

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ П.В. Леонтьєв.
_____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

зі спеціальності 151- Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології на тему:
« Оптимізація процесу функціонування сатураційної вапняноспалювальної печі »

Керівник роботи:

к. т. н., доцент

Толбатов В.А.

Дипломник:

студент групи СУ.М-11

Яценко К.С.

Суми – 2023

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ П.В. Леонтєв.

_____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра студента

Яценка Костянтина Сергійовича

1. Тема проекту: Оптимізація процесу функціонування сатураційної вапняноспалювальної печі.
Затверджено наказом ректора СумДУ. № 1027-VI. від “07” листопада 2022 р.
2. Термін здавання студентом закінченого роботи “21” грудня 2022 р.
3. Вихідні дані кваліфікаційної роботи: звіт з переддипломної практики, наукові публікації, статті, технічна документація та перелік літературних джерел з матеріалами опису і автоматизації технологічного процесу добування сатураційного газу.

4. Зміст пояснювальної записки: вступ: аналіз рівня розвитку автоматизації, постановка мети та завдань розробки дипломного проекту; техніко-економічне обґрунтування: доведення економічної та технічної доцільності розробки та впровадження системи в виробництво; характеристика об'єкта автоматизації: аналіз процесу, визначення головних об'єктів керування, виявлення основних параметрів контролю; система автоматизації: опис всіх контурів регулювання та контролю системи; засоби автоматизації та програмне забезпечення: підбір засобів автоматизації: датчиків, індикаторів, ПЛК та програмного забезпечення для них; охорона праці: розгляд основних питань охорони праці пов'язаних з виробництвом; висновки: підведення підсумків розробки.
5. Перелік графічних матеріалів: 21 рисунок, 10 таблиць,, 5 схем.
6. Календарний план проектування

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання (початок - кінець)
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	03.10.2022 – 06.10.2022
2	Аналіз об'єкта автоматизації, вапнякоспалювальної печі	07.10.2022 – 15.10.2022
3	Розробка та реалізація контурів регулювання та контролю.	16.10.2022 – 20.10.2022
4	Підбір засобів автоматизації.	21.10.2022 – 14.11.2022
5	Розроблення основних схем та креслень.	15.11.2022 – 26.11.2022

6	Розрахунок економічної частини та розгляд питань охорони праці	27.11.2022 – 15.11.2022
7	Оформлення магістерської роботи та супровідної документації.	16.11.2022 – 21.11.2022

7. Дата видачі завдання " 02 " жовтня 2022 р.

Керівник роботи:

к. т. н., доцент

Толбатов В.А.

.

До виконання прийняв:

студент-дипломник

групи СУ.М-11

Яценко К

РЕФЕРАТ

Яценко Костянтин Сергійович. Автоматизація вапнякоспалювальної печі для отримання сатураційного газу. Магістерська робота. Сумський державний університет. Суми, 2023 р.

Магістерська робота містить 33 аркушів пояснювальної записки, 21 рисунок, 1 таблицю, конструкторську документацію, що містить 3 креслень. При виконанні дипломного проекту було використано 26 літературних джерел.

Спроектовано автоматизація вапнякоспалювальної печі для отримання сатураційного газу. Розроблено контури регулювання. Підібрано засоби автоматизації. Обрано промисловий логічний контролер. Розраховані основні параметри економічної ефективності системи. Розглянуто основні питання охорони праці на виробництві.

Основним результатом проектування є розробка автоматизованої системи для підвищення обсягу виробництва газу.

Ключові слова: вапнякоспалювальна піч, сатураційний газ, засоби автоматизації, контури регулювання, контроль параметрів системи, датчик.

ABSTRACT

Yatsenko Konstantin Sergeevich. Master thesis. Optimization of the operation process of the saturation lime incinerator. Sumy State University. Sumy, 2023

The master thesis contains 33 sheets of explanatory note, 21 figures, 1 tables, 1 appendix, design documentation containing 5 drawings. 27 literature sources were used in the implementation of the diploma project.

Automation of lime kiln for saturation gas production is designed. Control contours are developed. Automation tools are selected. An industrial logic controller is selected. The main parameters of economic efficiency of the system are calculated. The main issues of labor protection at work are considered.

The main result of the design is the development of an automated system to increase gas production.

Key words: lime kiln, saturation gas, means of automation, control circuits, control of system parameters, sensor.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	
ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВАПНЯКОСПАЛЮВАЛЬНОЇ ПЕЧІ	4
1.1. Характеристика об'єкта	4
1.2. Аналіз сучасного рівня автоматизації	5
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПРОЦЕСІВ ТА РІШЕНЬ	6
2.1. Аналіз технологічного процесу спалювання вапна	6
2.2. Аналіз технологічного процесу завантаження печі	8
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ	22
3.1. Визначення параметрів	22
3.2. Розрахунок параметрів	23
3.3. Створення математичної моделі та побудова перехідних характеристик системи	24
РОЗДІЛ 4. ОПИС РОЗРОБЛЕНОГО ПЗ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦІЛЕЙ РОБОТИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ	38
4.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера	38
4.2. Програмне забезпечення	41
4.3. Діагностика апаратури	44
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	49
ВИСНОВКИ	57
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АСУ – автоматизована система управління;

АСУ ТП – автоматизована система управління технологічним процесом;

ПЛК – програмований логічний контролер;

АРМ – автоматизоване робоче місце;

ЕОМ – електронно обчислювальна машина;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

МК – мікроконтролер;

ВМ – виконавчий механізм;

ПЗ – програмне забезпечення;

ПК – промисловий комп'ютер;

ЕОМ – електронна обчислювальна машина;

ПЛК – програмований логічний контролер;

ПУ – панель управління.

ВСТУП

Автоматизація технічних процесів є однією з ключових ланок загальної системи функціонування та розвитку будь-якої сучасної компанії.

В цій галузі заміна інтелектуальної праці людини машинами призводить до підвищення ефективності та якості технологічних рішень, скорочення умов їх реалізації, зниження витрат, більш повного використання наявних резервів підприємств у виробництві.

Системи, що забезпечують найвищий рівень ефективності та гнучкості, інженерної технології, помітно обмежують чисельність персоналу та зменшують вартість виробництва самого продукту. Незважаючи на досить складну світову економічну ситуацію, в галузі все одно триває технологічна модернізація, технічне оснащення та впровадження сучасних систем устаткування.

Світовий досвід та аналіз роботи підприємств свідчать, що неможливо підвищити якість продукції та знизити собівартість товару, без широкого впровадження сучасних систем управління обладнанням, технологічними комплексами та без створення систем керування виробничим підприємством. Сучасний стан розвитку систем управління, характеризується широким впровадженням керуючої мікропроцесорної техніки та комп'ютерно-інтегрованих систем.

Виробництво цукру має безперервний характер, це цикл взаємопов'язаних фізичних і хімічних процесів. Буряковий потік, бурякові стружки та технологічний сік є основними матеріальними потоками заводу. При застосуванні системного підходу автоматизація виробництва дає кращі результати тільки при ретельному вивченні властивостей об'єктів автоматизації та розробці функціональної структури, як набору функцій, які виконує система.

Після його впровадження, а також експлуатації програмно-технічних комплексів, побудованих на базі мікропроцесорного обладнання, змінилися умови праці техніків-операторів. Працюючи на автоматизованому робочому місці, створеному на базі персонального комп'ютера (ПК) або операторської станції. Оператор отримує інформацію про стан об'єкта та систему управління ним у зрозумілій формі, що сприяє своєчасному реагуванню та ефективним діям.

Масштаби автоматизації вимагають збільшення високопродуктивних методів налагодження, котрі засновані на передових технологіях. Прогресивна автоматизація

технологічного процесу та контролю його основних параметрів, висуває підвищені вимоги до чіткості та безпомилкової роботи обладнання, вимірювань та точності системи. Керування значною мірою залежить від високоякісного підбору інструментів автоматизації. Від цього залежить покращення якості процесу, висока продуктивність і довговічність робочої системи.

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВАПНЯКОСПАЛЮВАЛЬНОЇ ПЕЧІ

Україна посідає одне з перших місць у світовому рейтингу з виробництва цукру. За переробкою цукрових буряків країна посідає третє місце в Європі після Франції та Німеччини. Цей сектор є однією з найбільш стратегічних харчових галузей країни і являє собою величезний агропромисловий комплекс, який об'єднує не тільки еліту і виробників цукрових буряків і цукрової тростини на цукрових заводах і комбінатах, а й заводи, сервісні підприємства і побічні продукти, такі як меляса, патока і жом. Данна, індустрія випалювання вапняку - це дуже складний технічний процес.

Цукровий завод - це комплекси технічного обладнання, які розділяють етапи виробництва. Один з перших комплексів на цукрових заводах, вапняковипалювальні печі для виробництва насиченого газу [22]



Рисунок 1.1 - Зовнішній вигляд печі

Вапняне молоко і насичений газ використовуються для очищення несолодкого вмісту дифузійної рідини. Вапняне молоко виробляється з очищеного вапна, яке отримують шляхом випалювання вапняку. При спалюванні вапняку утворюється вуглекислий газ,

який при змішуванні з повітрям і продуктами згоряння перетворюється на насичений газ.

Для випалювання вапняку використовують шахтні печі (рис. 1.1) з циліндричними вертикальними шахтами висотою 18 м і діаметром 5 м. Стіни шахти викладені вогнетривкою цеглою і додатковим шаром ізоляції з борошна-самосита і будівельної цегли.

[1] [СУ-61.6.151.19]

1.2 Аналіз сучасного рівня автоматизації

При розробці роботи було проведено аналіз існуючих систем автоматизації газової печі, наприкладі вапнякового відділення Козівського цукрового заводу. Потужністю 3000 тон буряків на добу, фактична потужність цукрового заводу становить 1500 тон буряків на добу. Нове вапнякове відділення працює вже більше 10 років і весь цей час завод не може забезпечити себе якісним вапняним молоком і газом. Навіть при 50% проектної потужності побудованого цеху, тисячі квадратних метрів, нових приміщень заставлені застарілим обладнанням.



Рисунок 1.2 - Зовнішній вигляд печі Козівського заводу

Даний цех створений на базі радянських рішень і є морально устарілим. Якість проходження технологічних процесів не відповідає нормам. Зважаючи на ціну палива, реальні об'єми виконаної роботи та кількість перепалу. Можемо зробити висновок про неефективність системи. Витрати які зазнає підприємство, збільшує вартість продукції майже в два рази.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПРОЦЕСІВ ТА РІШЕНЬ

У шахті матеріал проходить через три технологічні зони зверху вниз: зону нагріву, зону горіння та зону охолодження. У зоні нагрівання сировина нагрівається від температури навколишнього середовища до 900 секунд, а продукт рухається до зони горіння за рахунок нагрівання газу. Паливо і вапняк поміщаються на вапно і вуглекислий газ при температурі 1000-1400 в зоні охолодження, а температура вапняку знижується до 80-100. Масові, напівгазоподібні, газоподібні та рідкі, з основними вимогами для більш ефективного спалювання

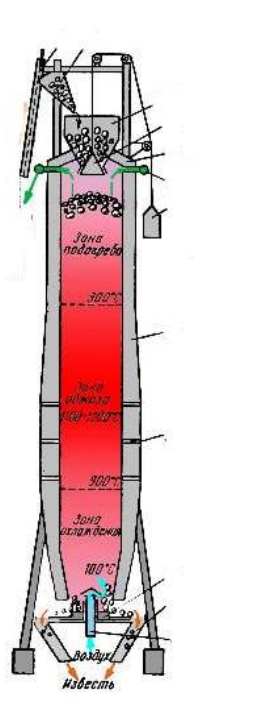


Рисунок 2.1 - Температурні зони печі

Температура топкового газу на виході з топки є показником положення зони горіння при температурі топкових газів 100-120 с зона горіння розташована на оптимальній висоті шахти печі підвищення цієї температури вище зазначеного діапазону є ознакою зміщення зони горіння вгору зниження температури пічного газу нижче зазначеного діапазону є ознакою руху зони вниз переміщення зони горіння

призводить до погіршення всіх показників печі збільшення допалювання зниження концентрації CO₂ надмірне використання палива та вапняку зниження потужності печі [2] [СУ-61.6.151.19].

У зоні нагріву швидкість підвищення температури вапняку залежить від витрати продуктів згорання. Для кожної топки коефіцієнт споживання кисню $\alpha = 1,2-1,3$, а висота зони нагріву 4-5 м, а для $\alpha = 2,2-2,6$ знижується до 0,5 - 1 м. Це призводить до розширення зони горіння, але швидкість дисоціації карбонату кальцію сповільнюється через зниження температури горіння до 900-920 С.

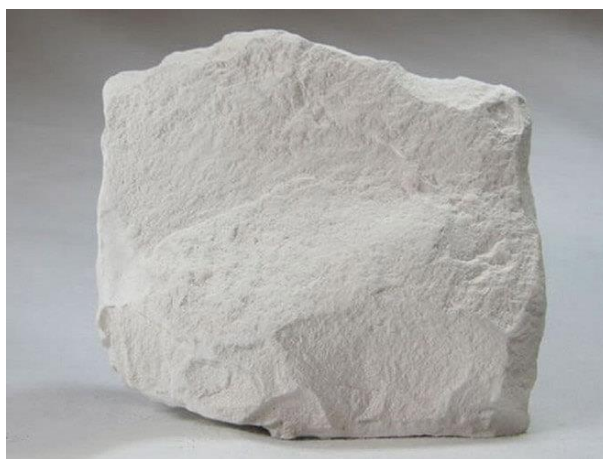


Рисунок 2.2 - Зовнішній вид фракції вапна

На нижній межі зони горіння протиточної печі спостерігалось різке зниження температури матеріалу, що пояснювалось надходженням холодного повітря знизу. Розрахунки, засновані на моделі дисоціації, показують, що в цій області нижче 1000°C і ступеню дисоціації 80-85% подальше випалювання практично припиняється, що унеможлиблює отримання відповідних продуктів.

Результати показують, що за рахунок створення зони адіабатичного старіння ступінь випалу можна збільшити лише на 1-2%. За рахунок використання прямого потоку газу і матеріалу розширюється зона горіння, що дозволяє збільшити продуктивність печі на 10-15% і досягти більш високого ступеня повного зневуглицювання вапняку.

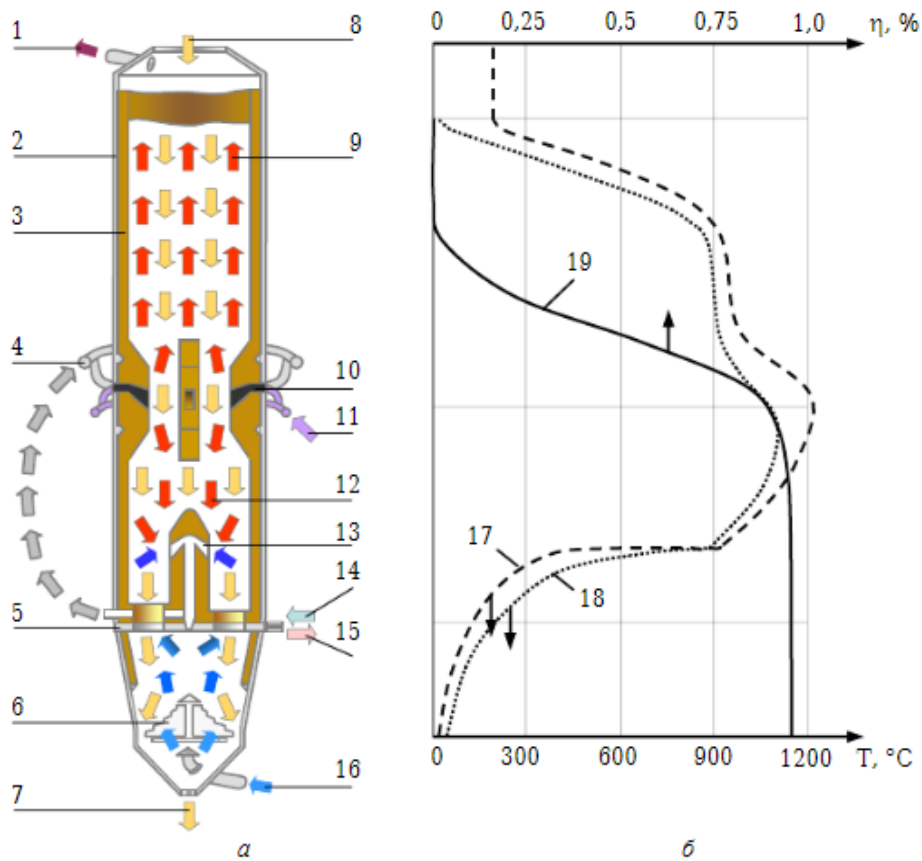


Рисунок 2.3 - Розподіл температури та ступеню обробки

2.2. Аналіз технологічного процесу завантаження печі

Для завантаження шахтних печей сировиною й твердим паливом застосовують скіпові, кабельні й конвеєрні завантажувальні пристрої. Найбільш широко поширений скіповий завантажувальний пристрій. [21]

Для забезпечення рівномірного розподілу великих та малих фракцій сировини та твердого палива в поперечному перерізі печі та її герметизації під час завантаження використовують механізм завантаження шихти.

Завантаження печі протікає таким чином, паливо подається із бункера запасу палива за допомогою транспортера, йде до дозатора палива, до заданої ваги. При дозуванні враховується помилка набору та збору палива, котра при наступному разі

дозування враховується. Каміння подається із бункера запасу каміння, дозується, йде одночасно с включеним дозатором палива по транспортеру шихти. [2] [СУ-61.6.151.19].

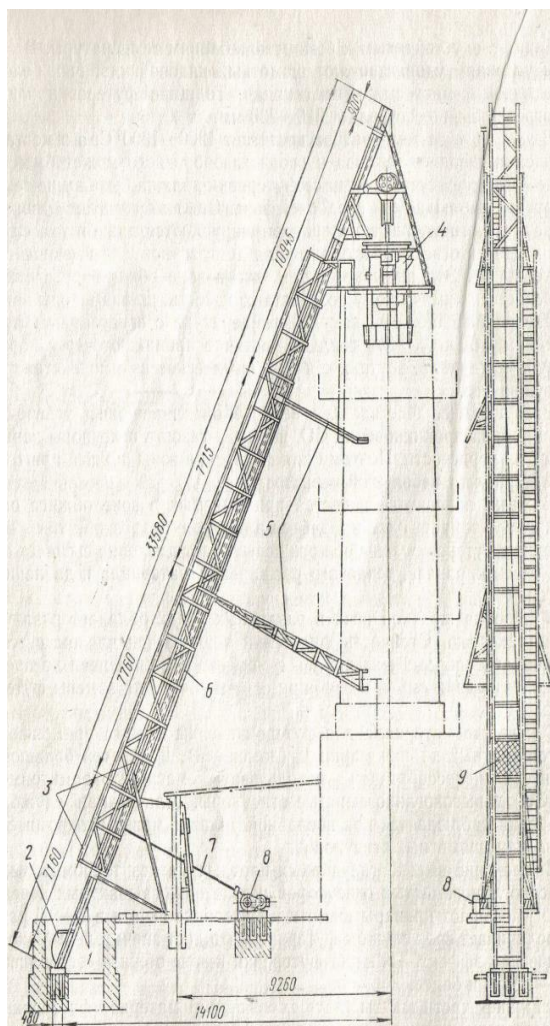


Рисунок 2.4 - Скіповий завантажувальний пристрій

1- транспортер палива, 2- дозатор палива, 3- СКІП, 4- транспортер шихти.

При нижньому положенні скипа заряду подається команда на дозування заряду в скіп включений конвеєр шихти конвеєр відсіву каменю контролюється їх робота включені прилади обліку палива і каміння вимірювач палива управляється частотним трансформатором автоматично підбираючим таку частоту вивантаження щоб дозатор каменів відключався одночасно з дозатором палива для рівномірного розподілу заряду після набору заряду скіп очікує сигнал про низький рівень заряду в плиті коли цей сигнал пройде скоп руху переміститься вгору до завантажувального бункера у момент

руху скипа заряду по горі відбувається поворот бункера на заданий кут і підйом казенника заряджаючого пристрою.[2,ст. 680] [СУ-61.6.151.19]. [22]

Для забезпечення нормального функціонування печі необхідно:

1. Слідкувати за правильністю дози палива, що завантажується в ковш. (Доза палива - це відношення ваги палива до ваги вапняку в ковші). При роботі на коксі ця доза повинна бути 6,5-7,0%, при роботі на антрациті 6-6,5%. Перевищення дози палива зазвичай приводить до перепапу вапна, зниження концентрації CO₂, зменшення продуктивності печі [3] [21]

2. Забезпечити рівномірне завантаження печі і підтримання рівня шихти на протязі всієї роботи печі. Відпускання рівня з наступним прискореним завантаженням, а також робота зі знизеним рівнем приводить до зменшення якості, скорочує висоту зони підігріву і тому вапняк, який завантажується на цей рівень, виходить з печі з недопалом.

3. Контролювати температуру спалювання по зонам. Кожна температурна зона є індикатором правильності проходження технологічного процесу.

[СУ-61.6.151.19].

Цей процес не є складним, але він вимагає досить високої точності дозування та інших параметрів. Тому необхідно дуже ретельно контролювати всі технологічні процеси, оскільки якість вихідної продукції підприємства, залежить від якості його протікання

У даному проекті розглядається автоматизація таких основних контурів в газовій печі:

- 1) Контроль рівня шихти в печі
- 2) Контроль положення СКІПу
- 3) Контроль температури в печі
- 4) Контроль тиску сатураційного газу
- 5) Контроль ваги шихти
- 6) Контроль температури сатураційного газу

Таким чином, якщо підтримувати вище згадані параметри в потрібних для нормального протікання технологічного процесу межах, то якість самого продукту буде на вищому рівні [СУ-61.6.151.19] [21]

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

Автоматизація газових печей включає в себе управління двигунами, насосами і пристроями автоматичного захисту, а також налаштування, моніторинг, запис і сигналізацію ключових параметрів.

Систему управління місцезнаходженням прийнято розділяти на два режими: позиціонування і відстеження. Позиціонування – це режим роботи позиційного керування, при якому завданням керування є переміщення механізму (робочого органу) з одного положення в інше з необхідною швидкістю за допомогою електроприводу.

Для розрахунку необхідно паспортні дані швидкості обертання двигуна, задані в об/хв, перевести в рад/сек, тобто записати їх в системі СІ, див. (табл. 3.1):

$$\omega(\omega') = \frac{\pi \cdot \omega(\omega')}{30} \quad (3.1)$$

де $n(n')$ – номінальна (максимальна) швидкість обертання.

Величина КФ визначається як

$$K\Phi = \frac{U_n - I_n \cdot R_{я}}{\omega}, \quad (3.2)$$

де U_n – номінальна напруга ($U_n = 220$); I_n , $R_{я}$ – номінальний струм і опір якорного ланцюга двигуна.

Величини коефіцієнтів посилення датчиків струму $K_{дс}$ і швидкості $K_{дш}$ визначаються виразами

$$K_{дс} = \frac{U_{max}}{\lambda \cdot I_n}, \quad (3.3)$$

$$K_{дш} = \frac{U_{max}}{\omega'}, \quad (3.4)$$

де λ – перевантажувальна здатність двигуна (приймаємо $\lambda = 2,5$), U_{max} – максимально допустима вихідна напруга регуляторів.

Виходячи з того, що більшість операційних підсилювачів живляться напругою $\pm 12\text{В}$, приймаємо $U_{\max} = 5\text{В}$.

Механічна постійна часу розраховується за формулою:

$$T_M = \frac{J \cdot R_{\text{я}}}{(K\Phi)^2}. \quad (3.5)$$

Контур контролю та регулювання подачі палива:

Здійснений таким чином, з бункера подачі палива до дозатору, подається шихта, де вона зважується за допомогою автоматичних вагів СВЕДА ВП- 305 та вагового процесору ПВ 310. Потім точна, дозована фракція шихти потрапляє на конвеєр, де встановлені індуктивні датчики положення Schneider XS1N18PA34L1 сигнал з якого надходить до контролера з ЕОМ. Контролер формує керуючий вплив на частотний перетворювачі Lenze ESMD183 L4TXA, які безпосередньо керує двигуном конвеєра. [СУ-61.6.151.19]. [22]

$$P_{\text{двиг}} = (2q_{\text{л}} + q_{\text{ГР}} + 2q_{\text{РОЛ}})La + (J_{\text{дв}} i_{\text{ред}}^2 + J_{\text{прив}}) \omega / R_{\text{ГР}}^2,$$

$$P_{\text{АЕГ}} = M_i i_{\text{дв}} \eta_{\text{дв}} / R_{\text{ю}},$$

$$M_i = 9550 P_i / n_i.$$

Рисунок 3.1 – Розрахунок потужності двигунів контролю та регулювання подачі палива

$$d_n = \frac{t}{\sin\left(\frac{180^\circ}{z}\right)} = \frac{80}{\sin\left(\frac{180^\circ}{8}\right)} = 209,05 \text{ мм},$$

$$n_r = \frac{60 \cdot 1000 v}{\pi d_n} = \frac{60 \cdot 1000 \cdot 2,50}{3,14 \cdot 209,05} = 228,4 \text{ мин}^{-1}.$$

Рисунок 3.2 – Розрахунок приводу контролю та регулювання подачі палива

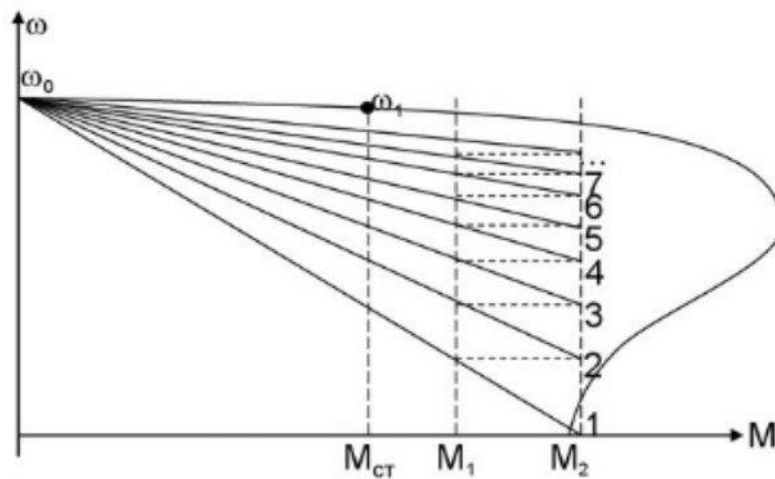


Рисунок 3.3 – Розрахунок приводу контролю та регулювання подачі палива

Головна задача контурів контролю та регулювання подачі палива та шихти, це збільшення корисного об'єму . Тобто, робочого рівня сатураційної печі.

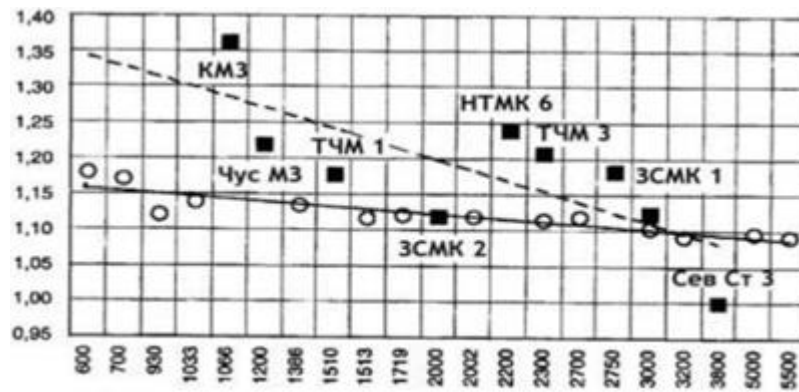


Рисунок 3.4 – Динаміка зміни розпаду при збільшенні робочого рівня печі

Визначимо коефіцієнт передачі тиристорного перетворювача K_{Π} з таких міркувань. Якщо прийняти, що максимальний вихід регулятора 5В забезпечує подачу на двигун 220В, то коефіцієнт передачі випрямляча буде дорівнювати:

$$K_{\Pi} = \frac{U_{н}}{U_{max}} = \frac{220}{5} = 44. \quad (3.6)$$

Насправді випрямляч повинен мати запас по напрузі, щоб забезпечити форсування в системі регулювання. Тому номінальну напругу якоря двигуна 220В має відповідати меншій вихідній напрузі регулятора, наприклад 8В. Тоді отримаємо з формули (3.6):

$$K_{\Pi} = \frac{220}{8} = 27,5.$$

У цьому випадку максимальний вихідний сигнал регулятора дає можливість подати на двигун 275В, що забезпечить необхідну швидкість системи.

В ході проведення розрахунків та технічної реалізації роботи, можна отримати такі зміни.

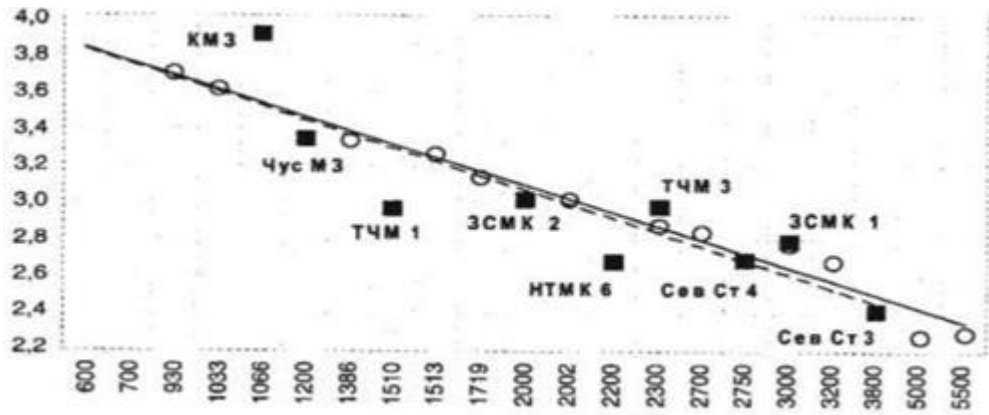


Рисунок 3.5 – Динаміка зміни корисної висоти при збільшенні робочого рівня печі

3.2. Розрахунок параметрів

Враховуючи формули з пункту, який вище починаю розрахунок параметрів регулятора.

Швидкості обертання двигуна з формули (3.1):

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 1180}{30} = 123,51 \frac{\text{рад}}{\text{сек}},$$

$$\omega' = \frac{\pi \cdot n'}{30} = \frac{3,14 \cdot 3600}{30} = 376,8 \frac{\text{рад}}{\text{сек}}.$$

Величину КФ визначаємо з формули (3.2):

$$КФ = \frac{U_n - I_n \cdot R_{я}}{\omega} = \frac{220 - 26 \cdot 1,14}{123,51} = 1,765.$$

Величини коефіцієнтів посилення датчиків струму і швидкості з формул (3.3 і 3.4):

$$К_{ДС} = \frac{U_{max}}{\lambda \cdot I_n} = \frac{5}{2,5 \cdot 26} = 0,077,$$

$$К_{ДШ} = \frac{U_{max}}{\omega'} = \frac{5}{952,47} = 0,04.$$

Механічну постійно часу розраховуємо за формулою (3.5):

$$T_M = \frac{J \cdot R_{\text{я}}}{(K\Phi)^2} = \frac{0,0327 \cdot 1,14}{1,765^2} = \frac{0,015162}{3,115225} = 0,012 \text{ с.}$$

Контур керування насосом

Відбувається з контролера, що формує керуючий вплив на частотний перетворювачі Lenze ESMD183 L4TXA, які безпосередньо керує насосом в трубопроводі, що перекачує газ. Про роботу насоса контролер сигналізує відповідною сигнальною арматурою, розташованою на щиті. [СУ-61.6.151.19]. [22]

Будь-яку інформацію з приводу проходження технологічного процесу, контролер передає на ПЕОМ оператора. Оператор має можливість не відходячи від свого робочого місця керувати насосами, бачити значення технологічних параметрів, змінювати завдання тощо. [СУ-61.6.151.19]. [22]

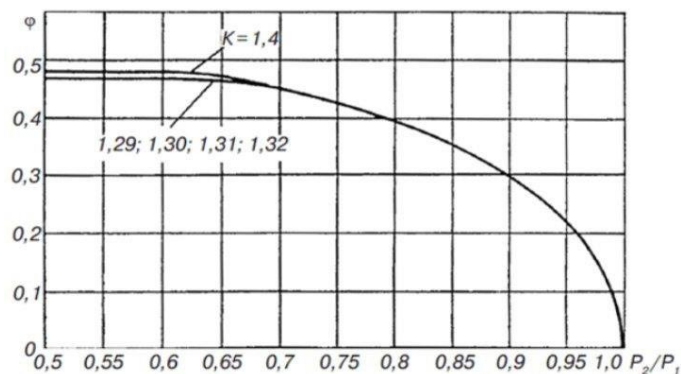


Рисунок 3.6 – Розрахунок регулятора тиску сатураційного газу

$$Q = \frac{Kv \times 535}{\sqrt{\frac{\rho \times T}{(P_1 - P_2)P_2}}}$$

Рисунок 3.7 – Розрахунок регулятора витрати сатураційного газу

$$Q = \frac{K_v \times 267,5 \times P_1}{\sqrt{\rho \times T}}$$

Рисунок 3.8 – Розрахунок регулятора витрати сатураційного газу

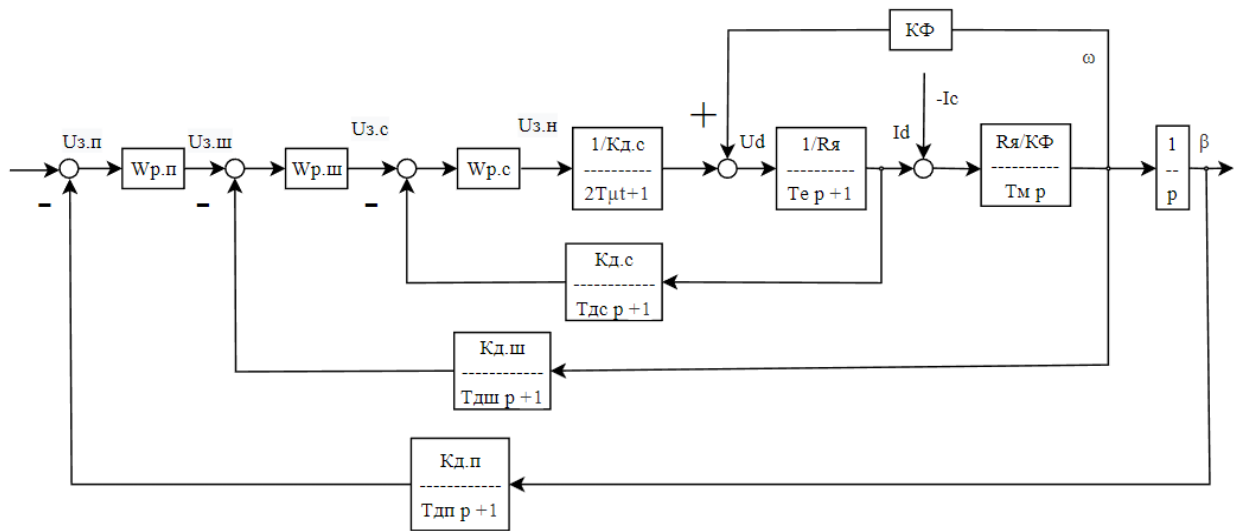


Рисунок 3.9 – Структурна схема системи

Використовуючи параметри структурної схеми внутрішнього контуру струму, запишемо співвідношення:

$$W_{PC}(p) \cdot \frac{K_{\Pi}}{T_{\mu\tau}p+1} \cdot \frac{K_{дс}}{T_e p+1} = \frac{1}{2T_{\mu\tau}p \cdot (T_{\mu\tau}p+1)} \quad (3.7)$$

звідки визначається передавальна функція регулятора струму:

$$W_{PC}(p) = \frac{T_e R_{я}}{2T_{\mu\tau} K_{\Pi} K_{дс}} + \frac{R_{я}}{2T_{\mu\tau} K_{\Pi} K_{дс} p} \quad (3.8)$$

З виразу (3.8) випливає, що регулятор струму складається з паралельного з'єднання підсилювальної і інтегруючої ланки, тобто є пропорційно інтегральним. Початкові дані, що входять до виразу (3.8), визначені в додатку. Підставивши числові значення, отримаємо:

$$W_{PC} = \frac{0,012 \cdot 1,14}{2 \cdot 0,003 \cdot 44 \cdot 0,077} + \frac{1,14}{2 \cdot 0,003 \cdot 44 \cdot 0,077 \cdot p} = \frac{0,674p + 56,136}{p}$$

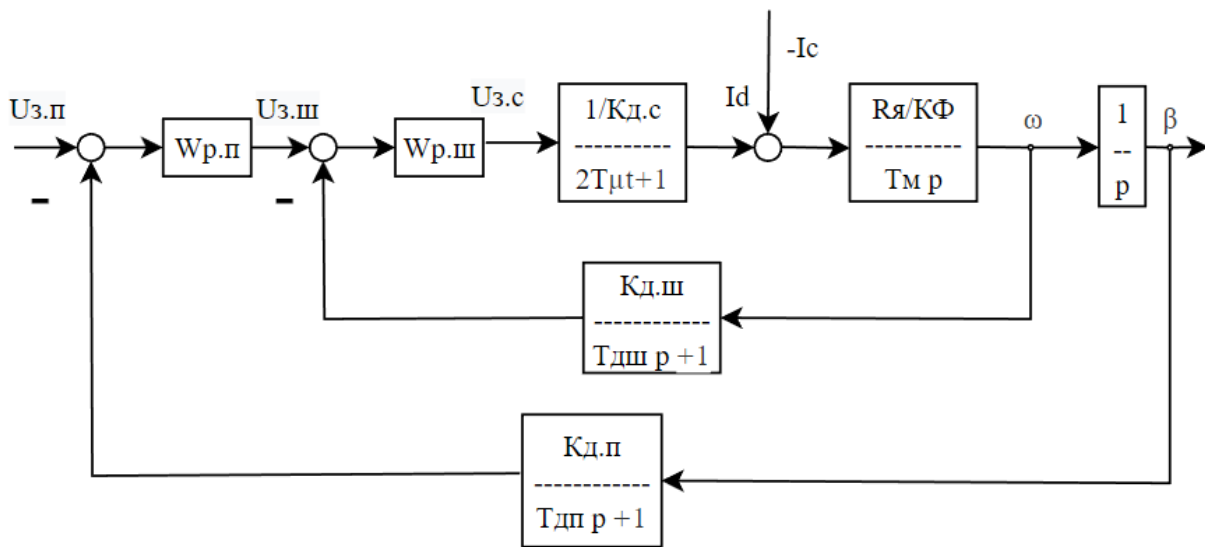


Рисунок 3.10 – Структурна схема системи регулювання з оптимізацією

Мала некомпенсуюча постійна часу в загальному випадку визначається вираз $T_{\mu c} = 2T_{\mu T} + 0,5 * T_{DC}$:

$$W_{PC}(p) \cdot \frac{R_{я}}{K_{\Phi} \cdot T_{м}} \cdot \frac{K_{дш}}{K_{дс}(T_{\mu c} p + 1)} = \frac{1}{2T_{\mu c} p \cdot (T_{\mu c} p + 1)} \quad (3.9)$$

звідки

$$W_{PC}(p) = \frac{K_{дс} \cdot T_{м} \cdot K_{\Phi}}{2T_{\mu c} \cdot R_{я} \cdot K_{дш}} \quad (3.10)$$

Некомпенсуючу постійну часу контуру швидкості, так само як і контуру струму, будемо визначати без урахування інерційності зворотного зв'язку ($T_{дш} = 0$).

Отже, $T_{\mu c} = 2T_{\mu T} = 2T_{\mu} = 2 * 0,003 = 0,006$ с.

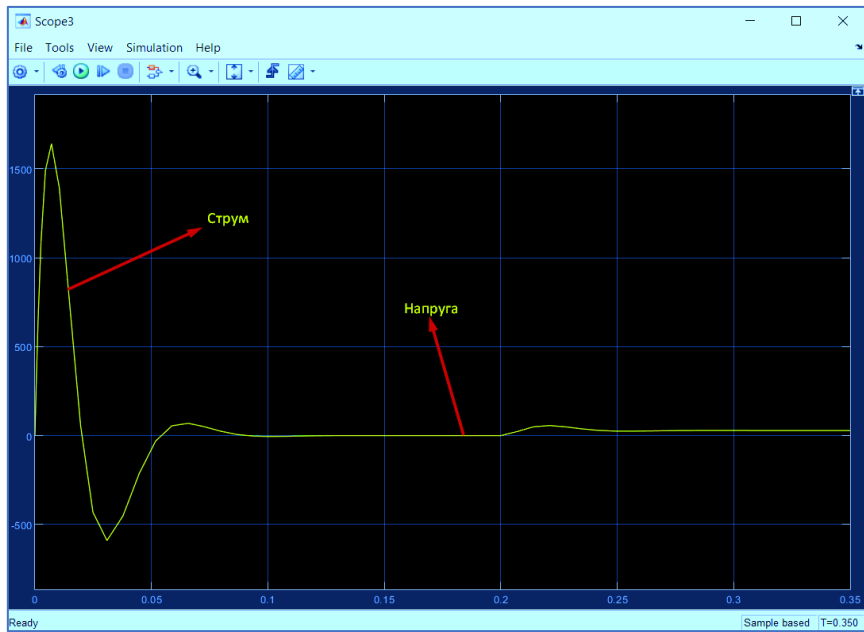


Рисунок 3.11– Зміна струму при подачі керуючого і обурюючого впливів

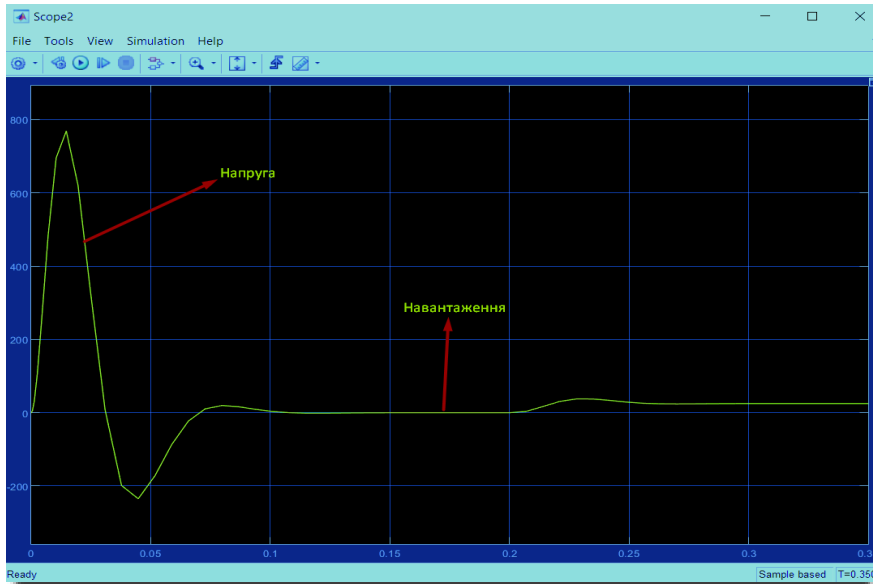


Рисунок 3.12 – Зміна напруги перетворювача при подачі керуючого і обурюючого впливів

ПІ-регулятор, реалізований у пакеті MatLab, містить блок насичення, який обмежує значення виходу контролера таким чином, щоб завдання перетворювача (SIFU) не перевищувало $\pm 10V$. Крім того, інтегратор охоплений зворотним зв'язком через нелінійний елемент (блок таблиці перегляду) і перемикач (перемикач), коли вихідний сигнал регулятора досягає насичення.

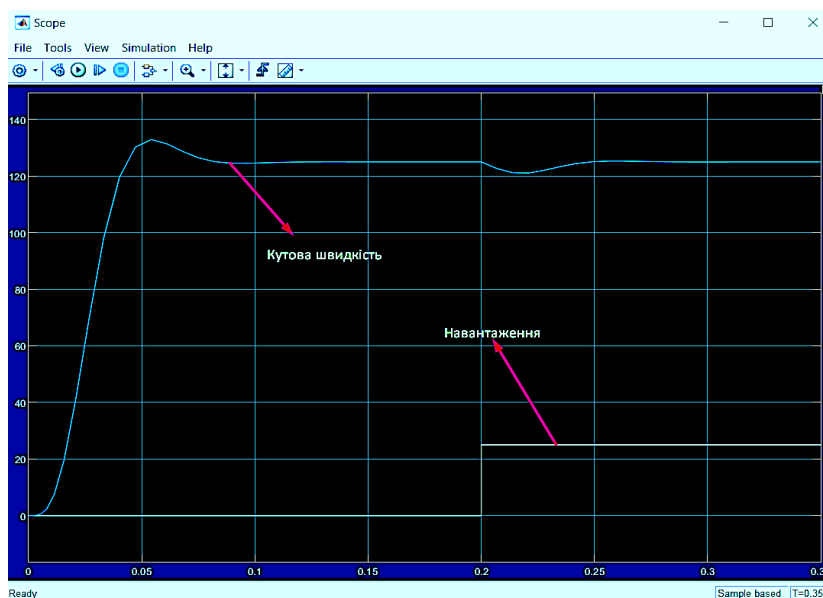


Рисунок 3.13 – Зміна кутової швидкості при подачі керуючого і обурюючого впливів з фільтром в каналі завдання швидкості

При проектуванні нових і дослідженні існуючих дискретних систем керування застосовується кілька способів, які укладаються у два підходи.

Перший підхід полягає в тому, що проектувана система спочатку представляється традиційним способом (графом, блок-схемою алгоритму), потім вона моделюється мережею Петрі, аналіз якої дозволяє виявити вади й модернізувати мережу.[6]

Другий підхід протилежний першому. Проектування починається зі створення мережі Петрі, її дослідження й звільнення від вад, а потім по мережі будується традиційний алгоритм.

При реалізації першого підходу для правильного перекладу блок-схеми алгоритму в мережу Петрі необхідно кожен дугу вихідної програми представити вершиною-місцем у мережі Петрі, а вузли блок-схеми (аналіз умов, роз-в'язок, уведення, вивід і т.д.) замінити переходами (рис. 2.1).

Для успішного застосування мереж Петрі з метою моделювання програм потрібна різна інтерпретація умов і позицій (місць), подій і переходів. Мережі Петрі можуть також застосовуватися для моделювання апаратних засобів від простих логічних пристроїв до процесорів і ЕОМ.

Якщо моделюється кінцевий автомат, то початкова розмітка задається однією фішкою, що поміщається в початковий стан автомата. Кожному стану автомата зіставляється місце в мережі Петрі, а кожна дуга розрізається пере ходом і позначається тим же символом, яким позначена дуга на графові переходів автомата.[7]

Розглянемо процес автоматичної зміни інструмента на токарському верстаті із ЧПУ. На токарських верстатах інструментальні магазини виконують у вигляді револьверної головки, у гніздах (позиціях) якої розміщуються від 6 до 12 інструментів.

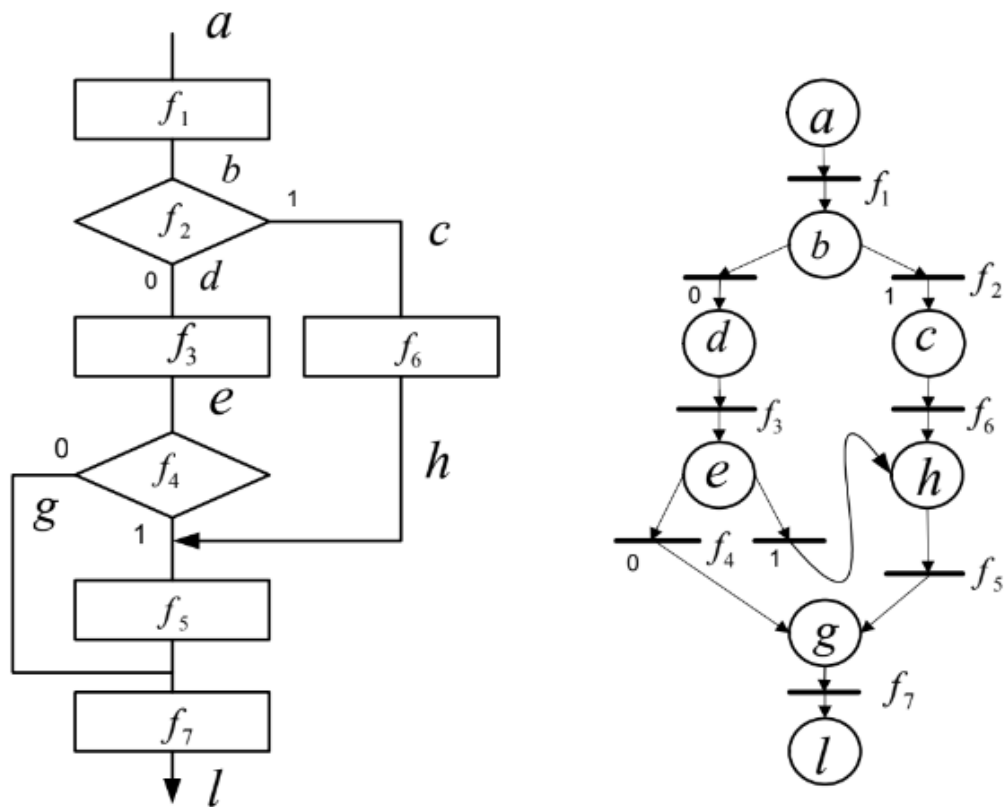


Рисунок 3.14 – Приклад перекладу блок-схеми алгоритму в мережі Петрі

Зміна інструмента проводиться шляхом обертання головки навколо осі, розташованої в горизонтальній або вертикальній площині. Напрямок повороту визначається шляхом вибору меншої величини кута між вихідною й заданою позицією. При виконанні повороту головка розкріплюється, а по завершенню повороту фіксується й затискається. Для контролю всіх

операцій установлені датчики – кінцеві вимикачі в механізмі затискання й розтискання, шляхові датчики позицій, кінцевий вимикач механізму фіксації.[8]

На наведена триконтурна система регулювання без обліку нелінійних блоків з П-регулятором швидкості і ПІ регулятором струму, а на Рис. 3.12 наведена та ж система, але застосований ПІ-регулятор швидкості.

Нижче наведені криві перехідних процесів струму і напруги перетворювача, трьохконтурних систем для різних регуляторів швидкості. Порівняння осцилограмм, що характеризують переміщення, показує, що з ПІ-регулятором швидкості завдання на переміщення відпрацьовується без статичної помилки. У той же час в перехідних процесах ток і напруга не обмежені реальними характеристиками і досягають у допустимих допустимих в реальних системах.

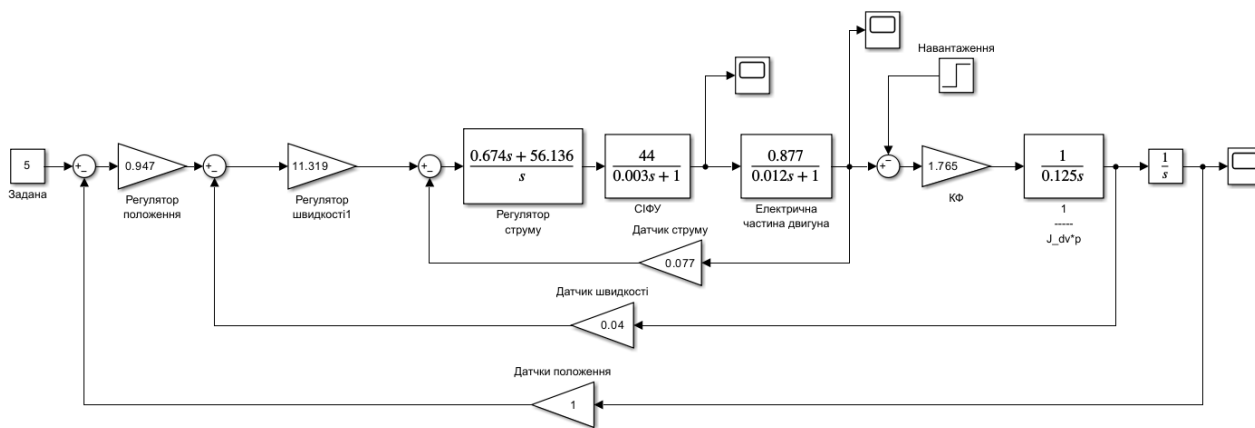


Рисунок 3.15 – Трьохконтурна система регулювання (з П-регулятором швидкості) без врахування обмежень на виходах регуляторів

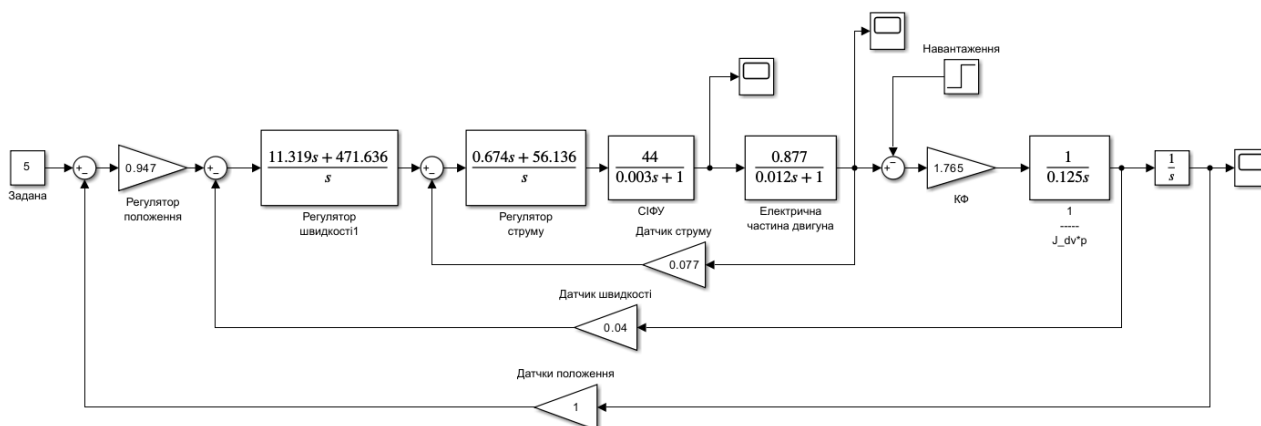


Рисунок 3.16 – Трьохконтурна система регулювання (з ПІ-регулятором швидкості) без врахування обмежень на виходах регуляторів

Доцільно зазначити, що системи регулювання з урахуванням обмежень є нелінійними. Тому їх характеристики, зокрема відпрацювання переміщення, залежить від величини завдання. Наприклад, досліджувана система відпрацьовувала переміщення ($U_{вх} = 5$) без перерегулювання. При збільшенні завдання ($U_{вх} = 10$) в системі з'явиться перерегулювання.

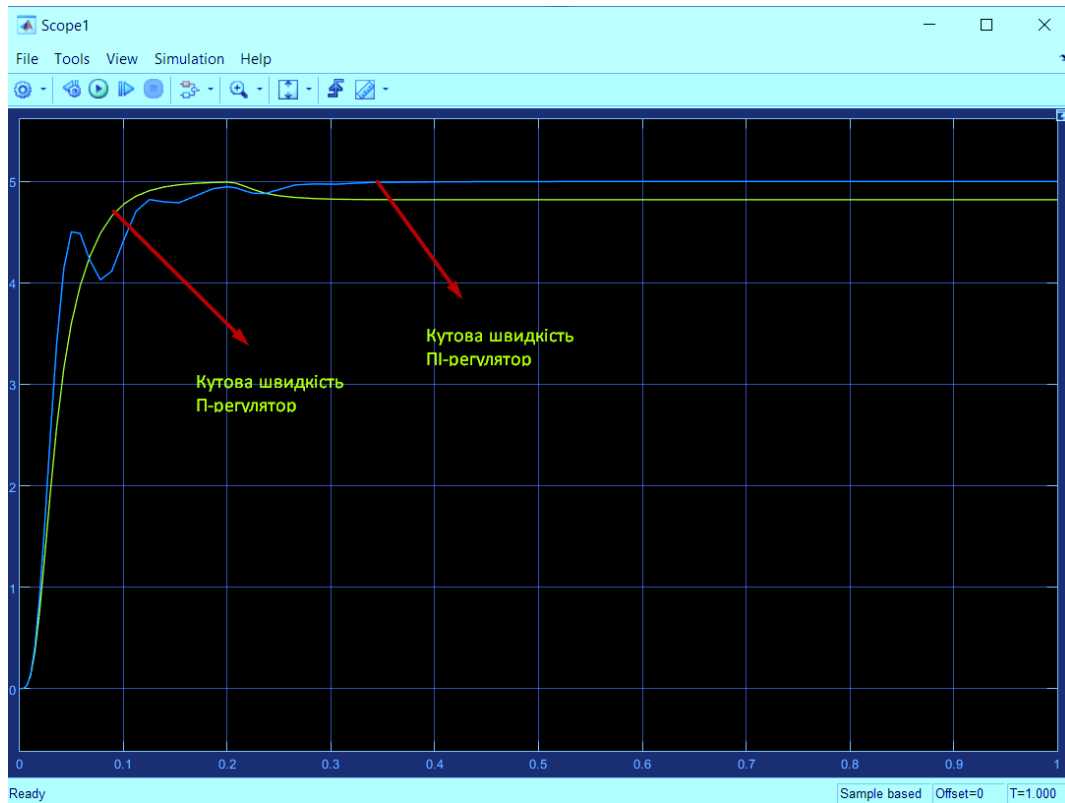


Рисунок 3.17.а – Відпрацювання переміщення трьохконтурної системи з П і ПІ регуляторами швидкості

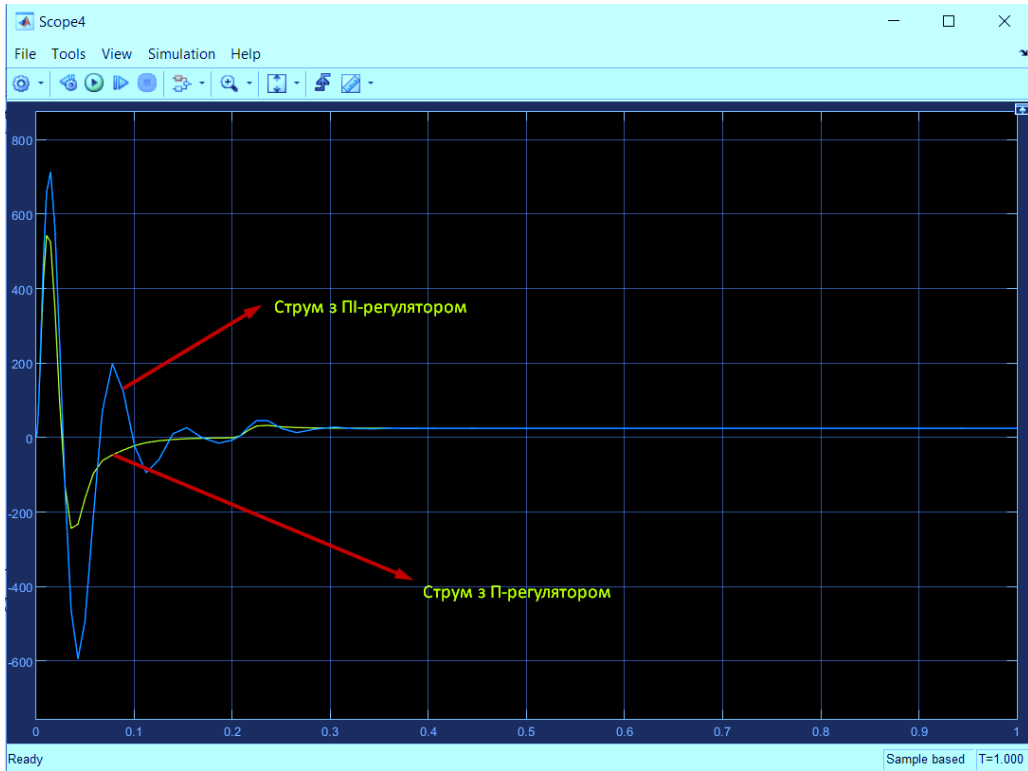


Рисунок 3.17.б - Осцилограми струму трехконтурной системы з П і ПД регуляторами швидкості

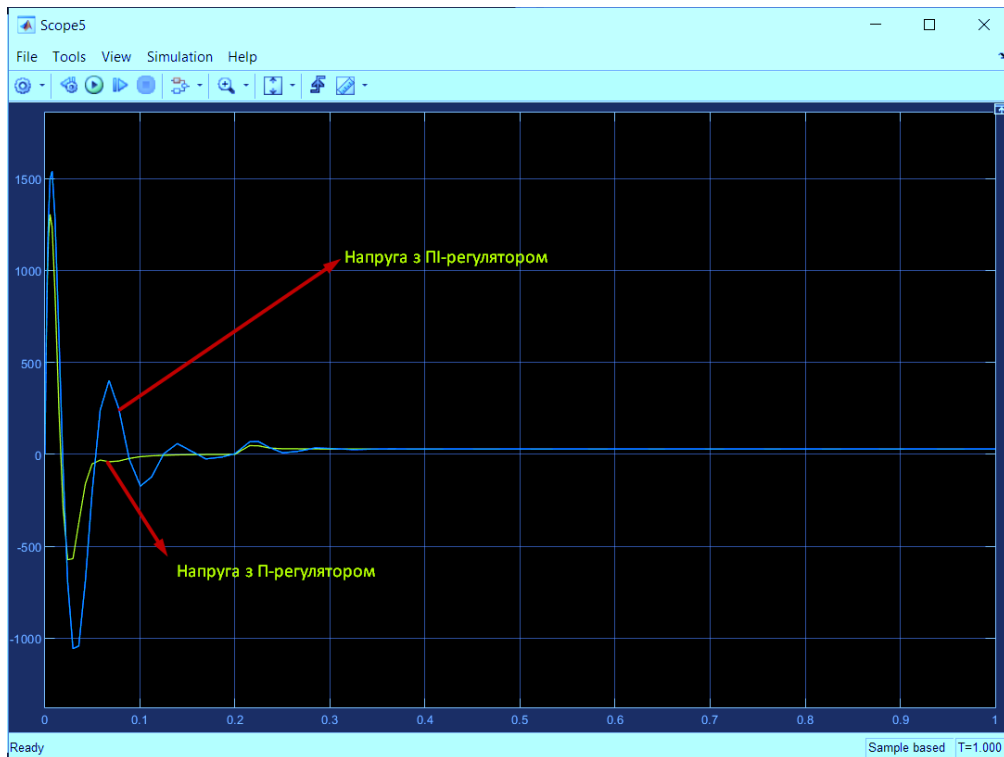


Рисунок 3.17.в – Осцилограми напруги в трехконтурной системе з П і ПД регуляторами швидкості

РОЗДІЛ 4. ОПИС РОЗРОБЛЕНОГО ПЗ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦІЛЕЙ РОБОТИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

4.1 Проектне компонування мікропроцесорного контролера

Серія System 200V базується на модульному принципі. Це дозволяє користувачам обирати найкращу комбінацію модулів для вирішення завдань і легко змінювати модулі, коли системні вимоги розширюються або змінюються. Всі модулі вводу-виводу та інтерфейси є універсальними, тому їх можна використовувати з будь-яким процесором цієї серії. Модулі вводу-виводу та інтерфейси є універсальними, тому їх можна використовувати з будь-яким процесором цієї серії. При цьому можна вибрати модуль процесора з найкращою продуктивністю.

Процесор має набір команд, сумісний з популярним контролером SIMATIC S7-300, і може бути запрограмований за допомогою WinPLC7 (VIPA) і STEP7 (Siemens).

System 200V - це модульний ПЛК, призначений для централізованого управління та встановлення систем розподілу електроенергії. Компактний дизайн і підтримка протоколів і систем команд Simatic S7-300 забезпечують високу ефективність застосування. Він також може використовуватися в системах управління розподілом електроенергії зі складною структурою мережі, завдяки наявності різних інтерфейсних і комунікаційних модулів тієї ж серії. Широкий асортимент модулів розширення дозволяє System 200V вирішувати більшість завдань управління.[СУ-61.6.151.19]. [22]



Рисунок 2.14 – Зовнішній вид VIPA 200V

Кожен процесор підключений до набору периферійних модулів System 200V, необхідних для зв'язку з датчиками та виконавчими механізмами. Периферійними пристроями керують за допомогою стандартних команд і програм. Процесори можуть обробляти до 32 одиниць. Конфігурація процесора здійснюється через вбудований інтерфейс MPI. [12, с. 12] [СУ-61.6.151.19].

Проаналізувавши завдання даної системи автоматизації та розрахувавши кількість аналогових та цифрових точок вводу/виводу, було обрано процесор типу 215NET, блок живлення PS207, блок вводу аналогових сигналів SM231 8AI, блок виводу аналогових сигналів SM031 8AO, блок виводу цифрових сигналів SM323 16DO. Це все, що потрібно для нормальної роботи системи.

Таблиця 2.3 – Склад ПЛК

№	Найменування блока	К-сть
1	Процесорний блок CPU 215NET	1
2	Блок живлення PS207	1
3	Модуль введення аналогових сигналів SM231 (8AI)	2
4	Модуль виведення аналогових сигналів SM0321 (8AO)	4
5	Модуль виведення дискретних сигналів SM322 (16DI)	2
6	Модуль введення дискретних сигналів SM323 (16DO)	2

4.2 Програмне забезпечення

WinPLC7 — пакет програмного забезпечення призначений для конфігурації, програмування, відладки програм і діагностики контролерів VIPA усіх серій. Має дружній інтерфейс для усіх етапів роботи. WinPLC7 містить усі необхідні інструменти для створення проекту : конфігуратор устаткування, редактор, конфігуратор мережі PROFIBUS DP, редактор програм, емулятор контролера.

Для програмування систем автоматизації в рамках пакета WinPLC7 можуть бути використані три мови: STL (Statement List) - список інструкцій, LAD (Ladder Diagram) - мова релейно-контактних схем и FBD (Function Block Diagram) - мова функціональних блоків. [СУ-61.6.151.19].

WinPLC7 дозволяє імпортувати/експортувати проекти для контролерів Simatic S7 - 300 компаній Siemens, зберігати резервну копію програм і даних на карту MMC, а також здійснювати програмну емуляцію роботи контролера.

Стандартний пакет працює в операційній системі Windows 2000 і Windows XP і відповідає графічній і об'єктно-орієнтованій філософії роботи Windows.

[СУ-61.6.151.19]. [22]

Функції стандартного пакета

Стандартне програмне забезпечення надає Вам підтримку на всіх стадіях процесу рішення задачі автоматизації, таких як:

- створення та управління проектами;
- конфігурація і призначення параметрів апаратури та зв'язків;
- управління символами;
- створення програм, наприклад, для програмованих контролерів S7;
- завантаження програм в програмовані контролери;
- тестування системи автоматизації;
- діагностика несправностей установки;

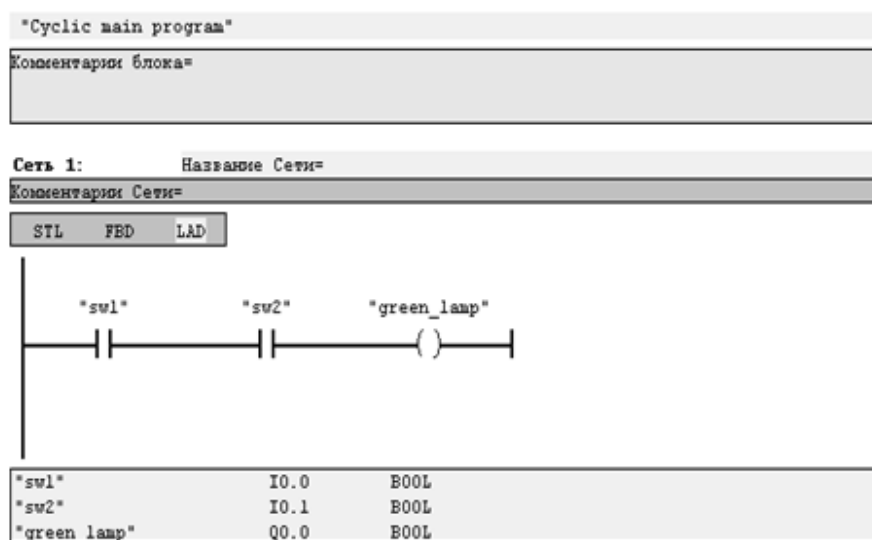


Рисунок 4.15 – Вікно створення нового проекту в програмному середовищі

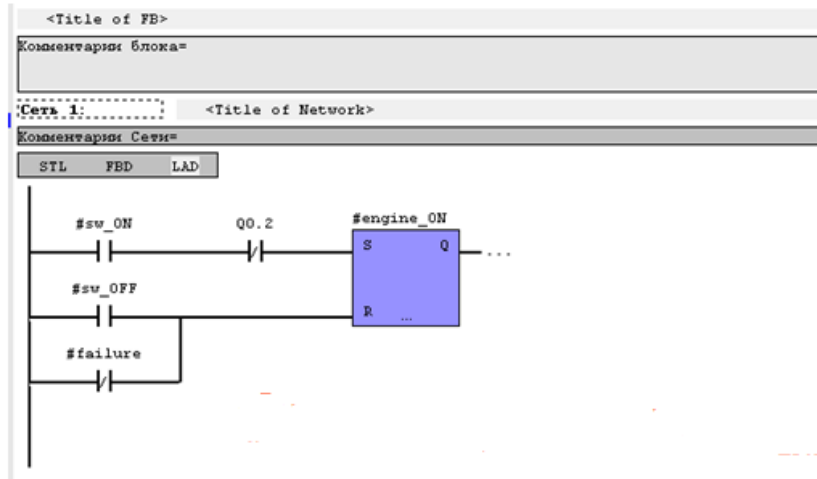


Рисунок 4.16 – Вікно створення нового проекту в програмному середовищі

№	Адрес	Описание	Название	Тип	Начальное значение	Комментарии
0.0	in	sw_ON	sw_ON	BOOL	FALSE	Включить двигатель
0.1	in	sw_OFF	sw_OFF	BOOL	FALSE	Выключить двигатель
0.2	in	failure	failure	BOOL	FALSE	Если двигатель неисправен, то выключить
2.0	in	act_SPEED	act_SPEED	INT	0	Текущее число оборотов двигателя
4.0	out	engine_ON	engine_ON	BOOL	FALSE	Двигатель включен
4.1	out	pt_SPEED_reached	pt_SPEED_reached	BOOL	FALSE	Требуемое число оборотов достигнуто
6.0	in	pt_SPEED	pt_SPEED	INT	1500	Требуемое число оборотов

Below the table, there is a section for 'Фактические значения' (Actual values) with the following data:

Адрес	Переменная	Фактическое значение
0.0	sw_ON	FALSE
0.1	sw_OFF	FALSE
0.2	failure	FALSE
2.0	act_SPEED	0
4.0	engine_ON	FALSE
4.1	pt_SPEED_reached	FALSE
6.0	pt_SPEED	1500

The interface also includes a 'Каталог' (Catalog) on the right with various library items and a 'Режим Переключения/Работы' (Run/Stop/Reset) control panel at the bottom right.

Рисунок 4.17 – Вікно створення блоку даних проекту

«DB1» Version:1.0 Author:nb Name:nb Family:nb					
Адрес	Описание	Название	Тип	Начальное значение	Комментарии
	var		STRUCT		
0.0	var	ch0	INT	0	
2.0	var	ch3	INT	0	
	var		END_STRUCT		

Адрес	Переменная	Фактическое значение	
0.0	ch0	0	ть фактические значения на персонале
2.0	ch3	0	

«DB2» Version:1.0 Author:nb Name:nb Family:nb					
Адрес	Описание	Название	Тип	Начальное значение	Комментарии
	var		STRUCT		
0.0	var	se_0	REAL	0.000000e+00	
4.0	var	se_3	REAL	0.000000e+00	
	var		END_STRUCT		

Адрес	Переменная	Фактическое значение	
0.0	se_0	0.000000e+00	ть фактические значения на персонале
4.0	se_3	0.000000e+00	

Рисунок 4.18 – Вікно створення блоків даних проекту

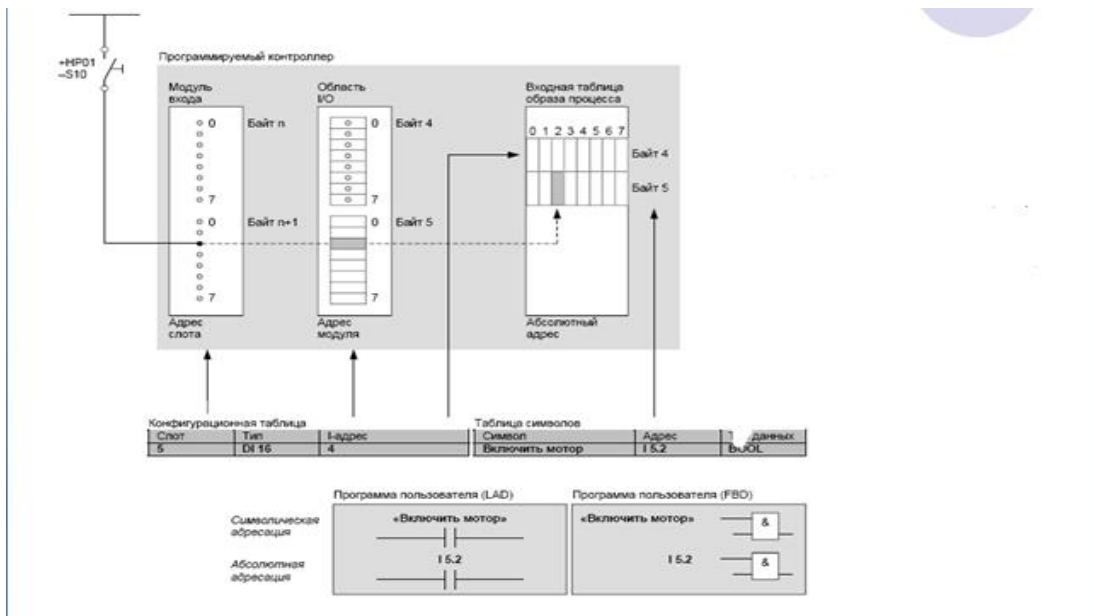


Рисунок 4.19 – Ресурси ПЛК VIPA 200V

4.3 Діагностика апаратури

Ці функції забезпечують огляд стану програмованого контролера. В огляді ви можете вказати за допомогою символів, які модулі вийшли з ладу, а які ні. Подвійне клацання на несправному модулі відобразить детальну інформацію про помилку. Обсяг цієї інформації залежить від конкретного модуля.

- Відображається загальна інформація про модуль (наприклад, номер замовлення, версія, назва) і стан модуля (наприклад, помилка).
- Відображає помилки модуля (наприклад, помилки каналу) у головному модулі та у відомих DP.
- Відображення повідомлень з діагностичного буфера.

Для центрального процесора відображається наступна додаткова інформація.

- Причина помилки в обробці програми користувача.
- Відображення тривалості циклу (довший і короткий).
- Робота та завантаження MPI-з'єднання.
- Відображення експлуатаційних характеристик. [СУ-61.6.151.19]. [22]

4.4 SCADA

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) - це великомасштабна розподілена система моніторингу та управління. SCADA-системи використовуються для моніторингу та управління хімічними, фізичними або транспортними процесами.

Спільними рисами всіх SCADA-систем є

- Збір поточної інформації про роботу обладнання з датчиків і контролерів.
- Для первинної конвертації зібраної інформації.
- Зберігання поточної інформації.
- Представлення поточної інформації у вигляді гістограм, таблиць і графіків.
- Друк звітів і протоколів про роботу агрегатів обладнання.

- Надсилання та введення команд оператора для керування обладнанням.
- Використовуйте актуальну інформацію для вирішення проблем управління виробництвом.
- Організація для зв'язку з обладнанням, підключеним до інформаційної мережі.

TRACE MODE - це програмний пакет SCADA HMI, розроблений московською дослідницькою групою AdAstra в 1992 році. Призначена для розробки програмного забезпечення автоматизованих систем управління технологічними процесами, телемеханічних систем, автоматизації будівель, систем обліку електроенергії, води, газу і тепла (АСУ ТП, АІІС), а також для забезпечення роботи в режимі реального часу. Починаючи з версії 4.20 (1995), TRACE MODE може програмувати промислові контролери.[13][su-61.6.151.19].

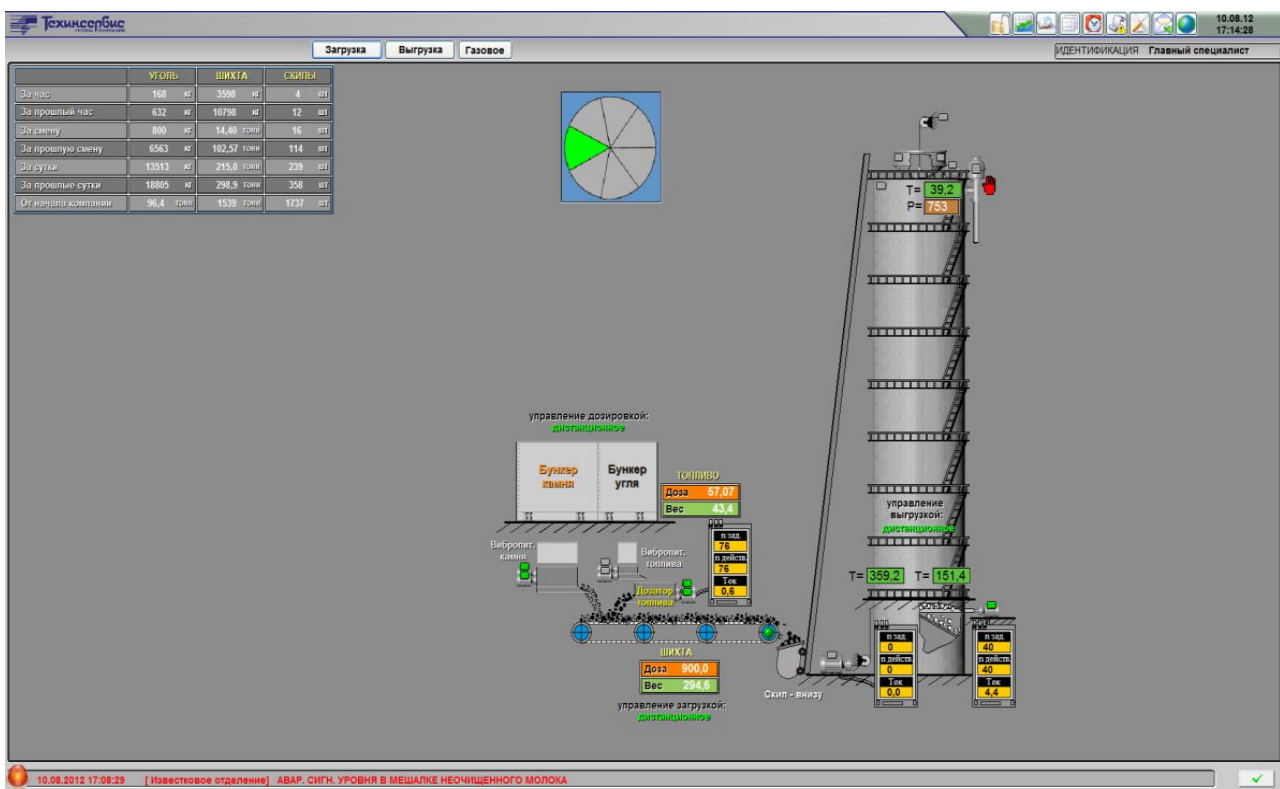


Рисунок 4.11– Приклад мнемосхеми газової печі



Рисунок 4.12 – Пример мнемосхемы вѣкна оператора

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності осіб, зайнятих у процесі трудової діяльності.

Трудовий кодекс містить правила та вимоги, що стосуються безпеки та гігієни праці, робочого часу та часу відпочинку, звільнення та переведення на іншу роботу, норми праці для жінок та молоді, правила та норми гігієни тощо.

Загальний нагляд за дотриманням стандартів охорони праці покладено на прокуратуру, а спеціальний нагляд - на профспілки. Спеціальні державні та міністерські інспекційні органи (Держгіртехнагляд, Енергонагляд тощо) також здійснюють контроль за охороною праці.

Для запобігання нещасним випадкам та забезпечення безпечної експлуатації технологічного обладнання на підприємстві обов'язковим є навчання з техніки безпеки для всіх працівників. Водночас керівники компаній зобов'язані забезпечити своєчасне та спеціалізоване навчання працівників безпечним методам і прийомам роботи, яке проводиться регулярно в усіх компаніях, незалежно від ступеня ризику на підприємстві. [СУ-61.6.151.19]. [21]

Згідно зі статтею 15 Закону "Про охорону праці", підприємства з чисельністю працівників понад 50 осіб повинні створювати такі служби відповідно до Типового положення про службу охорони праці, затвердженого наказом Державного комітету з нагляду за охороною праці № 255 від 15 листопада 2004 року. На основі цього документа також мають бути створені положення про служби охорони праці на підприємствах, в яких зазначаються структура, чисельність, основні завдання та функції відповідних служб, а також права працівників. Крім того, мають бути прийняті посадові інструкції, які визначають обов'язки працівників служб, їхні права та відповідальність при виконанні своїх обов'язків.

На підприємствах, де працює менше 50 працівників, завдання служби охорони праці можуть виконуватися на умовах неповного робочого дня кваліфікованою особою, яка має відповідну підготовку.

На підприємствах з кількістю працівників менше 20 осіб для надання послуг з охорони праці можуть також залучатися на договірних засадах сторонні експерти, які мають практичний досвід роботи не менше трьох років і пройшли навчання з питань охорони праці. [Стаття 14, 30]. [СУ-61.6.151.19] [23]

Ключові моменти, яких повинні дотримуватися підприємства, щоб відповідати українському законодавству у сфері охорони праці.

- Створення служби охорони праці.
- Розробка та прийняття положень, інструкцій та інших заходів з охорони праці на підприємстві.
- Надання інформації з питань охорони праці.
- Забезпечити навчання та перевірку знань з охорони праці та безпеки життєдіяльності.
- Проведення медичних оглядів.
- Забезпечити працівників засобами індивідуального захисту, милом, молоком і морською водою.
- Провести атестацію робочих місць.
- Підготуйте журнал реєстрації нещасних випадків.

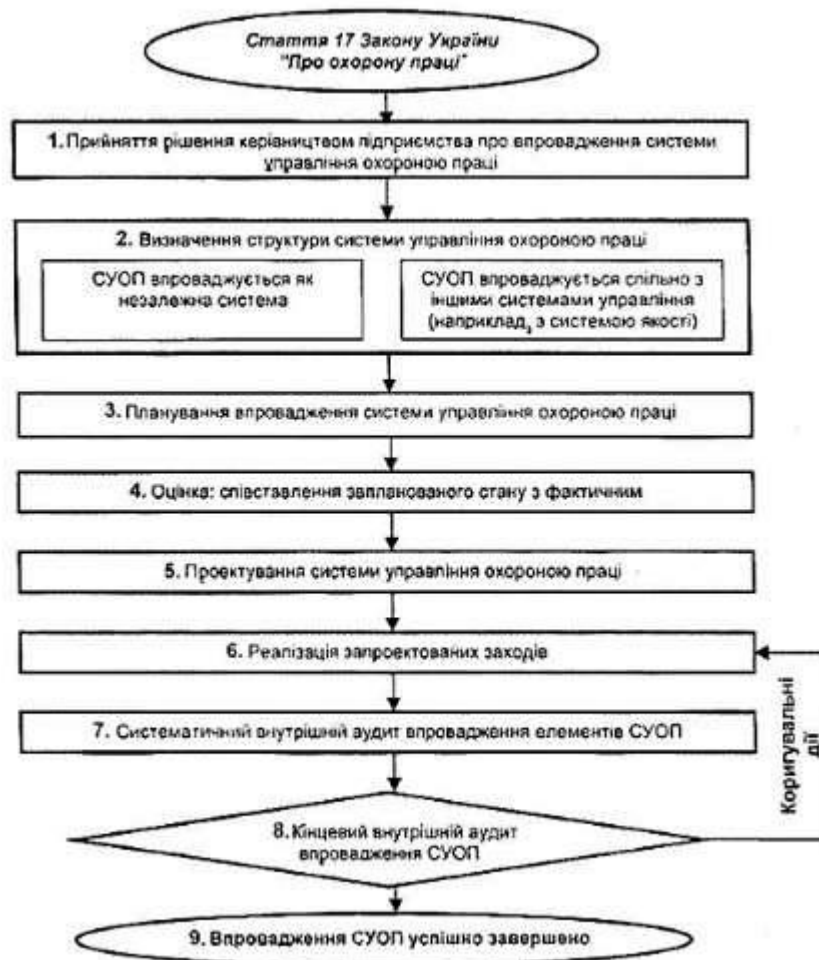


Рисунок 5.1 – Схема охорони праці

Перед початком робіт на передбачуваному об'єкті ознайомтеся з порядком виконання робіт, технічною та монтажною документацією, кресленнями з'єднань і будівельною документацією. Визначте умови праці та наявність шкідливих або небезпечних факторів під час роботи. Інформувати керівників робіт і членів бригади про будь-які небезпечні або несприятливі фактори та вживати заходів, передбачених нормативними документами, для захисту роботи. Організуйте команду робітників на основі необхідного досвіду, проведіть інструктаж і дайте їм необхідні розпорядження та вказівки. Перевірити наявність і справність інструментів, механізмів, обладнання, засобів індивідуального та колективного захисту, необхідних для виконання робіт" [14, ст. 125] [СУ-61.6.151.19].

При виконанні своєї роботи вони повинні дотримуватися нормативно-правових актів з охорони праці, які регламентують використання технічних засобів, безпечну експлуатацію обладнання, механізмів, інструментів та приладів, характер роботи та інструкцій з охорони праці. [21]

Для запобігання несприятливому впливу виявлених шкідливих і небезпечних виробничих факторів на здоров'я працівників та запобігання виникненню нещасних випадків на виробництві під час роботи вживаються такі загальні заходи: Раціональна організація робочого місця, регулярний контроль за правильністю виконання всіх робочих прийомів під час технологічних процесів, своєчасне профілактичне обслуговування виробничого обладнання та інструментів, належне утримання коридорів і проходів, раціональні методи роботи. (встановленої нормами) періодичності їхньої заміни; використання сучасних запобіжних пристроїв і огороження робочих зон; проведення систематичного контролю стану обладнання та допоміжних пристроїв та інших. [14, ст. 110] [СУ-61.6.151.19].

Роботи, що виконуються в електроустановках, регламентуються НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Ці правила встановлюють основні вимоги щодо захисту працівників під час експлуатації електроустановок. Організатори зобов'язані забезпечити утримання, експлуатацію та обслуговування електрообладнання відповідно до вимог чинного законодавства.

Щоб досягти цього, вони повинні

- Забезпечте достатню кількість електриків.
- Затвердити положення про енергосервіс компанії.
- Забезпечити перевірку знань працівників протягом певного періоду часу.
- Проводити технічні огляди електроустановок.

Посвідчення про перевірку знань - це документ, який засвідчує право працівника на самостійне виконання робіт в електроустановках на визначеній посаді в межах своєї кваліфікації. Посвідчення про перевірку знань дійсне лише після того, як комісія з перевірки знань на підприємстві або в організації визнає, що працівник пройшов перевірку знань, і зробить відповідні записи.

Забороняється допускати до роботи з електроустановками ненавчених або неперевічених осіб. Ви не повинні допускати до роботи працівників, які мають ознаки

алкогольної або наркотичної залежності, або працівників з явними ознаками хвороби..[СУ-61.6.151.19]. [21]

Виконання доручень або завдань, що суперечать вимогам цього положення, забороняється.

Засоби, необхідні для виконання робіт на електроустановках, вказані в правилах використання електрозахисних засобів. Цей нормативний документ регламентує використання електрозахисних засобів відповідно до вимог конкретних робіт в електроустановках. Роботи, що виконуються на висоті понад 1,3 м над землею, стелею або робочою підлогою та на відстані менше 2 м від відкритих предметів, що падають на висоту понад 1,3 м, регламентуються НПАОП 0.00-1.15-07. Правила охорони праці при виконанні робіт на висоті Персонал та працівники, які виконують такі роботи, проходять навчання та перевірку знань цих правил і отримують відповідні посвідчення. Ці правила регламентують організацію робіт на висоті, захисні засоби та їх використання під час роботи, а також специфічні вимоги безпеки при виконанні робіт на висоті відповідно до технології виконання робіт. [14, стаття 121] [СУ-61.6.151.19] [21]. [su-61.6.151.19]. [21]

При виконанні робіт, пов'язаних з технічними процесами, необхідно дотримуватися вимог безпеки для проектування технічного обладнання. Ці вимоги визначені ДСТУ 12.2.003-91 "ССБТ". Виробниче обладнання. Загальні вимоги безпеки". Цей нормативний документ встановлює вимоги безпеки, які є загальними для більшості промислових процесів та обладнання. ДСТУ містить вимоги до проектування обладнання, вимоги до організації робочих місць, вимоги до систем управління, вимоги до засобів захисту та сигналізації, вимоги до монтажу, транспортування, зберігання промислового обладнання та ремонту промислового обладнання. Цей документ також містить вимоги до технічної документації з охорони праці та техніки безпеки.

При виконанні робіт необхідно дотримуватися правил пожежної безпеки України. Ці Правила встановлюють загальні вимоги пожежної безпеки до будівель, споруд різного призначення та прилеглих до них приміщень, іншого майна, обладнання та устаткування. Він встановлює вимоги до організації пожежної безпеки на

підприємствах, загальні вимоги до будівель, механічних установок та обладнання, а також визначає засоби протипожежного захисту. [14, стаття 130] [СУ-61.6.151.19].

Гігієна праці - це галузь профілактичної медицини, яка вивчає умови і характер праці, її вплив на здоров'я і стан людини, а також розробляє наукові основи забезпечення чистоти виробничого середовища і трудових процесів. Згідно з Постановою № 442, підприємства, які використовують у технологічних процесах обладнання або матеріали, що можуть бути джерелом шкідливих і небезпечних виробничих факторів, зобов'язані провести атестацію робочих місць за умовами праці.

Атестація включає в себе санітарно-гігієнічне дослідження факторів виробничого середовища. Мікроклімат виробничих приміщень - це умови повітря всередині виробничих приміщень, які впливають на людей, що працюють на робочому місці.

Параметри мікроклімату включають температуру повітря, відносну вологість і швидкість вітру. Параметри мікроклімату регламентуються ДСТ 12.1.005-97 [23].

Освітлення має гігієнічні вимоги. Освітлення має бути рівномірним і достатньо яскравим, щоб забезпечити швидку і легку ідентифікацію об'єктів, а також контраст між об'єктами і фоном. Джерела світла не повинні засліплювати людське око або створювати відблиски на об'єктах. Освітлення може бути природним, штучним або комбінованим (природне і штучне освітлення одночасно). Природне і штучне освітлення у виробничих приміщеннях і на робочих місцях повинно відповідати ДСТ 12.1.005-92 "Природне і штучне освітлення". Критерії проектування" [14, с. 152] [СУ-61.6.151.19].

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин і механізмів, стан засобів захисту, а також санітарно-гігієнічні умови повинні відповідати вимогам Закону України "Про охорону праці" [СУ-61.6.151.19]. [21]

ВИСНОВКИ

Під час роботи, технічний комплекс газової печі було визначено як складну технічну та організаційну систему, що складається з низки взаємопов'язаних підсистем. Аналіз недоліків існуючої виробничої системи дозволив зробити висновки про необхідність розробки системи управління, що відповідає технічним стандартам. Визначено основні напрямки вдосконалення технологічного процесу виробництва [СУ-61.6.151.19] [23].

Було розроблено план автоматизації, план електропостачання, схему зовнішньої електропроводки, а також систему управління та сигналізації. Ці системи дозволять збільшити виробництво та покращити якість. Система оснащена наступними контурами управління і контролю. Система автоматизації розроблена на базі сучасних засобів і систем автоматизації, мікропроцесорного контролера VIPA 200V, модулів розширення вводу/виводу аналогових і цифрових сигналів [СУ-61.6.151.19]. [21]

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 2316-93 (ГОСТ 21-94). ЦУКОР-ПІСОК. Технічні умови ГОСТ України САХАР-ПЕСОК. ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ
2. Antipov S.T. Machines and apparatus for food production, Book 2 / S.T. Antipov, I.T. Kretov, A.N. Ostrikov, V.A. Panfilov, O.A. Urakov. М.: Higher school, 2001. 680 p.
3. Нові ідеї в харчовій науці – НУХТ — [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <http://dspace.nuft.edu.ua/bitstream>
4. Інструкція з експлуатації індуктивного датчика положення Schneider — [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://www.se.com/ww/en/>
5. Інструкція з експлуатації датчика температури ОВЕН — [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://owen.ru>
6. Інструкція з експлуатації хвилеводного рівнеміра Rosemount 3300— [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/rosemount-3300-gwr-transmitter-ru-ru>
7. Інструкція з експлуатації датчика тиску РС-28 — [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: https://www.aplisens.ru/downloads/instruction/PE_PC_28.pdf
8. Mehta B.R. Industrial Process Automation Systems / B.R. Mehta and Y.J. Reddy — 2017. — 675 с.
9. Інструкція з експлуатації автоматичних вагів ВП- 305 та процесору ПВЗ 10 — [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <http://sweda.com.ua>
10. Trofimov V.B., Kulakov S.M. Intelligent automated control systems for technological objects. - Minsk.: Infra-Engineering, 2017. - 232 p.: ill.
11. Petrenko, Yu. N. Software control of technological complexes: textbook. allowance / Yu. N. Petrenko, S. O. Novikov, A. A. Goncharov. - Minsk: Vysh. school, 2019. - 369 p.

12. Programming guide YASKAWA VIPA 200V— [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://www.vipa.com>
13. МАТЕРІАЛИ міжнародної науково-технічної конференції — [Електронний ресурс].— Режим доступу до ресурсу: <https://core.ac.uk/download/pdf/84593643>
14. Шудренко І. В. Основи охорони праці : навч. посіб. / І. В. Шудренко. — Житомир : Видавець, О. О. Євенок, 2021. — 214 с.
15. Бойчик І.М Економіка підприємства: підручник. / І.М.Бойчик. — К.: Кондор - Видавництво, 2018. — 378 с.
16. Шудренко І. В. Основи охорони праці : навч. посіб. / І. В. Шудренко. — Житомир : Видавець, О. О. Євенок, 2021. — 214 с.
17. Інструктивні вказівки до виконання курсових і дипломних проектів / укладачі: В.Д. Черв'яков, О.Ю. Журавльов, І.В. Щокотова — Суми: Сумський державний університет, 2013. — 66 с.
18. Laxmidhar Behera Intelligent Control of Robotoc Systems / Laxmidhar Behera, Swagat Kumar, Prem Kumar Patchaikani — 2020. — 696 с.
19. Tarik Uzunović Motion Control of Functionally Related Systems / Tarik Uzunović, Asif Šabanović — 2020. — 174 с.
20. [СУ-61.6.151.19]. Автоматизація вапнякоспалювальної печі для отримання сатураційного газу/ Дипломний проект Яценко К.С — 2020. <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/download/123456789/78603/1/%d0%af%d1%86%d0%b5%d0%bd%d0%ba%d0%be%20%d0%9a.%d0%a1..pdf> — [Електронний ресурс].
21. Автоматизація вапнякоспалювальної печі для отримання сатураційного газу/ Дипломний проект Яценко К.С — 2020. — [Електронний ресурс]. <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/download/123456789/78603/1/%d0%af%d1%86%d0%b5%d0%bd%d0%ba%d0%be%20%d0%9a.%d0%a1..pdf>

22. Дипломний проект Яценко К.С — 2020. — [Електронний ресурс].

<https://core.ac.uk/download/pdf/339162684.pdf>

23. Дипломний проект Яценко К.С — 2020. — [Електронний ресурс].

<https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/78603/1/%d0%af%d1%86%d0%b5%d0%bd%d0%ba%d0%be%20%d0%9a.%d0%a1..pdf>