезпечення, що розробляється:

$$Z_{\text{ЗП}} = 553 \cdot 180,40 = 99\,761,20 \text{ грн.},$$

Вартість машинного часу, необхідного для налаштування програми визначається як:

$$Z_{\text{МІ}} = t_n \cdot C_{\text{МЧ}}, \text{ грн.}, \quad (4.15)$$

де t_n – час налаштування ПЗ, год; $C_{\text{МЧ}}$ – вартість машинного часу (приймаємо $C_{\text{МЧ}} = 24,5$ грн./год.).

Для програмного забезпечення, що розробляється:

$$Z_{\text{МІ}} = 57 \cdot 24,5 = 1\,396,50 \text{ грн.}$$

Витрати на розробку програмного забезпечення системи керування становлять:

$$K_{\text{ПЗ}} = 99\,761,20 + 1\,396,50 = 101\,157,70 \text{ грн.}$$

Очікувана тривалість розробки програмного забезпечення:

$$T = \frac{t}{B_k \cdot F_p}, \quad (4.16)$$

де T – тривалість розробки програмного забезпечення (міс.); B_k – кількість розробників (приймаємо $B_k = 1$); F_p – місячний фонд робочого часу ($F_p = 176$ год./міс.).

$$T = 553 / (1 \cdot 176) = 3,14 \approx 3,5 \text{ міс.}$$

Таким чином проектні капітальні витрати:

$$K_{\text{ПКВ}} = 2\,036\,885,20 + 162\,950,82 + 142\,581,97 + 101\,157,70 \approx \\ \approx 2\,443\,575,69 \text{ грн.}$$

4.4 Розрахунок експлуатаційних витрат

Річні експлуатаційні витрати розраховуються як:

$$C_e = C_a + C_3 + C_c + C_{\text{РО}} + C_{ee} + C_{\text{ІНШ}}, \quad (4.17)$$

де C_e – річні поточні витрати, пов'язані із застосуванням системи керування, грн.; C_a – амортизація основних фондів, грн.; C_3 – заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн.; C_c – відрахування на соціальні заходи, грн.; $C_{\text{РО}}$ – витрати на технічне обслуговування та поточний ремонт обладнання, грн.; C_{ee} – вартість електроенергії, грн.; $C_{\text{ІНШ}}$ – інші витрати, грн.

Визначимо експлуатаційні витрати при впровадженні системи керування.

4.4.1 Амортизація основних фондів

Залежно від групи, до якої віднесено той, чи інший об'єкт основних засобів, встановлено мінімально-допустимі строки їх амортизації.

Обладнання, розробленої в кваліфікаційній роботі системи керування, належить до 4 групи (машини та обладнання). Передбачуваний термін експлуатації системи становить 5 років. При використанні методу прискореного зменшення залишкової вартості норма амортизації визначається як:

$$H_a = \frac{2}{T} \cdot 100 \%, \quad (4.18)$$

де H_a – норма амортизації, %; T – термін корисного використання об'єкта, років.

Амортизація основних фондів визначається як:

$$C_a = \frac{\text{ПВ} \cdot H_a}{100 \%,} \quad (4.19)$$

де C_a – річна амортизація основних фондів, грн.; ПВ – первинна вартість (ПВ = $K_{\text{ПКВ}}$), грн.

Отже, норма амортизації для проекрованої системи керування складає:

$$H_a = \frac{2}{5} \cdot 100 \% = 40 \%$$

Сума амортизації для проектованої і базової системи становить:

$$C_a = 2\,443\,575,69 \cdot 40 / 100 = 977\,430,28 \text{ грн.}$$

4.4.2 Розрахунок фонду заробітної плати

Номінальний річний фонд робочого часу одного працівника:

$$T_{\text{НР}} = (T_{\text{К}} - T_{\text{ВС}} - T_{\text{В}}) \cdot T_{\text{З}}, \quad (4.20)$$

де $T_{\text{НР}}$ – номінальний річний фонд робочого часу одного працівника, год.; $T_{\text{К}}$ – календарний фонд робочого часу, днів ($T_{\text{К}} = 365$); $T_{\text{ВС}}$ – вихідні дні та свята, днів ($T_{\text{ВС}} = 116$); $T_{\text{В}}$ – відпустка, днів ($T_{\text{В}} = 21$); $T_{\text{З}}$ – тривалість зміни, год ($T_{\text{З}} = 8$).

Таким чином, річний фонд робочого часу працівника складе:

$$T_{\text{НР}} = (365 - 116 - 21) \cdot 8 = 1\,824 \text{ год.}$$

У процесі керування задіяний 1 оператор людино-машинного інтерфейсу на зміну, 1 інженер-технолог на зміну, та 1 наладчик електроустаткування на добу. Процес безперервний – 3 зміни на добу.

Розрахунок річного фонду заробітної плати виробничих робітників здійснюється у відповідності з формою, наведеною в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахунок заробітної плати персоналу

| № п/п | Найменування професії робітників | Число працюючих, чол. | Годинна тарифна ставка, грн./год. | Номінальний річний фонд | Пряма заробітна плата, грн. | Додаткова заробітна плата (8%), грн. | Доплати (7%), грн. | Всього заробітна плата, грн. |
|-------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------|------------------------------|
| 1 | Оператор НМІ | 3 | 190,05 | 1 824 | 1 039 953,60 | 83 196,29 | 72 796,75 | 1 195 946,64 |
| 2 | Інженер-технолог | 3 | 230,57 | 1 824 | 1 261 679,04 | 100 934,32 | 88 317,53 | 1 450 930,90 |
| 3 | Наладчик | 1 | 200,47 | 1 824 | 365 657,28 | 29 252,58 | 25 596,01 | 420 505,87 |
| Разом | | | | | | | | 3 067 383,41 |

Заробітна плата персоналу проектної системи керування $C_3 = 3\,067\,383,41$ грн.

4.4.3 Відрахування на соціальні заходи

Відрахування на соціальні заходи визначаються як:

$$C_c = 0,22 \cdot C_3, \text{ грн.} \quad (4.21)$$

Відповідно до цього відрахування становлять:

$$C_c = 0,22 * 3\,067\,383,41 = 674\,824,36 \text{ грн.}$$

4.4.4 Розрахунок витрат на технічне обслуговування та ремонт

Витрати на технічне обслуговування та поточний ремонт обладнання та мережі приймаємо на рівні 5 % від величини капітальних витрат:

$$C_{PO} = 0,05 \cdot K_{KB} \cdot (K_{ПКВ}) \quad (4.22)$$

Відповідно до цього витрати становлять:

$$C_{PO} = 0,05 * 2\,443\,575,69 = 122\,178,78 \text{ грн.}$$

4.4.5 Витрати на електроенергію

Вартість електроенергії, споживаної системою керування:

$$C_{ee} = K_e \cdot K_{RD} \cdot T_3 \cdot T_e, \quad (4.23)$$

де K_e – кількість електроенергії, спожите системою керування (приймаємо $K_e = 11,3$ кВт · год.); T_3 – кількість часу роботи за сутки ($T_3 = 24$ год.); K_{RD} – кількість робочих днів у році ($K_{RD} = 365$ день); T_e – тариф на електроенергію для підприємств (для користувачів електроенергії 2 класу тариф складає 4,48907 грн. · кВт без ПДВ, з урахуванням ПДВ тариф $T_e = 4,48907 * 1,2 = 5,39$ грн.).

Таким чином вартість електроенергії становить:

$$C_{ee} = 11,3 * 365 * 24 * 5,39 = 533\,545,32 \text{ грн.}$$

4.4.6 Інші витрати

Інші витрати з експлуатації об'єкта проектування включають витрати з охорони праці, на спецодяг та інше згідно практики, ці витрати визначаються в розмірі 4 % від річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу:

$$C_{\text{ІНШ}} = 0,04 \cdot C_3. \quad (4.24)$$

Таким чином інші витрати становлять:

$$C_{\text{ІНШ}} = 0,04 * 3\,067\,383,41 = 122\,695,34 \text{ грн.}$$

Річні експлуатаційні витрати становлять (табл. 4.4):

$$C = 977\,430,28 + 3\,067\,383,41 + 674\,824,36 + 122\,178,78 + 533\,545,32 + 122\,695,34 = 5\,498\,057,49 \text{ грн.}$$

Таблиця 4.4 – Експлуатаційні витрати

| № п/п | Назва показника | Проектний варіант, грн. |
|-------|-----------------------------------|-------------------------|
| 1 | Амортизація | 977 430,28 |
| 2 | Фонд заробітної плати | 3 067 383,41 |
| 3 | Відрахування на соціальні виплати | 674 824,36 |
| 4 | Ремонт та технічне обслуговування | 122 178,78 |
| 5 | Електроенергія | 533 545,32 |
| 6 | Інше | 122 695,34 |
| 7 | Загалом | 5 498 057,49 |

4.5 Висновки за розділом

При впровадженні проектованої системи капітальні витрати складають до 2,5 млн. грн., час розробки ПЗ становитиме 3,5 місяці.

Річні експлуатаційні витрати, пов'язані з впровадженням системи становитимуть до 5,5 млн. грн.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Правила безпеки охорони праці та пожежної безпеки на підприємстві ПАТ «Інтерпайп НТЗ»

5.1.1 Загальні відомості

Всі працівники, що приходять на завод, а також учні, що направляються на виробничу практику, незалежно від освіти, стажу роботи та посади зобов'язані пройти попередній медичний огляд, навчання в обсязі вступного інструктажу з питань охорони праці та виробничої санітарії (при необхідності - професійний відбір).

Працюючі в умовах підвищеної небезпеки (згідно Переліку робіт підвищеної небезпеки, затвердженого в установленому порядку) повинні пройти попереднє спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці стосовно конкретних робіт. Спеціальне навчання і перевірка знань проводиться перед допуском до самостійної роботи, а також у разі перерви в роботі більше одного року. Періодичні перевірки знань працівників цієї категорії проводяться не рідше 1 разу на рік.

Працівники, які суміщають професії, проходять навчання, інструктаж і перевірку знань з охорони праці як основних професій, так і з суміжних. Посадові особи, при прийомі на роботу і періодично, один раз на три роки, проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці відповідно до типового тематичним планом і програмою навчання з питань охорони праці посадових осіб.

Особи, яких приймають на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною небезпекою, повинні попередньо пройти спеціальне навчання. Працівники, зайняті на роботах з підвищеною пожежною небезпекою, один раз на рік проходять перевірку знань відповідних нормативних актів з пожежної безпеки, а посадові особи - один раз у три роки.

Перевірка знань працівників з питань охорони праці проводиться за нормативно-правовими актами з охорони праці, додержання яких входить до їхніх функціональних обов'язків.

- при укладанні трудового договору з працівником обов'язково:

- проведення попереднього медичного огляду працівника, ознайомлення з дорученою роботою (посадовий або робочої інструкції);
- роз'яснення працівникові його прав і обов'язків та інформування його під розписку про умови праці, наявність на робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, та можливі наслідки їх впливу на здоров'я, про його права на пільги і компенсації за роботу в таких умовах;

Забороняється укладення трудового договору з працівником, з яким запропонована робота протипоказана за станом здоров'я, що підтверджено медичним висновком.

Ознайомлення працівника під розпис з Правилами внутрішнього трудового розпорядку та Колективним договором, Положенням про комерційну таємницю та конфіденційності інформації, Інструкцією про пропускний режим, діючими на заводі.

Визначення його робочого місця, забезпечення необхідними для роботи засобами, а також спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту, що видаються працівникам даної професії (виду робіт), відповідно до встановлених норм.

Працівники заводу, участь у виробничому процесі яких не пов'язана з безпосереднім обслуговуванням об'єктів, машин, механізмів, устаткування, застосуванням приладів та інструментів, збереженням або переробкою сировини, від проходження повторного інструктажу звільняються згідно з Переліком посад, затвердженого головним інженером заводу.

Всі працівники заводу після вступного інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки, які проводять співробітник відділу охорони праці та об'єктової пожежно-газової служби проходять наступні види інструктажів:

а) первинний інструктаж проводиться до початку робіт безпосередньо на робочому місці:

- новоприйнятими працівникам;
- працівникам, перекладним з одного структурного підрозділу в інший;
- працівникам, які будуть виконувати нову для них роботу;
- відрядженим працівникам іншого підприємства;

б) повторний інструктаж проводиться:

- протягом перших 6 місяців;
- наступні - 1 раз в 3 місяці для працівників, зайнятих на роботах підвищеної небезпеки, 1 раз в 6 місяців - для інших працівників.

в) позаплановий інструктаж проводиться в випадках:

- введення в дію нових або переглянутих в установленому порядку інструкцій;
- при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, пристосувань і інструмента, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на безпеку праці;
- при порушенні працівниками вимог безпеки праці, які можуть призвести, або призвели до травми, аварії, пожежі, отруєння, вибуху та інше;
- на вимогу органів нагляду; при перервах в роботі більше 30 календарних днів на роботах
- підвищеної небезпеки, для решти робіт - понад 60 днів;

г) цільовий інструктаж проводиться з працівниками:

- при виконанні разових робіт, не передбачених трудовою угодою;
- при ліквідації аварій, стихійних лих;
- при проведенні робіт, на які відповідно до законодавства оформлюються наряд-допуск, наказ або розпорядження.

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводяться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників. Інструктажі проводить безпосередній керівник в обсязі інструкцій по основній і суміжних професій. Інструктажі завершуються перевіркою знань. Про проведення інструктажів вноситься відповідний запис до Журналу реєстрації інструктажів з охорони праці на робочому місці особою, яка проводила інструктаж. Не рідше одного разу на рік працівники повинні пройти перевірку знань з відповідним і суміжними професіями в комісії під головуванням начальника цеху.

5.1.2 Вимоги санітарних норм і правил особистої гігієни

Приймати їжу в спеціально відведених та обладнаних для цього місцях (їдальні, буфети, кімнати прийому їжі). Перед прийомом їжі вимити руки. Пити воду тільки в встановлених питних точках (питні фонтанчики, автомати газованої води, кулера з бутильованою водою). Пити воду, призначену для технічних цілей, забороняється.

Спецодяг, взуття та інші засоби індивідуального захисту зберігати окремо від домашнього одягу в спеціальних шафках, розташованих в санітарно - побутових приміщеннях. Своєчасно здавати спецодяг в хімчистку (прання).

При впливі шкідливих виробничих факторів застосовувати засоби індивідуального захисту.

Відповідальність за невиконання норм, правил з охорони праці, промислової санітарії, пожежної безпеки

З метою попередження порушень норм, правил та інструкцій з охорони праці на заводі діє «Положення про організацію роботи з порушниками норм і правил охорони праці» (Додаток №5 до ПСУОТ).

Порушення норм і правил охорони праці, допущені працівниками цехів, відділів, служб, незалежно від їх наслідків, підлягають обліку та прийняття своєчасних і відповідних заходів як до них, так і до їх керівникам (якщо ними не здійснюється належний контроль).

За допущені порушення норм і правил охорони праці порушники застосовуються заходи громадського, дисциплінарного і матеріального впливу.

Підставою для накладення різного виду стягнень є:

- документально оформлені матеріали розслідувань аварій, порушень технологічного режиму; матеріали розслідування нещасних випадків, професійних захворювань; акти встановленого зразка за допущене порушення вимог безпеки (видаються під розпис посадовим особам і фахівцям, що мають право здійснення контролю за організацією та безпечним проведенням робіт);

- приписи про порушення вимог Закону України «Про охорону праці» та інших нормативно-правових актів з охорони праці, видані представниками органів державного нагляду, відділу охорони праці.

Контроль дотримання технологічної і трудової дисципліни з наданням права оформлення актів про порушення норм і правил охорони праці покладається на керівників, фахівців і бригадирів підрозділів, головних спеціалістів заводу, представників відділу охорони праці.

Інші особи, які виявили порушення норм і правил охорони праці, вирішують питання прийняття відповідних заходів до порушників через їх безпосередніх керівників. При відмові порушника від надання письмового пояснення в розділі акта: «Пояснення винної особи» робиться відповідний запис. При цьому комісією в складі не менше 3-х осіб оформляється акт про відмову від надання пояснень.

Якщо протягом календарного року з дня останнього порушення і застосування дисциплінарного стягнення працівник не допустив порушень, то наступне допущене порушення вважається першим. До виконання робіт підвищеної небезпеки та потреба у професійному доборі, допускаються особи за наявності висновку психофізіологічної експертизи.

Особи, які ухиляються від проходження обов'язкового медичного огляду, притягаються до дисциплінарної відповідальності, відсторонюються від роботи без збереження заробітної плати.

Вимоги безпеки перед початком роботи

Одягти, привести в порядок свій спецодяг, спецвзуття, перевірити наявність і справність ЗІЗ, каску. Спецодяг повинен бути чистою і виключати можливість її захоплення обертовими частинами механізмів. Перед входом у виробничі цехи (приміщення) надіти захисну каску та інші засоби індивідуального захисту.

Перед початком зміни прибути на змінно-зустрічну збори і отримати завдання на проведення робіт. Ознайомитися з розпорядженнями і завданнями керівництва цеху, старшого майстра, майстра, з записами в журналі прийому-здачі змін

Дізнатися від працівника попередньої зміни про неполадки, які мали місце в роботі і залишилися не усуненими; вимагати належної здачі обладнання, робочого місця, закріпленої території. Перед початком роботи ретельно оглянути своє робоче місце, перевірити справність обладнання, приладів, запобіжних пристроїв, захисних огорожень і кожухів, повітро-продвідних шлангів, які блокують і сигнальних

пристроїв, наявність і справність інструменту, ключ-бирок, освітлення, вентиляції (кондиціонування повітря) "заземлення, перекриттів траншей; стан вилок, розеток, електропроводів, вимикачів, наявність засобів пожежогасіння тощо. Про виявлені недоліки доповісти безпосередньому керівнику і за його вказівкою усунути їх.

Шляхом пробних включень перевірити справність обладнання і усунути виявлені порушення. Якщо порушення самостійно усунути неможливо, не приступаючи до роботи, повідомити про це безпосереднього керівника для прийняття заходів і до усунення виявлених порушень не приступати до роботи.

5.1.3 Вимоги безпеки під час виконання роботи

Кожен працівник здійснює особистий контроль (самоконтроль) на своєму робочому місці в рамках інструкцій та інших документів, що діють на заводі, піклується про особисту безпеку, а таті про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території заводу.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо склалася виробнича ситуація, небезпечна для життя і здоров'я. При цьому необхідна присутність представників профспілкової організації та відділу охорони праці для встановлення даного факту і прийняття рішення.

Працівник (інженер, фахівець, робочий і т.д.) зобов'язаний:

- виконувати вимоги інструкцій з охорони праці (посадових інструкцій), знання і виконання яких є обов'язковим на його робочому місці (професії або виду робіт, посади); додержувати зобов'язань щодо охорони праці, передбачених колективним договором (угодою та трудовим договором) та правилами внутрішнього трудового розпорядку заводу;
- проходити в установленому порядку попередні та періодичні медичні огляди;
- співпрацювати з адміністрацією заводу з питань організації безпечних і нешкідливих умов праці, особисто вживати посильних заходів щодо усунення будь-якої виробничої ситуації, що створює загрозу його життю чи здоров'ю, або оточуючих

його людей і природному середовищу, повідомляти про небезпеку свого безпосереднього керівника або іншу посадову особу.

До виконання робіт приступати в справній, чистому спецодязі та інших засобах захисту. В процесі роботи використовувати безпечні прийоми праці, дотримуватись вимог чинних інструкцій. При перекладі на іншу (навіть тимчасову) роботу вимагати видачі спецодягу, встановленої нормами для цієї роботи. Чи не приступати до роботи без проведення інструктажу з безпеки праці, а таті, якщо умови її виконання суперечать вимогам безпеки.

Під час роботи дотримуватися задані режими і технологію ведення робіт, що виконуються, працює тільки справним інструментом, оснащенням, пристосуваннями, обладнанням. Робоче місце тримати в чистоті. Про всі неполадки, несправності обладнання, машин, інструменту, пристосувань, виявлених в процесі роботи, доводити до відома свого безпосереднього керівника, вживати заходів до усунення будь-якої виробничої неполадки.

У робочий час працівники заводу повинні знаходитися на своїх робочих місцях, переміщення по території заводу без причини або виробничої необхідності заборонено.

5.2 Правила безпеки праці

5.2.1 Основні вимоги електробезпеки

Забороняється проводити самовільно будь-які роботи і операції в електроустановках. Виробляти роботи в електроустановках повинен тільки електрик. Забороняється торкатися до будь-яких електропроводів, навіть до обірваних, незахищених частинам електроустановки. Перевіряти справність заземлення корпусів електроустановки, а також пов'язаних з ним верстатів і машин.

Рубильники та інші відкриті електропровідні частини електрообладнання повинні бути огорожені захисними кожухами. Силові шафи, шафи рубильників і т. П. повинні бути постійно і надійно закриті на замок.

Не працювати в темряві і при поганому освітленні. Підключення електроінструменту повинен робити тільки черговий електрик.

Перед роботою електроінструментом повинні бути перевірені:

- затягування гвинтів, що кріплять вузли і деталі електроінструмента (зовнішнім оглядом);
- справність редуктора шляхом повертання шпинделя електроінструмента (при відключенні від мережі); стан проводів, цілісність ізоляції, відсутність зламів жив, справність штепсельних з'єднань і вимикачів;
- справність заземлення корпусу, електроінструменту. При роботі електроінструментом корпус його повинен бути заземлений окремою жилою гнучкого переносного кабелю.

Робота повинна проводитися в діелектричних рукавичках, діелектричному килимку або в діелектричних калошах. В особливо небезпечних приміщеннях і при наявності несприятливих умов (тунелях, котлах) дозволяється працювати з напругою не вище 40 В з обов'язковим застосуванням захисних засобів (діелектричні рукавички, килимки і т. д.)

Особам, які користуються електроінструментом, забороняється передавати його навіть на нетривалий час іншим особам; розбирати електроінструмент і проводити самим будь-який ремонт, як самого електроінструмента, так і проводів, штепсельних з'єднань; триматися за провід електроінструмента або стосуватися обертового, ріжучого інструменту; видаляти руками стружку або тирсу під час роботи інструменту.

5.2.2 Вимоги пожежної безпеки

Кожен працівник на виробничій ділянці, в лабораторії, на складі, в адміністративному приміщенні незалежно від займаної посади зобов'язаний чітко знати і суворо виконувати встановлені правила пожежної безпеки, не допускаючи дій, які можуть призвести до пожежі або вибуху.

На території пожежонебезпечних об'єктів (якщо це не пов'язано з технологічним процесом виробництва), а також в місцях зберігання і переробки горючих матеріалів застосування відкритого вогню (багаття, факели) - Забороняється.

Кожне виробниче і адміністративно-побутова будівля забезпечується первинними засобами пожежогасіння. Для виробничих приміщень встановлена норма - 1 вогнегасник на 200 м², для адміністративно-побутових будівель - не менше 2-х

вогнегасників на поверх. Проходи, виходи, коридори, тамбури, сходові марші дозволяється захаращувати різними предметами та обладнанням. Всі двері евакуаційних виходів повинні вільно відкриватися в напрямку виходу з будівлі.

На випадок виникнення пожежі повинна бути забезпечена можливість безпечної евакуації людей, які перебувають у виробничих і адміністративних будівлях.

У цехах і лабораторіях, де застосовуються легкозаймисті та горючі рідини (ЛЗР і Ж) а також гази, необхідно передбачати, як правило, централізовану транспортування і роздачу їх на робочі місця. У всіх інших випадках для перенесення ЛЗР і ГР слід застосовувати безпечну, закриту металеву тару.

Для цехових комор нормативно встановлені допустимі кількості одночасного зберігання ЛЗР і ДЕК, фарб, лаків і розчинників. На робочих місцях можна зберігати тільки таку кількість матеріалів (у готовому до застосування вигляді), яке не перевищує змінну потребу. При цьому ємності повинні бути щільно закриті. Щоб уникнути вибуху забороняється палити або застосовувати відкритий вогонь поблизу місць застосування лакофарбових матеріалів, біля ацетиленових, пропанових балонів, чистити робочий одяг бензином і легкозаймистими рідинами.

Використані обтиральні матеріали в міру накопичення необхідно прибирати в металеві ящики з щільно закривається кришкою і після закінчення зміни видаляти з виробничих приміщень.

Протоки ЛЗР і Ж, різні масла і інші горючі рідини повинні негайно забиратися з допомогою піску або тирси і віддалятися в безпечне місце.

У виробничих і адміністративних будівлях забороняється:

- встановлювати на шляху евакуації виробниче устаткування, меблі, шафи, сейфи та інші предмети; прибирати приміщення із застосуванням бензину, гасу та інших легкозаймистих і горючих рідин;
- залишати після закінчення роботи ввімкнені електроприлади;
- виконувати обробку шляхів евакуації (коридори, сходові клітини, фойє) горючими матеріалами; виробляти відігрівання замерзлих труб, різних комунікацій паяльними лампами та іншими способами з застосуванням відкритого вогню;

– зберігати в приміщеннях цехів ємності з горючими рідинами, а також тару з під бензину, гасу, лаку і т. п.; категорично забороняється в місцях зберігання горючих рідин застосовувати відкритий вогонь; користуватися електронагрівальними приладами (електроплитками, електро-чайниками і т. п.) в пожежонебезпечних зонах виробничих, службових, складських та архівних приміщень, за винятком тих ділянок виробництва і установ, де користування цими приладами викликано виробничою необхідністю (за узгодженням з пожежною охороною);

– застосовувати протипожежний інвентар пожежних щитів та шаф не за призначенням або в господарських цілях.

Палити на території ПАТ «Інтерпайп НТЗ», а також об'єктах і в приміщеннях, що належать ПАТ «Інтерпайп НТЗ» за територією підприємства, заборонено!

Забороняється виробництво вогневих робіт без узгодження з об'єктової пожежно-рятувальною службою. Особи, винні в порушенні правил протипожежного режиму, в залежності від характеру порушень і їх наслідків несуть дисциплінарну, адміністративну або кримінальну відповідальність.

5.2.3 Вимоги безпеки в газонебезпечних місцях

Працівники, зайняті будівництвом, реконструкцією, налагодженням і експлуатацією об'єктів газового господарства повинні виконувати Правила безпеки в газовому господарстві підприємств чорної металургії.

До газонебезпечних робіт належать роботи, які виконуються в місцях з загазованого атмосферою або при яких можливе виділення газу і утворення середовища, здатної викликати отруєння або задуха працюють, а також може привести до вибуху або пожежі.

Газонебезпечні місця діляться на групи в залежності від ступеня газо-небезпеки (на заводі існують групи газонебезпечних місць III і IV групи).

До III-ї групи належать місця, де можливе виділення шкідливих домішок в кількостях, котрі перевищують санітарні норми, наприклад, чадний газ (СО) з'являється під склепіннями печей часто вище санітарної норми, тобто більше 0,02 мг/м³ повітря.

Експлуатаційний персонал, постійно працює в цих місцях, повинен мати газозахисну апаратуру. Місця розміщення її розміщення в спеціальних шафах. До IV групи належать місця, де можливе виділення тільки природного газу, наприклад робочі майданчики печей.

Пуск газу, приєднання нових газопроводів і ремонтні роботи на газопроводах і газове обладнання природного газу є газонебезпечними і повинні проводитися за нарядом-допуском і ПОР при ремонтах газопроводів навченими робітниками при наявності газозахисної апаратури в присутності газо-рятувальників.

Виділення, витік газів і шкідливих парів (метан, чадний газ, аміак, пари кислот і т. д.) може бути у пальників печей, на склепіннях печей, рекуператорів, близько ГРП.

Кожен працівник повинен знати перелік газонебезпечних місць в своєму цеху, який є в плані ліквідації аварійних ситуацій цеху і про які попереджають таблички, вивішені безпосередньо в газонебезпечних місцях. Кожен працівник при вступі і періодично, але не рідше одного разу на рік повинен ознайомитися з цеховим ПЛАС під розпис, крім цього, ПЛАС вивчається в цеху за затвердженим графіком під час навчальних занять і практичних тренуваннях.

Необхідно пам'ятати, що природний газ вибухо- і пожежонебезпечних, надає на людину задушливе дію, а у великих концентраціях - смертельно небезпечний. Чадний газ (СО) дуже отруйний, навіть в малих дозах.

Всі газонебезпечні місця позначені плакатами «Газ небезпечно» із зазначенням групи газо-небезпеки. Плакати вивішуються на видному місці. До обслуговування агрегатів, опалювальних природним газом, допускаються спеціально навчені особи, які мають відповідні посвідчення.

Ремонтні роботи в газовому господарстві виробляються тільки при наявності у відповідальних виконавців робіт наряду-допуску на виконання газонебезпечних робіт.

Без наряду-допуску, зробили роботу в газонебезпечних місцях забороняється. Працювати в газонебезпечних місцях всіх груп дозволяється не менш ніж двом працівникам, а при проведенні робіт в колодязях, резервуарах, тунелях - бригадою в складі не менше 3-х осіб.

При виконанні газонебезпечних робіт в темний час доби необхідно застосовувати переносні світильники у вибухозахищеному виконанні. При виконанні газонебезпечних робіт необхідно застосовувати молотки, кувалди та ін. інструмент з кольорового металу. При їх відсутності - можна користуватися звичайним інструментом, густо змастивши його солідолом або інший густим мастилом.

У разі різкого погіршення стану здоров'я або при отриманні незначної травми припинити виконання робіт, негайно повідомити безпосереднього керівника, а при його відсутності - бригадиру, або товаришеві по роботі і звернутися в пункт охорони здоров'я.

Підготувати обладнання, робоче місце до здачі. Прибрати інструмент і пристосування у відведене місце.

Повідомити змінника про неполадки, вжиті заходи, на що потрібно звернути увагу і які неполадки залишилися не усунуто. Після роботи необхідно вимити руки, прийняти душ і переодягнутися в чистий одяг в спеціально обладнаному приміщенні.

Раптовий вихід з ладу машин, механізмів, агрегатів під час їх експлуатації, що супроводжується порушенням технологічного процесу, руйнуванням або пошкодженням виробничих будівель, споруд, машин, обладнання та комунікацій - це аварійна ситуація.

Причинами аварій на виробництві (пожежа, вибух, загибель людей) можуть бути:

- раптове зникнення напруги на вводах цеху;
- надмірний нагрів окремих частин електрообладнання, контактних з'єднань, порушення ізоляції і т. д.;
- порушення правил пожежної безпеки.

При виникненні аварії або ситуацій, які можуть призвести до аварій або до нещасних випадків, негайно припинити проведення робіт, при необхідності зупинити обладнання, витягти ключ-бирку і прийняти (по можливості) самостійні заходи щодо забезпечення безпеки та відновленню нормальної робочої обстановки. Якщо це неможливо - попередити працюючих, вжити заходів до огорожі ділянки, вивести людей з небезпечної зони і надати першу долікарську допомогу постраждалим, паралельно

повідомити безпосереднього керівника або начальника зміни цеху, диспетчеру заводу по телефону.

Приймання та здавання зміни під час ліквідації аварії забороняється.

У разі виникнення пожежі:

– негайно повідомити диспетчеру ділянки пожежогасіння об'єктової пожежно-газорятувальної служби (далі - ОПГСС) про загоряння за телефоном 101 або 92-37, дати сигнал тривоги добровільну пожежну дружину, повідомити диспетчеру заводу по телефону 93-22, а таті керівництву підрозділу;

– вжити всіх заходів щодо евакуації людей, гасіння пожежі та збереження матеріальних цінностей;

– при необхідності викликати інші аварійно-рятувальні служби заводу (центральный пункт охорони здоров'я - телефон 103 або 92-55, газорятувальної ділянку ОПГСС - телефон 104, начальник зміни цеху енергозабезпечення - телефон 98-87).

При виникненні аварії з киснем або природним газом обов'язково виконання наступних заходів:

- виявив окриком попереджає всіх працюючих про аварію;
- вивести весь персонал в безпечне місце;
- повідомити в ОПГСС на газорятувальної ділянку по телефону 104 або 91-05 і диспетчеру ділянки пожежогасіння по телефону 101 або 92-37;
- припинити подачу газу на об'єкт, де є пропуск газу;
- повідомити безпосереднього керівника або іншій уповноваженій особі;
- провітрити приміщення.

У всіх випадках повинні виконуватися всі організаційно-технічні заходи, що забезпечують безпеку при виконанні робіт. При виникненні аварійних ситуацій, в період ліквідацій їх наслідків, а також під час виконання робіт можливе отримання різних пошкоджень і травм. Від правильності надання першої допомоги постраждалим залежить їх подальший стан здоров'я, тривалість лікування.

Працювати чесно і сумлінно, дотримуватися трудової дисципліни, своєчасно і точно виконувати вимоги розпоряджень і наказів власника або уповноваженого ним

органу, використовувати робочий час для продуктивної праці, не допускати запізнь і прогулів, утримуватися від дій, що заважають іншим виконувати їх трудові обов'язки.

Вивчити і дотримуватися політику заводу по забезпеченню якості продукції, щоб цілі у сфері якості, екологічну Політику, Політику і цілі у сфері гігієни та безпеки праці, Енергетичну Політику, щоб цілі у сфері енергоменеджменту.

Дотримуватися вимоги нормативних актів з охорони праці та навколишнього середовища, виробничої санітарії, гігієни праці та пожежної безпеки, передбачені відповідними правилами та інструкціями, працювати у виданому спеціальному одязі, спеціального взуття, користуватися необхідними засобами індивідуального захисту;

Вживати заходів щодо негайного усунення причин і умов, що перешкоджають або ускладнюють нормальне виконання робіт (простий, аварія) і негайно повідомляти про те, що трапилося безпосередньому або вищому керівнику.

Утримувати своє робоче місце, обладнання і пристосування і передавати їх змінному працівнику в порядку, чистоті і справному стані, а таті дотримуватися чистоти в цеху (лабораторії, відділі), на території заводу, дотримуватися встановленого порядку зберігання матеріальних цінностей і документів.

Ефективно використовувати машини, верстати та інше обладнання, дбайливо ставитися до інструментів, вимірювальних приладів, спецодягу та інших предметів, що видаються в користування працівникам, економічно і раціонально використовувати сировину, матеріали, енергію, паливо та інші матеріальні ресурси. Знижувати витрати на виробництво.

Виконувати вимоги наказів і інструкцій щодо забезпечення збереження комерційної таємниці та конфіденційної інформації.

Вести себе гідно, не допускати образливих, хуліганських дій. Не допускати випадків проносу алкогольних напоїв та наркотичних речовин на завод і їх вживання на території заводу, в тому числі і в неробочий час. Не допускати появу на роботі (в тому числі і в неробочий час) в стані алкогольного, наркотичного або токсичного сп'яніння.

Дотримуватися вимоги Інструкції про пропускний і внутрішньо-об'єктовий режим. Не допускати випадків передачі пропуску іншим особам, проникнення на територію поза прохідних.

При наявності на прохідних пристроїв (алкотестерів), заходячи на територію заводу, проходити контроль визначення концентрації алкоголю в організмі.

Перелік обов'язків (робіт), які повинен виконувати кожен працівник на роботі згідно з трудовим договором, визначається довідником кваліфікаційних характеристик професій працівників, а також технологічними, посадовими і робочими інструкціями і положеннями, затвердженими в установленому порядку.

При пересуванні по території заводу необхідно дотримуватися наступних правил безпеки:

- пересуватися згідно з схемами пішохідного руху – по тротуарах, спеціально призначених для пішоходів. Дотримуватися особливої обережності під час дощу, снігу, ожеледі;

- на автодорогах, де немає тротуарів, йти по лівій стороні назустріч транспорту, своєчасно сходити на узбіччя при підході автотранспорту, а після проїзду автотранспорту повернутися на дорогу і продовжити рух;

- бути уважним до сигналів різних видів транспорту, що попереджають про небезпеку, виконувати вимоги текстових і світлових знаків безпеки;

- пішоходи, які переносять громіздкі предмети, або особи, які ведуть велосипед або мопед, везуть візки і т.п., якщо їх рух тротуарами чи пішохідними доріжками створює перешкоду для інших учасників руху, можуть рухатися по краю проїзної частини в один ряд, своєчасно поступаючи дорогою наближається транспорту;

- у темну пору доби та в умовах недостатньої видимості пішоходи, які рухаються проїзною частиною чи узбіччям, повинні виділити себе, а за можливості мати на верхньому одязі світловідбиваючі елементи, для своєчасного їх виявлення іншими учасниками дорожнього руху;

- пішоходи повинні переходити проїзну частину по пішохідних переходах в тому числі підземних, а в разі їх відсутності - на перехрестях по лініях тротуарів або

узбіч. Якщо в зоні видимості немає переходу або перехрестя, дозволяється переходити дорогу під прямим кутом до краю проїзної частини в місцях, де дорогу добре видно в обидва боки, і лише після того, як пішохід упевниться у відсутності небезпеки;

- перед виходом на проїзну частину з-за транспортних засобів, які стоять, та будь-яких об'єктів, що обмежують оглядовість, пішоходи повинні впевнитись у відсутності транспортних засобів, що наближаються;

- чекати транспортний засіб пішоходи повинні на тротуарах, посадкових майданчиках, а якщо вони відсутні, на узбіччі, не створюючи перешкод для дорожнього руху;

- у разі наближення транспортного засобу з увімкненим проблісковим маячком червоного та (або) синього кольору і (або) спеціальним звуковим сигналом пішоходи повинні утриматися від переходу проїзної частини або негайно залишити її.

Пішоходам забороняється:

- виходити на проїзну частину, не впевнившись у відсутності небезпеки для себе та інших учасників руху;

- раптово виходити, вибігати на проїзну частину, в тому числі на пішохідний перехід;

- переходити проїзну частину поза пішохідним переходом, якщо є розділювальна смуга або дорога має чотири і більше смуг для руху в обох напрямках, а також в місцях, де встановлено огороження;

- затримуватися і зупинятися на проїзній частині, якщо це не пов'язано із забезпеченням безпеки дорожнього руху.

Забороняється проїзд в кузовах автосамоскидів, в тракторних причепах сідати на борт. Переходити залізничні колії тільки у встановлених місцях (переходи і переїзди), звертаючи увагу на попереджувальні сигнали і переконавшись у відсутності наближається транспорту. Завчасно відходити в безпечне місце при наближенні поїзда, складу, локомотива. Перебувати на відстані не менше 5-ти метрів від крайньої рейки при пропуску навантажених шлаковозів, візків з виливницями та інших.

Окремо стоять залізничні вагони обходити на відстані не менше 3-х метрів, не проходити між розчепленими вагонами, якщо відстань між ними менше 6-ти метрів. Чи не пролазити під стоять вагонами, вони можуть раптово прийти в рух.

Всі місця, де відстань від головки крайньої рейки до споруди або вантажу менше 2-х метрів вважаються негабаритним. Знаходження в таких місцях під час наближення рухомого складу забороняється.

При пересуванні по сходах, перехідних містках дотримуватися руками за поручневе огорожу. В'їзд на територію заводу особистим транспортом дозволяється за спеціальним графіком при наявності відповідного дозволу. Машина повинна знаходитися на обладнаній стоянці. Забороняється рух особистим транспортом по території заводу протягом робочої зміни. Швидкість руху при проходженні на автостоянку не повинно перевищувати 20 км / год.

Забороняється проходити на територію заводу, виходити за територію в невстановлених місцях, вхід і вихід здійснюється через прохідні (КПП). Забороняється проходити через виробничі приміщення інших цехів з метою скорочення шляху.

Забороняється користуватися навушниками і мобільними телефонами на території заводу в зв'язку з інтенсивним рухом автомобільного та залізничного транспорту для адекватного реагування на звукові сигнали (щоб не створювати загрозливих ситуацій). При необхідності передачі (отриманні) термінової інформації зупинитися на лівій стороні пішохідної доріжки, не заважаючи переміщенню працівників.

5.3 Висновок

В розділі охорона праці розглянуті правила безпеки охорони праці та пожежної безпеки на підприємстві ПАТ «Інтерпайп НТЗ», в саме - загальні відомості, вимоги санітарних норм і правил особистої гігієни, вимоги безпеки під час виконання роботи а правила безпеки праці а саме - основні вимоги електробезпеки, вимоги пожежної безпеки та вимоги безпеки в газонебезпечних місцях.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі в якості об'єкта керування обрана кільцева піч ПАТ "Інтерпайп НТЗ" №1, яка призначена для нагріву колісних заготовок до температури прокату.

Автоматизація кільцевої печі ПАТ "Інтерпайп НТЗ" № 1 включає в себе автоматичне керування, дистанційне керування, технологічний захист, тепловий контроль, технологічні блокування і сигналізацію.

Головною метою роботи є розробка моделі об'єкта керування – кільцевої печі ПАТ "Інтерпайп НТЗ" №1, призначеної для нагріву колісних заготовок до температури прокату, в залежності від 11 однакових каналів керування «продуктивність пальника – температура в зоні нагріву».

При проведенні дослідження з метою отримання параметрів в моделі кільцевої печі ПАТ "Інтерпайп НТЗ" № 1 всі інші вхідні і вихідні параметри мають бути не змінними і знаходитись у номінальному стані.

Автоматизація кільцевої печі ПАТ "Інтерпайп НТЗ" № 1 дозволить контролювати процес виробництва і отримати кінцевий продукт з заданими характеристиками, яка додатково матиме можливість фіксації та збереження параметрів роботи всього технологічного обладнання.

У кваліфікаційній роботі бакалавра об'єктом керування була обрана кільцева піч КП № 1 для нагріву колісних заготовок до температури прокату, яка використовується у технологічному процесі на ПАТ "Інтерпайп НТЗ".

Для синтезу підсистеми керування температурним режимом нагріву в III зоні кільцевої печі №1 були обрані необхідні сучасні апаратні засоби, розроблена функціональна схема автоматизації, розроблена схема принципова системи керування, складено перелік елементів до схеми електричної принципової.

При виконанні структурної ідентифікації, яка проведена на підставі експериментальних даних отриманих на об'єкті керування (динамічної характеристики, даних для побудови статичної характеристики, даних отриманих

при П-образному керуючому впливі) встановлено, що структурно модель об'єкта керування може бути представлена як аперіодична ланка другого з запізненням.

За результатами параметричної ідентифікації встановлено, що структура моделі об'єкта керування - III зони кільцевої печі № 1 відповідає аперіодичній ланці третього порядку без запізнення з наступними розрахованими параметрами: коефіцієнт підсилення 9,48; постійні часу 0,4; 347 та 504,6 с.

Комплексна перевірка на адекватність моделі до об'єкта керування за перевірочними даними об'єкта керування показала високу відповідність – майже 90 %, сильний кореляційний зв'язок близький до 1,0 та статистичний критерій Фішера 13 052 210 значно більшу критичного значення 2,706. Велике значення статичного критерію адекватності Фішера обумовлено великою кількістю вибіркового даних та одиничним значенням коефіцієнта кореляції.

Враховуючи аналіз технологічного процесу, структури об'єкта керування, характеристик отриманих за результатами експериментів, результатів структурної та параметричної ідентифікації та статистичного аналізу, отримана модель є адекватною до об'єкта керування – III зони кільцевої печі № 1 ПАТ "Інтерпайп НТЗ".

Модель об'єкту керування може бути використана для подальшої розробки системи керування за обраним каналом керування. Подальше вдосконалення моделі можливе у рамках більш детального аналізу впливів збурення, та модифікації програмного коду з метою підвищення швидкодії.

Отримана модель може бути використана для розробки програмного забезпечення системи керування.

При впровадженні проекрованої системи капітальні витрати складають до 2,5 млн. грн., час розробки ПЗ становитиме 3,5 місяці.

Річні експлуатаційні витрати, пов'язані з впровадженням системи становитимуть до 5,5 млн. грн.

В розділі охорона праці розглянуті правила безпеки охорони праці та пожежної безпеки на підприємстві ПАТ «Інтерпайп НТЗ», в саме - загальні відомості, вимоги санітарних норм і правил особистої гігієни, вимоги безпеки під

час виконання роботи а правила безпеки праці а саме - основні вимоги електробезпеки, вимоги пожежної безпеки та вимоги безпеки в газонебезпечних місцях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Грігорьев С.Н., Кільцеві печі для нагріву металу, К., 1999 р.
2. Довідник конструктора печей прокатного виробництва, під ред. С.М. Тимчака, К., 2005.
3. Кільцева піч, Режим доступу: http://vseslova.com.ua/word/%D0%9A%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%B5%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D1%96%D1%87-49222u
4. Егоров и др НМП КТАКМ.pdf., Режим доступу: chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php?file=/356281/mod_resource/content/1/%D0%95%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%20%D0%B8%20%D0%B4%D1%80%20%D0%9D%D0%9C%D0%9F%20%D0%9A%D0%A2%D0%90%D0%9A%D0%9C.pdf
5. Біленький А.М. Автоматичні управління металургійними процесами. О.М. Біленький, В.Ф. Бердишев, О.М. Блінов, В.Ю. Каганів. - К.: Металургія, 1989.
6. Газовий пальник Unigas Cinquecento R525A, Режим доступу: <https://teplobezgaza.com.ua/ua/gazovaya-gorelka-unigas-cinquecento-r525a/>
7. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.
8. ДСТУ Б.А.3.2-12:2009. Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляційні. Загальні вимоги ДНАОП 0.03-33.14-85. Санітарні норми допустимих рівнів шуму на робочих місцях.
9. Правила улаштування електроустановок Мінпаливвугілля України. – 2017 – 617с.
10. «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості на небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». № 528 - 2001.
11. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями, затверджені наказом Мінсоцполітики від 14.02.2018 № 207.

12. Охорона праці в галузі. Конспект лекцій для студентів Інституту електроенергетики. / Уклад. В.І. Голінько, В.Ю. Фрундін, Ю.І. Чеберячко, М.Ю. Іконніков. - Дніпропетровськ: Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», 2013. – 86 с.

13. Методичні рекомендації з виконання заходів стосовно охорони праці при роботі з ПЕОМ та розрахунку освітлення у дипломних проектах студентів усіх спеціальностей/ Уклад. В.І. Голінько, В.Ю. Фрундін, Ю.І. Чеберячко, М.Ю. Іконніков. - Дніпропетровськ: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2013.- 12 с.

14. ДСанПіН 3.3.2-007-98 Державні санітарні правила і норми. Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин

15. ДСТУ 7234:2011 Дизайн і ергономіка. Обладнання виробниче. Загальні вимоги дизайну та ергономіки

16. ДСТУ 7950:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце під час виконання робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги.

17. ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги

18. ДСТУ 3191-95 (ГОСТ 12 2.137-96) Обладнання для кондиціонування повітря та вентиляції

19. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу (затверджено наказом МОЗ України від 27.12.2001р № 528).

ДОДАТОК А

Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

| № рядка | Формат | Позначення | Найменування | Кількість аркушів | Шифр документу | Примітка | |
|-----------|--------|-------------------------|-------------------------|---|--|----------|---------|
| 1 | | | <u>Документація</u> | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | A4 | КФІВС.КВР.151.20.05.ПЗ | Пояснювальна записка | | ПЗ | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | <u>Графічна частина</u> | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | A2 | КФІВС.КВР.151.20.05.Е2 | Функціональна схема | | | | |
| 8 | | | автоматизації | 1 | Е2 | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | A2 | КФІВС.КВР.151.20.05.Е3 | Схема електрична | | | | |
| 11 | | | принципова | 1 | Е3 | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | A4 | КФІВС.КВР.151.20.05.ПЕ3 | Перелік елементів | 1 | ПЕ | | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | A4 | КФІВС.КВР.151.20.05.Д | Презентація | | Д | | |
| 16 | | | | | | | |
| 17 | | КФІВС.КВР.151.20.05.ВДЕ | Носій інформації | 1 | ВДЕ | | |
| 18 | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | |
| | | | Підп. | Дата | КФІВС.КВР.151.20.05.ТП | | |
| | | | | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | | | | | |
| Розробив | | Корж | 25.05.23 | Автоматизація температурного режиму у зоні кільцевої печі в умовах ПАТ "Інтерпайп НТЗ". | Літ. | Аркуш | Аркушів |
| П. конс. | | Соснін | | | | 1 | 1 |
| | | | | | Національний ТУ «Дніпровська політехніка», ЕТФ, 151-20СК-1 | | |
| Н. контр. | | Славінський | | | Відомість проекту | | |

ВІДГУКИ КОНСУЛЬТАНТІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ВІДГУК

кваліфікаційна робота бакалавра: «Автоматизація температурного режиму у зоні кільцевої печі в умовах ПАТ "Інтерпайп НТЗ"», студент гр. 151-20СК-1 Корж Віталій Валентинович

Об'єкт розробки – система автоматизації кільцевої печі ПАТ "Інтерпайп НТЗ" № 1, яка призначена для нагріву колісних заготовок однієї або двома печами (послідовна робота) до температури прокату.

Об'єкт дослідження – кільцева піч ПАТ "Інтерпайп НТЗ" № 1.

Предмет дослідження – математична модель кільцева піч ПАТ "Інтерпайп НТЗ" № 1.

Мета роботи - розробка моделі об'єкта керування для регульованої за температурою повітря в зоні нагріву в залежності від потужності газового пальника.

При проведенні експериментів з отримання параметрів моделі об'єкту керування всі інші параметри об'єкта керування були не змінними і знаходились у номінальному стані.

Виходячи з отриманих результатів можливо зробити висновок, що розроблена модель відповідає об'єкту керування, та може бути використана для подальшої розробки системи керування. Подальше вдосконалення моделі можливе у рамках більш детального аналізу впливів збурення, та модифікації програмного коду з метою підвищення швидкодії. Отримана модель може бути використана для розробки програмного забезпечення підсистеми керування.

Розглянуто техніко-економічного обґрунтування ефективності результатів розробки і впровадження підсистеми автоматичного керування.

Розглянуті правила безпеки охорони праці та пожежної безпеки на підприємстві ПАТ «Інтерпайп НТЗ», правил особистої гігієни, вимог безпеки під час виконання роботи, вимог пожежної безпеки та вимог безпеки в газонебезпечних місцях.

Цілі, поставлені перед кваліфікаційною роботою, повністю виконані.

ПЗ і графічна частина кваліфікаційної роботи виконана відповідно до вимог ГОСТ і ЕСКД, зауважень до проекту немає.

При виконанні кваліфікаційної роботи і ухваленні рішень проявлена висока міра самостійності, технічної грамотності.

Оцінки по розділах кваліфікаційної роботи - « _____ ».

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінку « _____ », а студент Корж Віталій Валентинович привласнення освітнього рівня «бакалавр» в галузі знань 151 автоматизація та приладобудування.

Керівник кваліфікаційної роботи, _____ доц. Соснін К.В.

___ .06.2023

РЕЦЕНЗІЯ

кваліфікаційна робота бакалавра: «Автоматизація температурного режиму у зоні кільцевої печі в умовах ПАТ "Інтерпайп НТЗ"», студент гр. 151-20СК-1 Корж

Віталій Валентинович

1. Завдання і зміст кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра відповідає основній меті - перевірці знань і ступеня підготовленості студента за спеціальністю «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».
2. Актуальність роботи полягає в тому, що розробка та дослідження нової системи керування дозволить зменшити вплив основних недоліків технологічного обладнання.
3. Отримана модель може бути використана за для розробки програмного забезпечення системи керування.
4. Повнота і глибина вирішення завдань, поставлених в завданні на кваліфікаційну роботу достатня.
5. В рамках кваліфікаційної роботи було визначено структуру об'єкта керування та побудована його модель.
6. В цілому кваліфікаційна робота ступеню бакалавра заслуговує оцінки «_____», за умови відповідного захисту.
7. Студент Корж Віталій Валентинович присвоєння їй кваліфікації «бакалавр» за спеціальністю «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Рецензент, _____

____.06.2023

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувачем кафедри
кіберфізичних та інформаційно-
вимірювальних систем

_____ Бубліковим А.В.

« _____ » _____ 2023 року

ВИСНОВОК

Про рівень запозичень у кваліфікаційній роботі бакалавра на тему «Автоматизація температурного режиму у зоні кільцевої печі в умовах ПАТ "Інтерпайп НТЗ», здобувача вищої освіти, групи 151-20СК-1 Корж Віталій Валентинович.

Загальний обсяг кваліфікаційної роботи без переліку посилань складає _____ сторінок. Програмне забезпечення використане для перевірки роботи “<https://unicheck.com>”. Рівень запозичень у роботі складає _____ %, що є меншим 40 % запозичень з однієї роботи та відповідає вимогам Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка».

Нормоконтролер,
посада, ас. каф. КФІВС
ступінь

(підпис)

Славінський Д.В.

(дата)