

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Сумський державний університет**

Факультет електроніки та інформаційних технологій

Кафедра комп'ютеризованих систем управління

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри КСУ

\_\_\_\_\_ Петро ЛЕОНТЬЄВ

\_\_\_\_\_ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на здобуття освітнього ступеня бакалавр**

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

освітньо-професійної програми

«Комп'ютеризовані системи управління та робототехніка»

на тему: «Автоматизована система керування котлом Е-1/9»

Здобувача групи СУ-01

Ковбасенка Ігоря Ігоровича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

\_\_\_\_\_

(підпис)

Ковбасенко Ігор

Керівник доцент кафедри КСУ, к.ф-м. н., доцент Андрій Павлов \_\_\_\_\_

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри КСУ

\_\_\_\_\_ Петро ЛЕОНТЬЄВ

\_\_\_\_\_ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра здобувачу вищої освіти

\_\_\_\_\_ Ковбасенко Ігоря Ігоровича \_\_\_\_\_

(Прізвище, Ім'я, По-батькові повністю)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Автоматизована система керування котлом Е-1/9 затверджена наказом ректора СумДУ № 0312-VI від " 29 " березня 2024 р.
2. Термін здачі студентом закінченої роботи " 28 " травня 2024 р.
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: звіт з переддипломної практики, публікації, статті.
4. Зміст кваліфікаційної роботи :
5. Перелік графічних матеріалів:
6. Календарний план виконання роботи

Номер етапу	Зміст етапу виконання роботи	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	10.04.24-01.05.24
2	Аналіз предметної області. Область застосування.	01.05.24-11.05.24
3	Модернізація котлу, його ефективності та безпеки експлуатації.	11.05.24-21.05.24
4	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації.	21.05.24-28.05.24

7. Дата видачі завдання " 10 " квітня 2024 р.

Керівник проекту:

доцент кафедри КСУ,

к.ф-м. н., доцент

(науковий ступінь, вчене звання, посада)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Андрій Павлов

(ім'я та прізвище)

Здобувач:

студент гр. СУ-01

(шифр групи)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Ковбасенко Ігор

(ім'я та прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування автоматизовану систему керування котлом Е1/9

Розробник:

студент групи СУ-01

Ігор Ковбасенко

Погоджено:

доцент кафедри КСУ,

к.ф-м. н., доцент

Андрій Павлов

**1. Назва і галузь застосування:** наводяться найменування підприємств розробника і замовника системи, наприклад: автоматизація установки осушки газу; газовидобувна промисловість, газопереробна промисловість.

**2. Підстави для проектування:** Наказ ректора Сумського державного університету № 0312-VI від 29.03.2024, інші договори або замовлення.

**3. Загальний опис об'єкта автоматизації:**

- a) лаконічні відомості про функції та призначення установки, можуть бути перелічені основні частини та режими роботи.

**4. Основні частини системи та структурна схема:**

- a) описує основні частини системи, дає опис про їх функції та взаємозв'язки, повинен мати графічне зображення структури системи;
- b) повинна містити не лише блоки пов'язані із технологічним процесом а ще й блоки електрошафи та пультів керування;
- c) показує читачеві загальний план вашої системи з віддаленого ракурсу, як наприклад карта земної кулі на якій ми бачимо розміщення частин світу;

**5. Опис блоків системи керування :**

- a) розділ повинен мати підрозділи, у кожному підрозділі описується окремий блок;
- b) опис блока повинен містити список функцій які повинен виконувати блок, після списку потрібно описати як саме буде реалізована кожна функція;
- c) підрозділ детально описує елементи блока до найменших деталей включаючи моделі виконавчих механізмів та давачів, при необхідності повинен мати графічні зображення для кращого розуміння;
- d) кожен підрозділ показує читачеві конкретну частину системи великим планом, наче знімок військової бази з супутника.

**6. Опис алгоритмів та режимів роботи системи:**

- a) повинен описувати алгоритм роботи системи у тому числі алгоритм взаємодії з оператором;

- б) опис алгоритму повинен бути чітким та не повинен мати непередбачений результат при виникненні нештатних ситуацій;
- в) при необхідності може бути доповнений графічними елементами, наприклад блок-схемою;
- г) даний розділ дає розуміння про алгоритм роботи системи в цілому.

**7. Умови експлуатації системи керування:** наприклад,

Умови експлуатації технологічного устаткування процесу адсорбції:

- а) температура навколишнього середовища – від мінус 20 до 50°C;
- б) відносна вологість до 100% при температурі до 35°C;
- в) атмосферний тиск від 84 до 106,7 кПа (від 630 до 800 мм рт. ст.);
- г) постійна вібрація з частотою до 30 Гц з амплітудою не більше за 0,1 мм;
- д) тип навколишнього середовища – невибухонебезпечні пожежонебезпечні зони відкритих промплощадок приміщень класу Д.

Умови експлуатації технічних засобів, що встановлюються в приміщенні на щитах керування:

- а) температура навколишнього середовища – від плюс 5 до 50°C
- б) відносна вологість до 80% при температурі до 25°C;
- в) атмосферний тиск від 84 до 106,7 кПа (від 630 до 800 мм рт. ст.);
- г) постійна вібрація з частотою до 30 Гц з амплітудою не більше за 0,1 мм.

**8. Технічні вимоги**

Склад технічних засобів системи:

- а) первинні перетворювачі (давачі);
- б) вимірювачі, що встановлюються безпосередньо на обладнанні;
- в) мікропроцесорний контролер;
- г) засоби відображення і представлення інформації;

д) засоби введення оперативної і керуючої інформації;

е) виконавчі механізми;

є) регулюючі органи;

ж) перетворювачі сигналів

ДСТУ 21.404 – 85 Автоматизація технічних процесів; ДСТУ 12.2.016 – 81 Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги безпеки.

### **9. Стадії та етапи проектування:**

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	10.04.24-01.05.24
2	Аналіз предметної області. Область застосування.	01.05.24-11.05.24
3	Модернізація котлу, його ефективності та безпеки експлуатації.	11.05.24-21.05.24
4	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації.	21.05.24-28.05.24

## Анотація

Пояснювальна записка містить 50 аркушів, 18 рисунків, 1 додаток та 11 джерел.

**Об'єкт дослідження:** паровий котел Е1/9.

**Мета роботи:** дослідження котла Е1/9, збільшення його енергоефективності та безпеки експлуатації обладнання за рахунок оновлення давачів та додаткового контролю.

**Актуальність теми:** актуальність теми визначається складністю процесів автоматизації за допомогою систем автоматичного керування. Використання сучасної елементної бази в системах автоматичного керування технологічними процесами та контролю параметрів є основною метою модернізації цього обладнання. Через високу вартість цих систем і тому, що вони залежать від виробників алгоритмів, вони не можуть повністю оновлюватися для вирішення нових завдань. Таким чином, при модернізації існуючих технологічних процесів важливим є використання засобів автоматизації на сучасній елементній базі, які відповідають вимогам -швидше, точніше і дешевше.

**Результати роботи:** Після впровадження запропонованих заходів, ефективність котла значно покращилася за рахунок оптимізації системи контролю та модернізації датчиків. Це призвело до зменшення енерговитрат та підвищення безпеки його експлуатації.

**Ключові слова:** система керування, котел, давач, пальник, клапан, блок автоматичного управління, опалення.

					СУ-01.6.151.08.ПЗ	Арк
						8
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КСУ

\_\_\_\_\_ Петро ЛЕОНТЬЄВ

\_\_\_\_\_ 2024 р.

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до дипломного проекту

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему:

«Автоматизована система керування котлом Е-1/9»

Керівник проекту:

к. ф.-м. н., доцент

Андрій Павлов

Консультант:

аспірант, асистент кафедри КСУ

Олександр Левковський

Здобувач:

Студент групи СУ-01

Ігор Ковбасенко

Суми – 2024

## ЗМІСТ

Вступ .....	11
1 Загальні відомості про галузь та підприємство .....	12
1.1 Ринок хлібобулочних виробів в Сумській області.....	12
1.2 Класифікації хлібобулочних виробів .....	15
1.3 Відомості про підприємство .....	16
1.4 Забезпечення підприємства водою, електроенергією, теплом .....	17
2 Загальна характеристика системи керування.....	20
3 Контури керування системою автоматизації .....	26
3.1 Контур перетворення води на пару (паровий контур) .....	26
3.2 Контур рециркуляції .....	29
3.3 Контур подачі газу .....	33
4 Модернізація системи керування .....	37
4.1 Модернізація в контурі перетворення води на пару .....	37
4.2 Модернізація в контурі рециркуляції .....	39
4.3 Модернізація у контурі подачі газу .....	41
Висновки.....	47
Список використаної літератури .....	49

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Автоматизована система керування котлом Е-1/9</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Листів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Ігор Ковбасенко</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Андрій Павлов</i>					51	
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ, СУ-01</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>		<i>Петро ЛЕОНТЬЄВ</i>						

## ВСТУП

Розробка та застосування нових видів хлібобулочних виробів, які забезпечують високу якість продукції, тісно пов'язане з широким впровадженням технічних засобів у різні галузі народного господарства України. Використання сучасних сортів хлібобулочних виробів вимагає розробки найкращих методів виробництва. Це можна досягти, отримавши знання з хімії, технологій харчових продуктів і автоматизації, а також враховуючи реальні умови виробництва та науково обґрунтовані методи виготовлення хлібобулочних виробів.

Розробка, вибір і застосування рецептів для забезпечення високої якості є складним і важливим завданням у зв'язку з різноманіттям видів хлібобулочних виробів і умов їх споживання. Для створення нових видів хлібобулочних виробів, вдосконалення технологій виробництва та автоматизації процесів виробництва необхідні глибокі знання про те, як інгредієнти поведуться під час випікання та зберігання продуктів. За останні кілька років було досягнуто значний науковий і практичний досвід у виробництві цих товарів і їх використанні. Крім того, технології, асортимент і якість цих товарів значно змінилися. Хлібобулочні технології та автоматизація значно змінилися.

Складні процеси автоматизуються за допомогою систем автоматичного керування. Багато компаній в Україні не мають фізичної бази для електронних систем автоматичного керування. Використання сучасної елементної бази в системах автоматичного керування технологічними процесами та контролю параметрів є основною метою модернізації цього обладнання. Через високу вартість цих систем і тому, що вони залежать від виробників алгоритмів, вони не можуть повністю оновлюватися для вирішення нових завдань. Таким чином, при модернізації існуючих технологічних процесів важливим є використання засобів автоматизації на сучасній елементній базі, які відповідають вимогам - швидше, точніше і дешевше.

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	Арк
						11
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ГАЛУЗЬ ТА ПІДПРИЄМСТВО

## 1.1 Ринок хлібобулочних виробів в Сумській області

Ринок хлібобулочних виробів у Сумській області є важливим сегментом продовольчої промисловості регіону, відомим своєю стабільністю та високим попитом. Цей ринок характеризується значною конкуренцією серед виробників, які пропонують широкий асортимент продукції, задовольняючи різноманітні смаки та потреби споживачів.

Однією з ключових особливостей ринку хлібобулочних виробів у Сумській області є його традиційність, що проявляється у виробництві класичних видів хліба і булочок. Попри це, виробники не стоять на місці, впроваджуючи сучасні технології та інноваційні підходи до виробництва. Це дозволяє їм зберігати високу якість продукції та відповідати зростаючим вимогам споживачів. Водночас, ринок продовжує зберігати традиційні рецепти та методи випікання, що цінуються багатьма покупцями за автентичний смак і натуральність.

ТОВ "Сумська Паляниця" є одним з провідних виробників хлібобулочних виробів у Сумській області, що значно впливає на розвиток і формування ринку. Це підприємство відоме своєю продукцією, яка відрізняється високою якістю, широким асортиментом та постійними інноваціями у виробничому процесі. Компанія "Сумська Паляниця" розпочала свою діяльність кілька десятиліть тому і з тих пір постійно вдосконалює свої виробничі потужності, впроваджуючи нові технології та методи випікання.

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12

Ринок хлібобулочних виробів у Сумській області також характеризується високим рівнем конкуренції, що стимулює виробників до постійного вдосконалення та інновацій. Крім "Сумської Паляниці", на ринку активно діють такі підприємства, як ПАТ "Сумихліб" і ТОВ "Хлібодар", а також численні малі приватні пекарні. Кожне з цих підприємств прагне залучити споживачів якісною продукцією та розширеним асортиментом.

Значний вплив на розвиток ринку хлібобулочних виробів у Сумській області мають і споживчі уподобання. У сучасних умовах все більше покупців звертають увагу на якість, натуральність та корисні властивості продукції. Це стимулює виробників до впровадження нових технологій, використання екологічно чистих інгредієнтів та розробки нових видів продукції, що відповідають сучасним вимогам здорового харчування.

Однією з основних тенденцій на ринку є зростання попиту на цільнозерновий хліб, вироби з житнього борошна, а також хлібобулочні вироби з додаванням насіння, горіхів та сухофруктів. Ці продукти вважаються більш корисними для здоров'я, що робить їх популярними серед споживачів, які прагнуть підтримувати здоровий спосіб життя. Відповідаючи на цей попит, "Сумська Паляниця" активно розширює свій асортимент, пропонуючи нові види продукції, які відповідають цим вимогам.

Ринок хлібобулочних виробів у Сумській області також стикається з певними викликами. Одним з основних є зростання цін на сировину, що впливає на собівартість продукції. Виробники змушені шукати шляхи оптимізації витрат, впроваджуючи енергоефективні технології та вдосконалюючи логістичні процеси. Крім того, важливим аспектом є забезпечення якості та безпеки продукції, що вимагає постійного контролю та дотримання високих стандартів на всіх етапах виробництва.

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13

Перспективи розвитку ринку хлібобулочних виробів у Сумській області пов'язані з подальшим вдосконаленням виробничих процесів, розширенням асортименту та впровадженням інновацій. "Сумська Паляниця", як один з лідерів ринку, продовжуватиме грати ключову роль у формуванні його майбутнього, забезпечуючи споживачів якісною продукцією та відповідаючи на сучасні виклики і тенденції.

Таким чином, ринок хлібобулочних виробів у Сумській області є динамічним і перспективним, з широкими можливостями для розвитку та інновацій. Завдяки провідним підприємствам, таким як "Сумська Паляниця", ринок продовжує розвиватися, задовольняючи потреби споживачів і підвищуючи стандарти якості продукції.

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм..</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		14

## 1.2 Класифікації хлібобулочних виробів

Хлібобулочні вироби класифікуються за різними критеріями, що відображають їх різноманіття та багатофункціональність у харчуванні. Одним із основних критеріїв класифікації є тип борошна, який використовується для випікання. Вироби можуть виготовлятися з пшеничного, житнього, кукурудзяного, вівсяного або інших видів борошна, кожен з яких надає продукту специфічні смакові і текстурні характеристики. Пшеничне борошно найпоширеніше і використовується для виготовлення білого хліба, булочок і багетів. Житнє борошно, зокрема, застосовується для виробництва чорного хліба, який вирізняється своїм насиченим смаком і темним кольором.

Ще один важливий аспект класифікації хлібобулочних виробів полягає у способі їх приготування. Традиційний метод випікання передбачає використання дріжджів як розпушувача, що забезпечує пухкість і пористість тіста. Водночас існують вироби, приготовлені на заквасці, яка надає їм характерного кислого смаку і більш тривалого терміну зберігання. Окрім цього, є бездріжджові вироби, які стають все більш популярними серед споживачів, що піклуються про здоров'я.

Важливою класифікаційною ознакою є також асортимент виробів за формою та розмірами. Тут виділяються традиційні хлібні буханки, батони, багети, а також різноманітні види булочок, калачів, круасанів та інші форми, які використовуються в кулінарії та для споживання в різних ситуаціях. Хлібобулочні вироби можуть мати різні форми і розміри, що впливає на їх зручність у вживанні та естетичні властивості.

Крім того, хлібобулочні вироби класифікуються за наповнювачами та добавками, які можуть включати насіння, горіхи, сухофрукти, родзинки, мак, корицю та інші інгредієнти. Ці добавки не тільки збагачують смак продуктів, але й роблять їх більш поживними. Вироби з такими наповнювачами часто користуються попитом серед споживачів, які прагнуть урізноманітнити свій раціон.

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		15

Ще одним важливим аспектом є призначення хлібобулочних виробів. Вони можуть бути основою для бутербродів, частиною комплексних страв, або вживатися окремо як перекус чи десерт. Наприклад, багети ідеально підходять для приготування сандвічів, тоді як солодкі булочки часто подаються до чаю або кави.

Хлібобулочні вироби також можна класифікувати за їх харчовими властивостями. Останнім часом набувають популярності цілнозернові вироби, які виготовляються з нерафінованого борошна і містять більше клітковини, вітамінів та мінералів. Такі продукти вважаються більш корисними для здоров'я, оскільки сприяють покращенню травлення та знижують ризик розвитку серцево-судинних захворювань.

Екологічність та відповідність стандартам якості є важливими аспектами класифікації хлібобулочних виробів. Продукти, виготовлені з органічних інгредієнтів, які не містять штучних добавок та консервантів, стають все більш популярними серед споживачів, які дбають про своє здоров'я та навколишнє середовище. Відповідність продукції міжнародним стандартам якості та безпеки харчових продуктів також відіграє важливу роль у формуванні довіри споживачів.

Таким чином, хлібобулочні вироби класифікуються за багатьма критеріями, включаючи тип борошна, спосіб приготування, форму, розміри, наповнювачі, призначення та харчові властивості. Ці класифікаційні ознаки відображають різноманіття продукції, що дозволяє виробникам задовольняти різні потреби споживачів і підтримувати високу якість виробів.

### **1.3 Відомості про підприємство**

ТОВ «Сумська паляниця» включає в себе хлібозавод №1, розташований на вулиці Нахімова, 30 у місті Суми. На даний момент хлібозавод №1 оснащений шістьма технологічними лініями для виробництва хлібобулочних виробів, а також цехом для виготовлення макаронних виробів.

На двох з цих ліній виробляють подовий хліб з житньо-пшеничного борошна у формі круглих буханок. Третя лінія призначена для виготовлення різних видів дрібноштучних хлібних виробів. Четверта лінія наразі перебуває у стані реконструкції, а на п'ятій лінії відбувається модернізація старого

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		16



обладнання на більш сучасні зразки «ТОPOS» і «КРАЯНИ». Шоста лінія спеціалізується на виробництві різноманітних батоноподібних виробів.

Цех на Нахімова, 30 також займається виробництвом широкого асортименту хлібобулочних виробів, забезпечуючи стабільне постачання свіжої продукції на місцевий ринок. Тут виробляються традиційні та спеціальні види хліба, які користуються популярністю серед споживачів. Цех оснащений сучасним обладнанням, що дозволяє автоматизувати багато виробничих процесів і таким чином підвищити ефективність роботи та якість продукції.

Крім того, на хлібозаводі впроваджуються новітні технології контролю якості, що включає регулярне тестування сировини та готової продукції. Це дозволяє гарантувати високу якість хлібобулочних виробів, відповідність їх стандартам і вимогам споживачів. Завдяки постійному вдосконаленню виробничих процесів та оновленню обладнання, ТОВ «Сумська паляниця» продовжує утримувати провідні позиції на ринку хлібобулочних виробів у регіоні.

#### **1.4 Забезпечення підприємства водою, електроенергією, теплом**

Електропостачання підприємства здійснюється від трансформаторної підстанції, яка забезпечує трифазне живлення для всіх основних виробничих та допоміжних підрозділів. Зокрема, електроенергія подається до пекарного цеху, компресорної, електродвигунів технологічного та допоміжного обладнання, систем витяжної та припливної вентиляції, а також до допоміжного устаткування котельні і системи освітлення. Ця система живлення є критично важливою для безперебійної роботи підприємства.

Теплопостачання підприємства, що включає постачання гарячої води та пари для технологічних і побутових потреб, здійснюється протягом року від котельні хлібозаводу. У котельні встановлені чотири котли типу e1/9, які працюють у паровому режимі. Система теплопостачання є закритою, що дозволяє ефективно використовувати теплову енергію. Виробничі споживачі пари підключені до розподільної гребінки, що забезпечує рівномірний розподіл

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	Арк
						17
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

теплової енергії по всьому підприємству. Теплові мережі побудовані за двотрубною схемою з надземною прокладкою, а трубопроводи ізольовані прошивними матами з мінеральної вати, покритої захисним матеріалом, що мінімізує тепловтрати.

Основними споживачами теплової енергії на підприємстві є технологічні процеси приготування та випічки хлібобулочних, здобних та кондитерських виробів, сухарів, кексів, печива, а також системи припливної вентиляції та гарячого водопостачання.

Хлібозавод №1 отримує воду від "Сумського водоканалу". Вода, що постачається, відповідає гігієнічним нормам і вимогам питної води, проходить спеціальне очищення та дезінфекцію на відповідних спорудах, після чого подається по трубопроводах до місць споживання. Підприємство використовує централізоване водопостачання, при якому вода подається насосами з поверхневих або підземних джерел. Якість води відповідає стандартам ДСанПіН 2.2.4-171-10, що гарантує її безпечність і придатність для використання у харчовому виробництві.

Для забезпечення холоду на підприємстві встановлено компресорну установку GTM 40-KB від компанії Pannofoss. Ця установка використовується для охолодження холодильних камер та пекарних приміщень, що є необхідним для зберігання продуктів і підтримання оптимальних умов виробництва.

Вентиляційні системи підприємства відповідають підвищеним вимогам до санітарно-гігієнічних параметрів внутрішнього повітря, що обумовлено специфікою виробництва. Параметри мікроклімату виробничих приміщень повинні відповідати ДСН 3.3.6.042-99 "Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень". Повітря, що видаляється загальнообмінною вентиляцією та місцевими відсмоктувачами від технологічного обладнання, повинно відповідати цим стандартам, забезпечуючи здорові та безпечні умови праці.

Особливі вимоги висуваються до зберігання тари, закупорювальних засобів і пакувальних матеріалів з скла, картону, паперу та пластмас. Вони

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	Арк
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повинні зберігатися і транспортуватися тільки в упаковці, передбаченій нормативно-технічною документацією (НТД). Зберігання має здійснюватися в сухих, добре провітрюваних приміщеннях, захищених від атмосферних опадів, прямих сонячних променів і механічних пошкоджень, що забезпечує збереження їх якості та безпеки.

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						19
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

Об'єктом керування я обрав котел Е 1/9, розташований на підприємстві "Сумська Паляниця". Цей котел відіграє ключову роль у забезпеченні тепlopостачання підприємства, використовуючи пар для різних технологічних процесів. Обрання саме цього обладнання для практики обумовлене його важливістю в загальній виробничій системі та можливістю здобути глибокі знання і практичні навички в сфері теплотехніки та енергетики.

Склад парового котлу:

1. Пальник газовий блочний КП-100Б.
  2. Блок автоматичного управління БАУ "ВЕГА".
  3. Димосос.
  4. Вентилятор пальника ebmpapst R3G.
  5. УФД-1.
  6. Газова заслонка.
    - Привід поворотної заслонки.
  7. Датчик тиску газу низьке.
  8. Датчик тиску газу високе.
  9. Датчик тиску повітря на ВГ низьке.
  10. Трансформатор запалення.
    - Свіча запалювання.
    - Клапан запальник.
  11. Блок клапанів.
    - Клапан запальника.
    - Клапан відсікач.
- Схема функціональна автоматизації котла знаходиться в ДОДАТОК

1

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	Арк
						20
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологічний процес:

Паровий котел Е-1,0-0,9 складається з верхнього (поз.1) та нижнього (поз. 2) барабанів, розташованих на одній вертикальній осі. Труби, що утворюють конвективну поверхню нагрівання, з'єднані пучком (поз.3 -11 рядів по 14 труб у кожному). Камера топки забезпечена двома бічними (поз. 4) та одним стельовим (поз. 5) екранами. Бічні екрани складаються з прямих труб, з'єднаних верхніми (поз. 6) та нижніми (поз. 7) колекторами, які вварені у верхній та нижній барабани відповідно.

Стельовий екран (поз.5) частково охоплює фронт котла, утворений фронтним (поз. 8) колектором та гнутими трубами, звареними безпосередньо до верхнього барабана. Вода подається у верхній барабан, а потім через труби конвективного пучка переходить у нижній барабан, де охолоджує останні ряди труб. Бічні екрани живляться водою з нижнього барабана, а стельовий - від фронтального колектора через сполучні труби (поз. 9) з нижніх колекторів бічних екранів. Введення поживної води виконується у верхньому барабані котла, в якому встановлена розподільча труба. Ця циркуляційна схема котла відрізняється відсутністю необігріваних живильних та відвідних труб екранів.

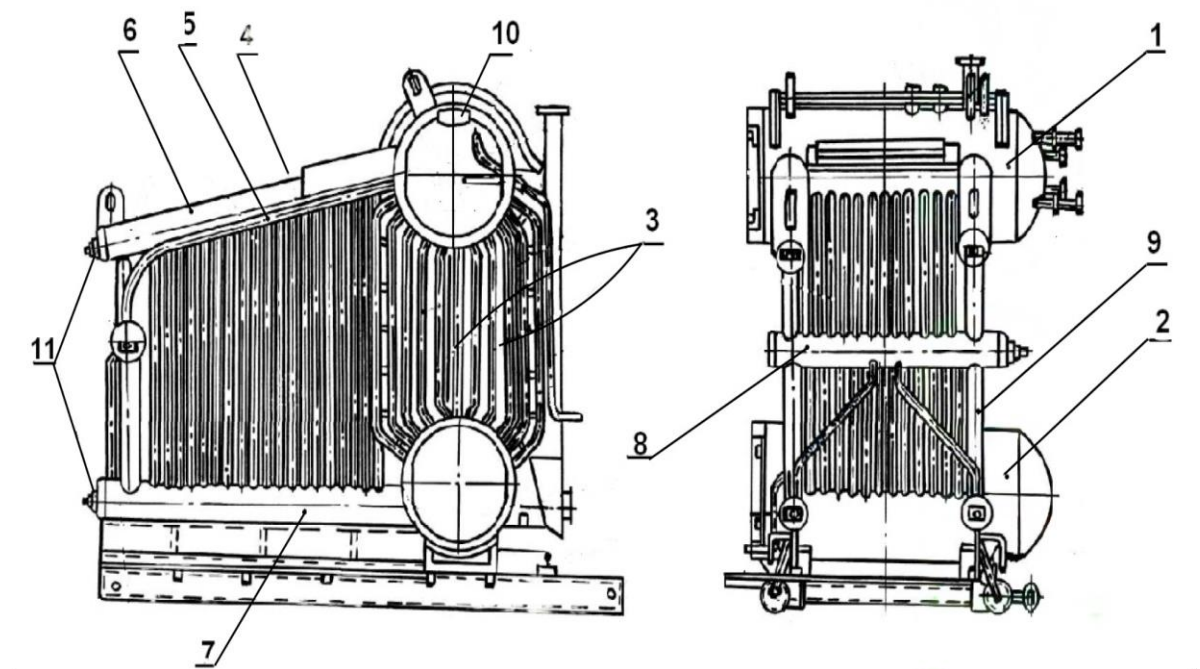


Рис.2.1 - Будова котла е-1/9.

						СУ-01.6.151.08.ПЗ	Арк
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			21

У котлі Е-1,0-0,9 передбачені три точки періодичного продування: з нижнього барабана і двох нижніх колекторів бічних екранів. Пароводяна емульсія з топкових екранів та конвективного пучка потрапляє у верхній барабан, де від пари відокремлюються частинки води. Сухість пари забезпечується сепараційним пристроєм (поз. 10), що розміщується у верхньому барабані. На днищі верхнього барабана є патрубки для приєднання водовказів та рівнемірної колонки сигналізатора граничних рівнів та автоматики безпеки.

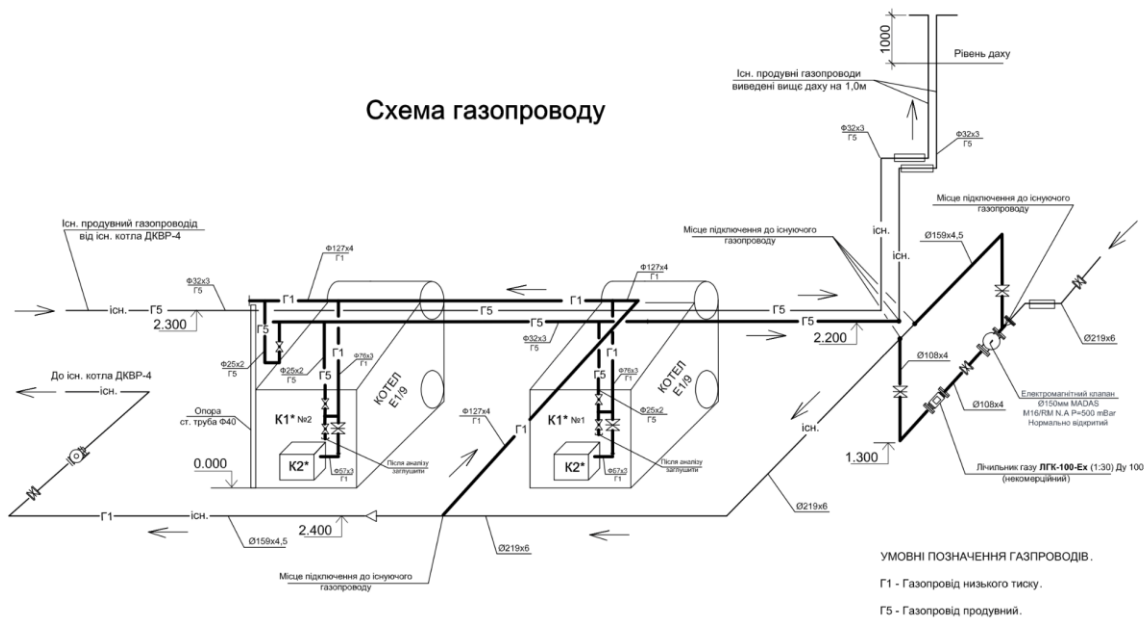
По верхній стороні верхнього барабана розміщені два пружинні запобіжні клапани. Ці барабани мають круглі люки, які дозволяють доступ для огляду та очищення внутрішньої поверхні та труб конвективного пучка. Колектори також мають люки в торцевій частині для забезпечення доступу під час огляду та очищення внутрішніх поверхонь (поз.11).

Камера топки котла має прямокутну форму, що дозволяє застосовувати різні механічні топкові пристрої. Для поперечного омивання труб конвективного пучка топковими газами встановлені газові перегородки із жаростійкої сталі.

Обмуровка котлів Е-1,0-0,9 складається з вогнетривкої цегли та ізоляційних вулканітових або мінераловатних плит. Поверхні, які стикаються з гарячими газами, облицьовані вогнетривкою цеглою, далі - ізоляційними плитами. Заповнення порожнечь виконане відповідно до функціональності шарів матеріалів.

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	Арк
						22
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

### Схема газопроводу



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ ГАЗПРОВІДІВ.  
 Г1 - Газопровід низького тиску.  
 Г5 - Газопровід продувний.

Рис.2.2 - Схема газопроводу

					СУ-01.6.151.08.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
					23	

Схема електрична підключення пальника котла Е-1/9

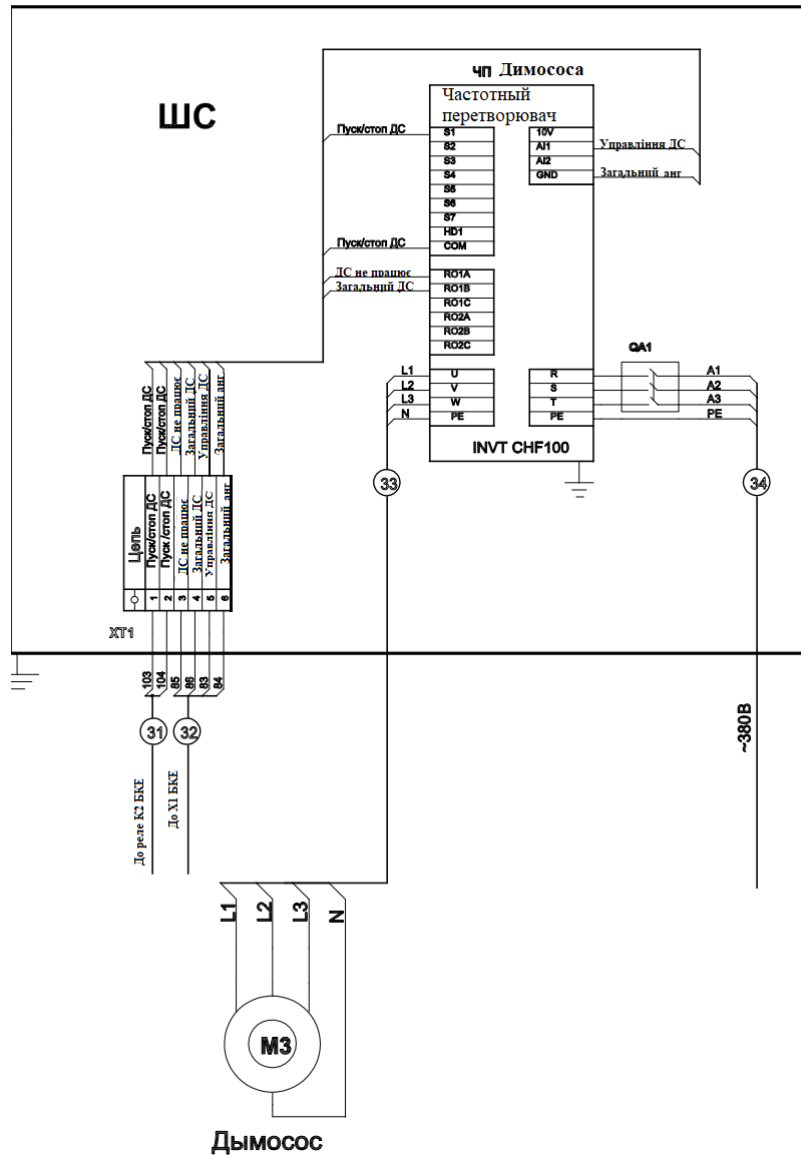


Рис.2.3 - Схема електрична підключення пальника котла Е-1/9

					СУ-01.6.151.08.ПЗ		Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			24



## Блок БАУ "ВЕГА класік" Котла Е-1/9 №1

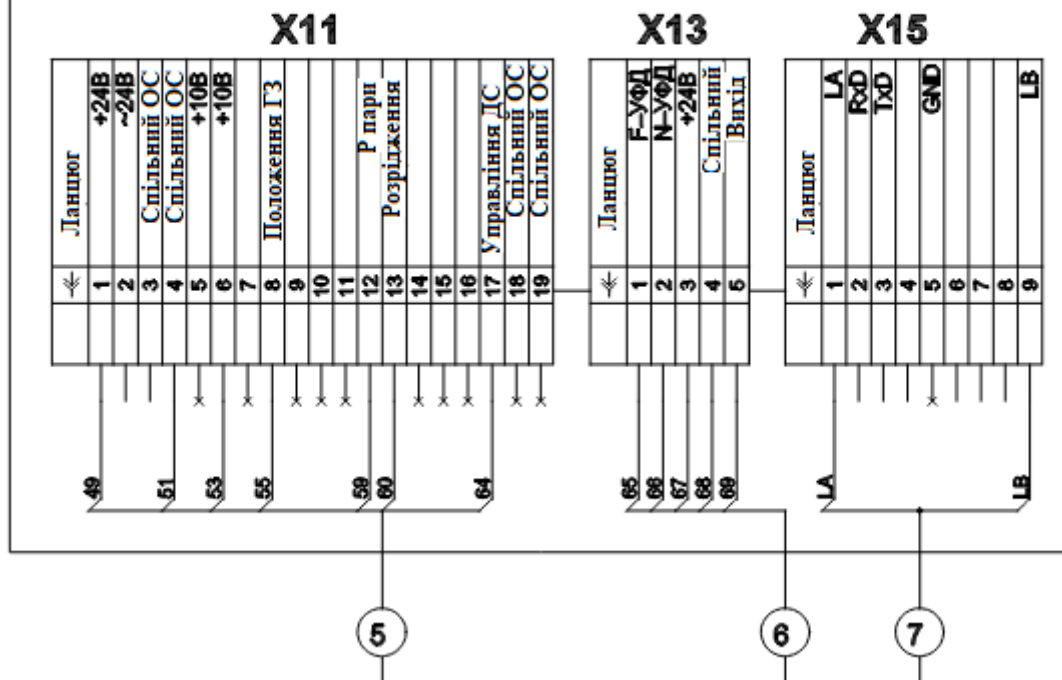


Рис.2.4 – Схема електрична підключення блоку управління

### 3 КОНТУРИ КЕРУВАННЯ СИСТЕМОЮ АВТОМАТИЗАЦІЇ

#### 3.1 Контур перетворення води на пару (паровий контур)

Паровий контур – це основний контур котла Е-1/9, де вода перетворюється на пару, що використовується для живлення машин, опалення приміщень або технологічних процесів. Це складний процес, що потребує чіткої координації роботи всіх елементів контуру.

Вода починає рух з бака живлення, звідки живильний насос подає її в нижню частину нижнього барабана. Цей насос відіграє роль першого кроку на шляху до перетворення, адже саме він забезпечує безперебійний потік води в котел. Піднімаючись водопідйомними трубами, вода долає шлях до верхнього барабана. Ці труби, виготовлені з міцної сталі, витримують високі температури та тиск, адже саме по них вода рухається вгору, підкоряючись законам фізики.

У верхньому барабані вода зустрічається з продуктами згоряння, що надходять з топки котла. Гарячі гази, віддаючи своє тепло, нагрівають воду, перетворюючи її частково на пару. Цей процес супроводжується бурлінням та інтенсивним пароутворенням. Насичена пара, що утворилася піднімається вгору барабана, де збирається, чекаючи свого призначення. Її шлях далі залежить від потреб системи. Частина пари може йти через паровий вентиль, використовуючись для живлення турбін, опалення або інших технологічних процесів. Цей вентиль регулює потік пари, даючи їй волю на виконання її призначення. Опускаючись опускними трубами, насичена пара повертається в нижній барабан, де може знову змішатися з водою, розпочинаючи нове коло в системі.

Важливо пам'ятати, що паровий контур – це не просто сукупність труб і барабанів. Це складний організм, що потребує постійного контролю. Регулярне технічне обслуговування, контроль чистоти води, тиску та температури пари, дотримання правил експлуатації – все це запорука безперебійної та безпечної роботи парового контуру, а значить, і всього котла.

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		26

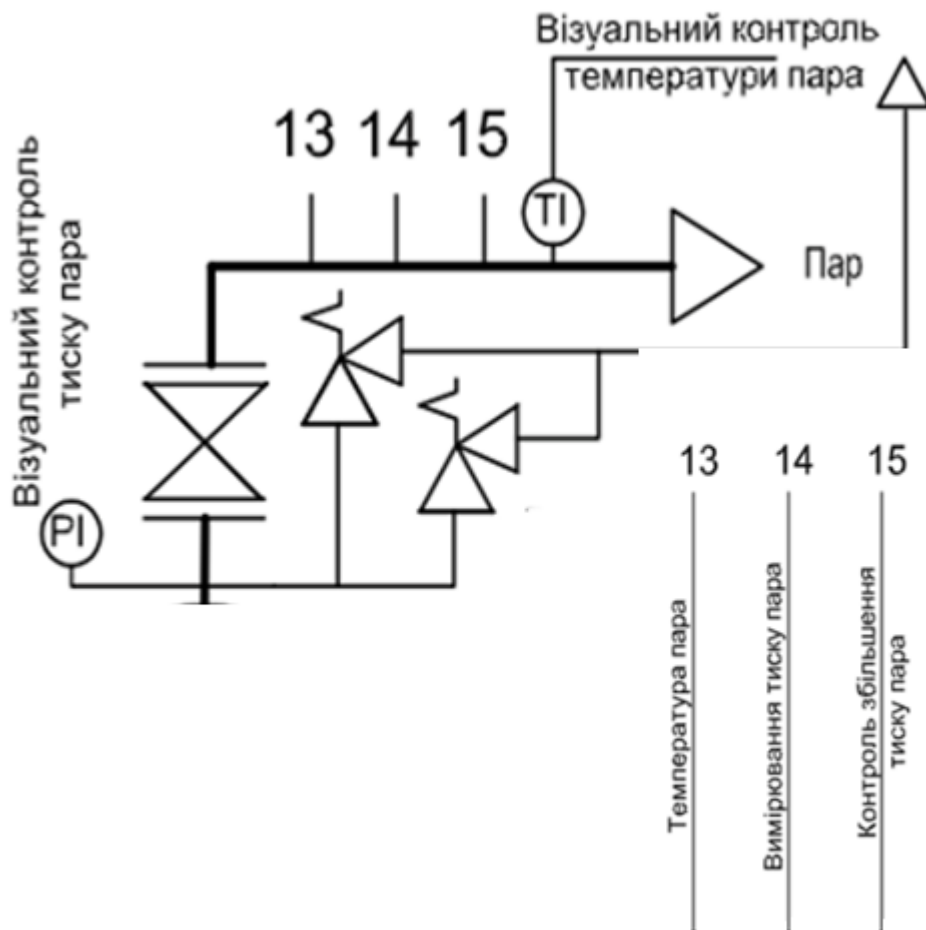


Рисунок 3.1 – Контур перетворення води на пару

Також на схемі ми можемо побачити задіяні датчики в контурі, а саме:

1. Pi – Візуальний контроль тиску пари.
2. Ti – Візуальний контроль температури пари.

Наглядно на рисунку 3.2 можна побачити схему інформаційних потоків, як вода нагріваючись у верхньому барабані перетворюється на пару, яка йде в систему опалення цехів.

					СУ-01.6.151.08.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

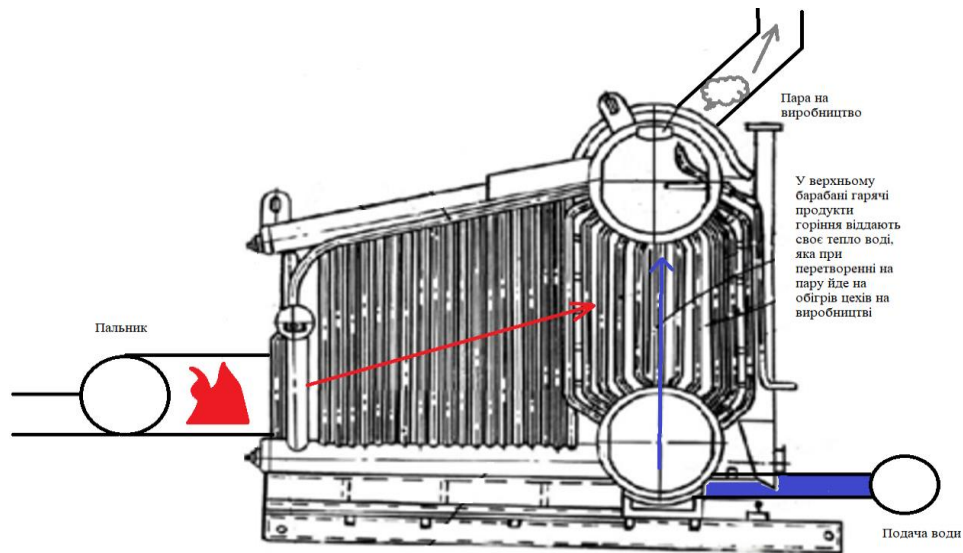


Рисунок 3.2 - Схема інформаційних потоків

Також був проведений аналіз контуру та розроблено рекомендації для збільшення його ефективності та безпеки при експлуатації, а саме:

- паровий контур котла Е-1/9 є складною системою, де відбувається перетворення води на пару, яка використовується для живлення машин, опалення приміщень та технологічних процесів. Враховуючи важливість цього процесу, його ефективність і безпека залежать від узгодженої роботи всіх елементів контуру, зокрема різноманітних датчиків і приладів контролю.
- Для забезпечення максимальної продуктивності та енергоефективності, а також для підвищення рівня безпеки при експлуатації котла, доцільно розглянути оновлення кількох ключових датчиків і контролюючих пристроїв у паровому контурі.
- Перш за все, важливим елементом є датчики тиску пари. Замість стандартних візуальних датчиків (Рі), які забезпечують контроль тиску пари, варто встановити більш сучасні електронні датчики тиску з цифровими індикаторами. Такі датчики можуть мати додаткові функції, наприклад, автоматичний запис показників тиску, що дозволить постійно моніторити стан системи та швидко реагувати на будь-які відхилення від норми. Цифрові датчики можуть бути інтегровані з системою

						СУ-01.6.151.08.ПЗ	Арк
							28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

автоматичного управління котлом, що забезпечить точніше регулювання тиску та зменшить ризик аварійних ситуацій.

- Також варто звернути увагу на датчики температури пари (Ті). Оновлення їх до більш сучасних моделей з підвищеною точністю і швидкістю реакції допоможе ефективніше контролювати процес пароутворення. Більш точні датчики температури дозволять уникнути перегріву, який може призвести до пошкодження котла та зниження його ефективності. Сучасні датчики температури можуть бути оснащені

### 3.2 Контур рециркуляції

Контур рециркуляції – це вірний помічник котла Е-1/9, що відповідає за охолодження його топки. Цей контур захищає котел від перегріву, забезпечуючи його стійку та безпечну роботу.

Шлях води в контурі рециркуляції починається з нижнього барабана, куди вона подається насосом рециркуляції. Цей насос безперервно прокачує воду, не даючи їй застоюватися. Вода з насоса спрямовується в жарову трубу, де вона нагрівається за рахунок продуктів згоряння. Ця жарова труба приймає гарячі гази, змушуючи їх віддавати своє тепло воді.

Нагріта вода далі тече по екранних трубах, що розташовані по всій об'єму топки. Ці труби розносять тепло по всьому тілу котла, охолоджуючи його. Вода з екранних труб повертається назад в нижній барабан, замикаючи цикл рециркуляції. Цей безперервний рух води гарантує, що топка котла не перегріється, а значить, котел буде працювати довго та безвідмовно.

Контроль роботи контуру рециркуляції є важливою частиною експлуатації котла Е-1/9. Необхідно регулярно перевіряти тиск та температуру води в контурі, а також чистоту екранних труб. Своєчасне обслуговування та ремонт контуру рециркуляції гарантують безпечну та надійну роботу котла.

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	Арк
						29
<i>Зм..</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

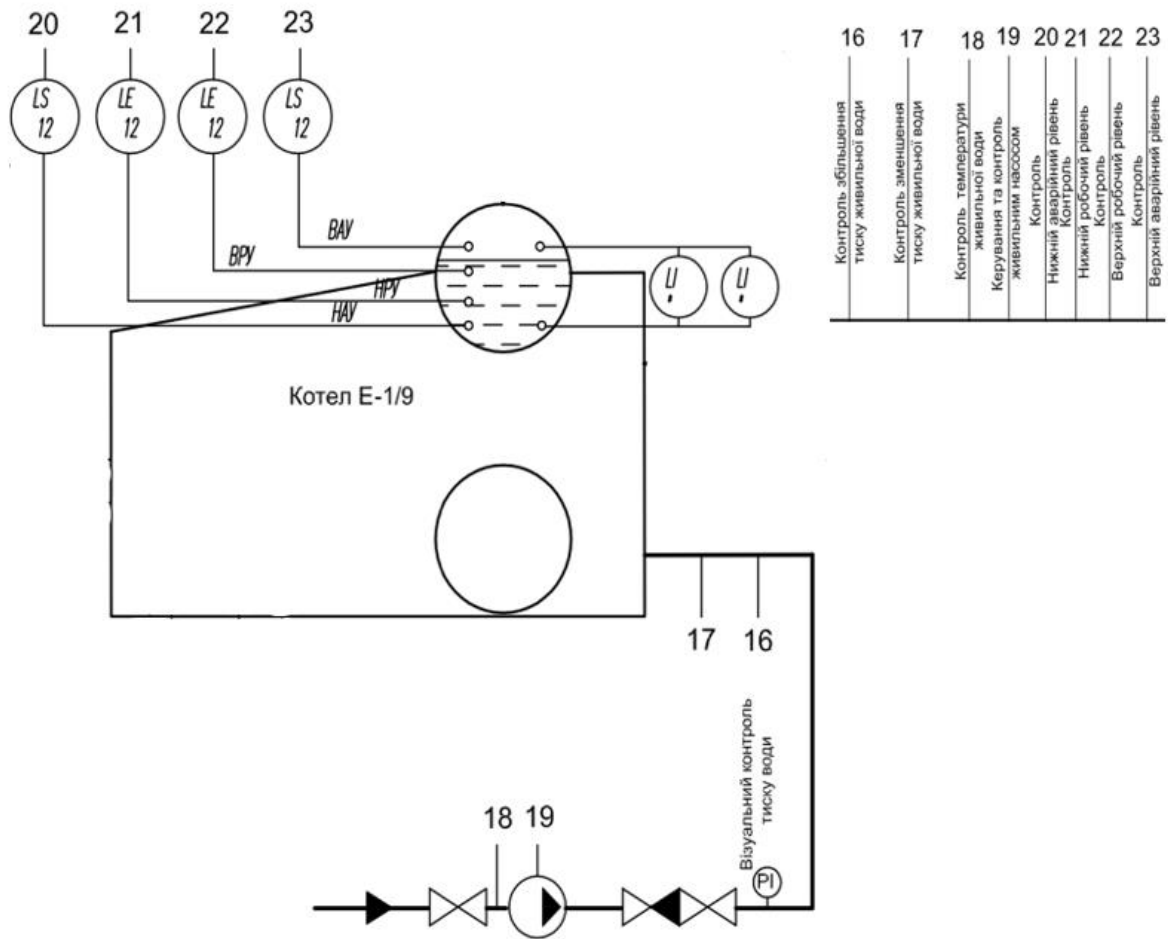


Рисунок 3.3 – Контур рециркуляції

Також на схемі ми можемо побачити задіяні датчики в контурі, а саме:

1. LS – Контроль нижнього та верхнього аварійного рівня.
2. LE – Контроль нижнього та верхнього робочого рівня.
3. Pi – Візуальний контроль тиску води.

Наглядно на рисунку 3.4 можна побачити схему інформаційних потоків, як вода рухається в системі для охолодження котлу та не застоювання води у верхньому барабані.

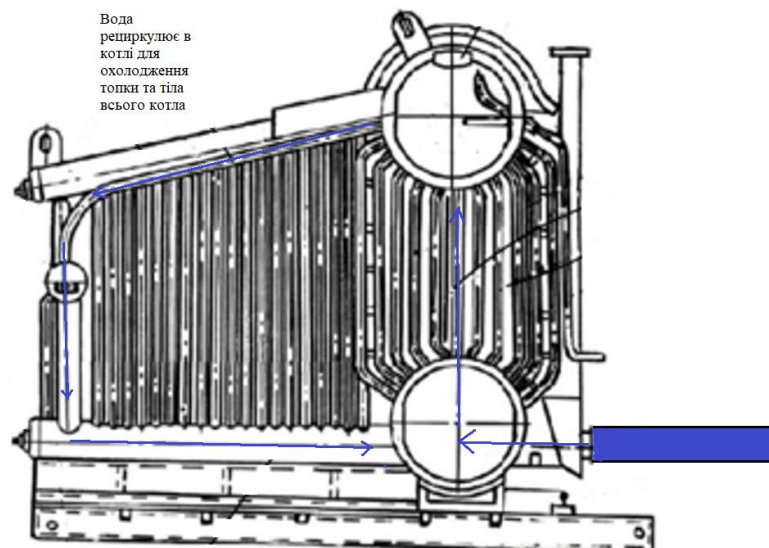


Рисунок 3.4 - Схема інформаційних потоків

Також був проведений аналіз контуру та розроблено рекомендації для збільшення його ефективності та безпеки при експлуатації, а саме:

- контур рециркуляції котла Е-1/9 є ключовим компонентом, що відповідає за охолодження топки і запобігання перегріву котла. Основна задача цього контуру – забезпечення стійкої та безпечної роботи котла, і його безперебійна функціональність залежить від надійної роботи насоса рециркуляції. Вода в контурі починає свій шлях з нижнього барабана, де її подає насос рециркуляції. Потім вода спрямовується в жарову трубу, де нагрівається за рахунок продуктів згоряння. Ця нагріта вода далі тече по екранних трубах, розташованих у всьому об'ємі топки, розносячи тепло по всьому тілу котла і таким чином охолоджуючи його. Після цього вода повертається назад в нижній барабан, завершуючи цикл рециркуляції.

- Для підвищення продуктивності, енергоефективності та безпеки роботи котла необхідно вдосконалити деякі з датчиків у контурі рециркуляції. Наприклад, варто замінити стандартний візуальний контроль тиску води на цифровий датчик з можливістю дистанційного моніторингу. Це дозволить більш точно контролювати тиск води в системі та швидше реагувати на будь-які зміни, що можуть свідчити про проблеми в роботі

					СУ-01.6.151.08.ПЗ	Арк
						31
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

насоса або системи в цілому.

- Також доцільно покращити датчики контролю рівня води. Використання більш точних ультразвукових або радіочастотних датчиків замість механічних забезпечить точніший контроль рівня води в системі, що допоможе уникнути ситуацій з недостатнім або надмірним рівнем води. Це є критично важливим для запобігання перегріву або неефективної роботи котла.

- Іншим важливим кроком буде встановлення додаткових датчиків температури води на вході та виході з жарової труби. Це дозволить точніше контролювати процес нагрівання води, забезпечуючи оптимальну температуру води, що входить в екранні труби. Уникнення перегріву води є важливим для запобігання пошкодженню труб та зниженню ефективності системи.

- Також варто вдосконалити систему керування насосом рециркуляції, використовуючи сучасні електронні контролери. Це дозволить точніше регулювати швидкість прокачування води в залежності від потреб системи, що сприятиме зменшенню споживання енергії та підвищенню ефективності роботи котла.

- Не менш важливим є вдосконалення датчиків аварійного контролю рівнів води. Використання більш надійних та точних датчиків для контролю аварійних рівнів води забезпечить швидке спрацювання захисних механізмів у разі перевищення критичних параметрів, що підвищить безпеку експлуатації котла та запобігатиме аварійним ситуаціям.

- Таким чином, впровадження сучасних і точних датчиків у контурі рециркуляції котла Е-1/9 дозволить значно підвищити його продуктивність, енергоефективність та безпеку експлуатації. Регулярне обслуговування і моніторинг роботи цих датчиків допоможе забезпечити стабільну та безвідмовну роботу котла на довготривалу перспективу, що є важливим для забезпечення надійної роботи всієї системи.

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						32
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



### 3.3 Контур подачі газу

Контур газу котла Е-1/9 – це система, що відповідає за подачу газу до пальників котла, де він спалюється, виділяючи тепло для перетворення води на пару. Цей контур доставляє паливо до котла, забезпечуючи його роботу. Спочатку газ в контурі потрапляє до газового резервуару, звідки він подається газовим редуктором. Цей редуктор знижує тиск газу до робочого рівня. Далі газ проходить через газовий фільтр, де очищається від домішок. Цей фільтр видаляє з газу пил, бруд та інші частинки, що можуть забруднити пальники або призвести до неполадок. Очищений газ подається до газових пальників, де він змішується з повітрям. Ці пальники запалюють газ, утворюючи полум'я, яке нагріває воду в котлі. Контроль роботи контуру газу є важливою частиною експлуатації котла Е-1/9.

Необхідно регулярно перевіряти герметичність газопроводів, тиск газу, а також роботу газових пальників. Своєчасне обслуговування та ремонт контуру газу гарантують безпечну та надійну роботу котла.

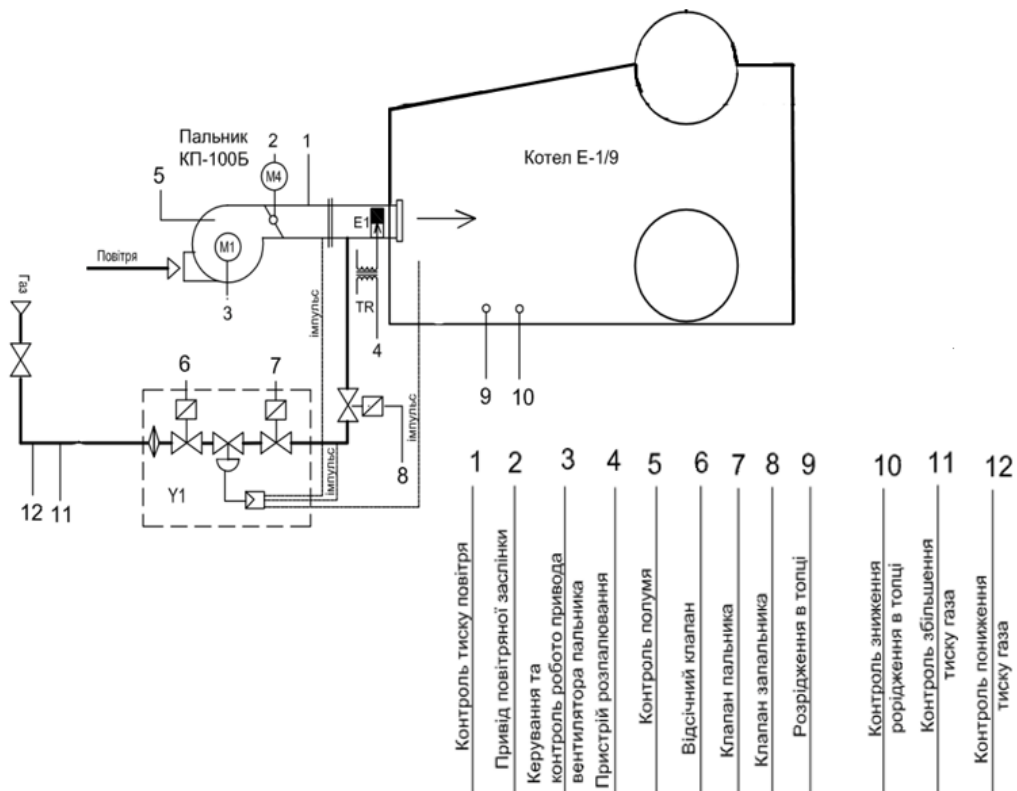


Рисунок 3.5 – Контур подачі газу котла Е-1/9

Також на схемі ми можемо побачити задіяні датчики в контурі, а саме:

1. M1 – Вентилятор EMB-Papst.
2. M4 – Привод Gruner.
3. Y1 – Блок клапанів, стабілізатором тиску DUNGS.
4. E1 – Свіча розпалювання A17ДВР.
5. TR – Трансформатор розпалювання ОС-33В.

Наглядно на рисунку 3.6 можна побачити схему інформаційних потоків, як газ потрапляє та рухається в системі для виділення тепла.

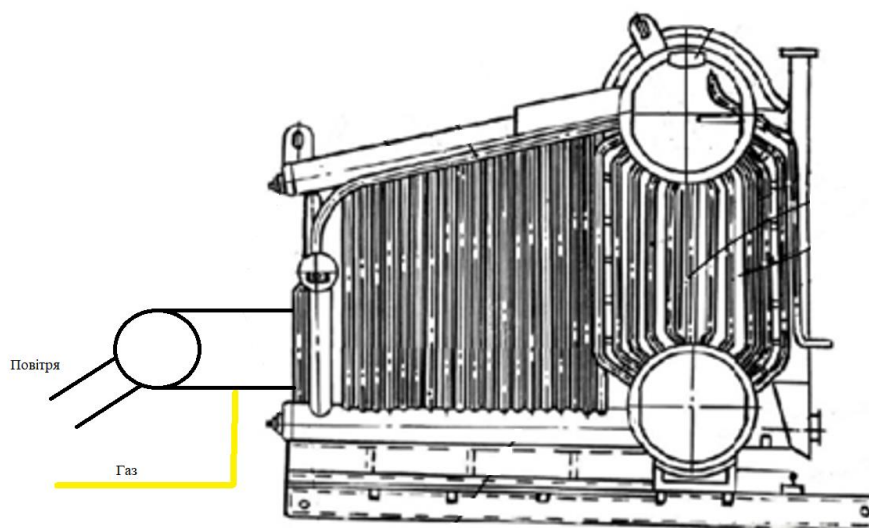


Рисунок 3.6 - Схема інформаційних потоків

Також був проведений аналіз контуру та розроблено рекомендації для збільшення його ефективності та безпеки при експлуатації, а саме:

- контур газу котла Е-1/9 є важливим елементом забезпечення ефективного функціонування системи, і його вдосконалення може значно підвищити продуктивність, енергоефективність та безпеку експлуатації. Одним із ключових аспектів є поліпшення датчиків та пристроїв контролю, які використовуються для моніторингу та регулювання подачі газу і роботи пальників. Почнемо з датчиків контролю тиску газу. Встановлення сучасних електронних манометрів з високою точністю вимірювання може

					СУ-01.6.151.08.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

значно покращити контроль тиску газу в системі. Такі манометри здатні не тільки точніше вимірювати тиск, але й миттєво передавати дані на центральний контролер, що дозволяє оперативно реагувати на зміни в системі та уникати аварійних ситуацій.

- Іншим важливим аспектом є датчики контролю тиску повітря. Використання більш чутливих і швидкодіючих датчиків може забезпечити більш точний баланс повітря і газу в пальниках, що дозволить досягти більш повного згоряння палива і знизити викиди шкідливих речовин. Вдосконалення датчиків контролю температури газу також може позитивно вплинути на ефективність роботи котла. Сучасні інфрачервоні датчики температури здатні забезпечити більш точне вимірювання і контроль температури продуктів згоряння, що допоможе уникати перегріву і підвищити загальну енергоефективність.

- Розглянемо також датчики контролю полум'я. Використання сучасних оптичних сенсорів з підвищеною чутливістю може забезпечити більш точний контроль наявності та інтенсивності полум'я в пальниках. Це дозволить швидше виявляти будь-які відхилення у роботі пальників, що можуть призвести до небезпечних ситуацій. Крім того, впровадження автоматизованих систем управління клапанами газопостачання може значно підвищити безпеку експлуатації. Сучасні електронні клапани з можливістю дистанційного керування і автоматичного регулювання дозволять швидше і точніше контролювати подачу газу до пальників, знижуючи ризик утворення вибухонебезпечних сумішей.

- Ще одним важливим напрямком покращення є система контролю розрідження в топці. Встановлення більш точних і чутливих сенсорів розрідження дозволить краще контролювати процеси згоряння і уникати ситуацій, коли тиск в топці виходить за допустимі межі. Це допоможе запобігти можливим аваріям і забезпечити стабільну роботу котла. Важливим є також вдосконалення системи керування та контролю роботи приводу вентилятора пальника. Використання сучасних приводів з

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						35
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

можливістю плавного регулювання швидкості обертання дозволить точніше дозувати подачу повітря в пальник, що сприятиме більш повному і економічному згорянню газу.

- Таким чином, впровадження сучасних технологій і вдосконалення існуючих датчиків і систем контролю в контурі газу котла Е-1/9 може значно підвищити продуктивність, енергоефективність і безпеку експлуатації. Це не тільки зменшить витрати на паливо і технічне обслуговування, але й забезпечить більш стабільну і надійну роботу всього котла, що є критично важливим для будь-якого промислового підприємства.

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						36
<i>Зм..</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 4 МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

### 4.1 Модернізація в контурі перетворення води на пару

Рекомендується замінити стандартні візуальні датчики тиску пари на більш сучасні електронні датчики з цифровими індикаторами для забезпечення кращого контролю над тиском та станом системи опалення. Одним із оптимальних варіантів є встановлення цифрового датчика тиску пари моделі РТМ-200 від виробника Endress+Hauser.



Рис.4.1 - Датчик тиску пари моделі РТМ-200.

Цей датчик має кілька переваг. По-перше, він надає точні виміри тиску, що дозволяє ефективно контролювати роботу системи опалення. По-друге, цифрові індикатори дозволяють зручно та швидко отримувати інформацію про тиск пари без необхідності візуальної перевірки. Крім того, цей датчик може бути інтегрований з системою автоматичного управління котлом, що забезпечить автоматичне регулювання тиску та моніторинг його стану.

Такий підхід дозволить підвищити ефективність та безпеку роботи опалювальної системи, зменшити ризик аварій та забезпечити більш точне та надійне регулювання тиску пари.

Наступним у чергу на заміну стане датчик температури пари. Оновлення його до більш сучасних моделей з підвищеною точністю і швидкістю реакції допоможе

					СУ-01.6.151.08.ПЗ	Арк
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективніше контролювати процес пароутворення. Одним з оптимальних варіантів може бути встановлення датчика температури пари Endress+Hauser TMT142.



Рис.4.2 - Датчик температури пари Endress+Hauser TMT142.

Ця датчик має багато переваг. По-перше, він надає точні вимірювання температури пари, що дозволяє краще регулювати процес пароутворення. Це дозволяє уникнути перегріву, який може пошкодити котел і знизити його ефективність. По-друге, цей датчик може мати функцію автоматичного калібрування, що гарантує, що його вимірювання будуть завжди точними та надійними. Застосування сучасних датчиків температури покращить роботу парового котла та забезпечить стабільний тиск пари. Крім того, використання цих датчиків запобігає пошкодженню котла через перегрівання.

					СУ-01.6.151.08.ПЗ	Арк
						38
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4.2 Модернізація в контурі рециркуляції

Встановлення цифрових датчиків тиску води, таких як Endress+Hauser Cerabar PMP71, забезпечує ряд переваг порівняно зі стандартними візуальними контролерами тиску.



Рис.4.3 - Датчик тиску води Endress+Hauser Cerabar PMP71.

По-перше, цифрові датчики дозволяють отримувати точні та надійні виміри тиску в реальному часі, що полегшує моніторинг та контроль за роботою системи. Вони також забезпечують можливість дистанційного моніторингу, що означає, що оператори можуть контролювати тиск води з віддаленої точки, що зручно та ефективно.

Ультразвукові або радіочастотні датчики рівня води, такі як MaxBotix MB7389 або Siemens SITRANS LR560, мають переваги порівняно з механічними датчиками. Вони забезпечують вищу точність вимірювань та більш широкий

					СУ-01.6.151.08.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

діапазон вимірів, що дозволяє точніше контролювати рівень води в системі. Крім того, вони зазвичай менш вразливі до зовнішніх впливів, таких як вібрація або забруднення, що забезпечує стабільніше та надійніше функціонування в умовах експлуатації. Тож я оберу датчик MaxBotix MB7389, адже він може виконувати ті самі функції, що і Siemens SITRANS LR560, але є більш доступним, не поступаючись у якості.



Рис.4.4 - Датчик рівня води MaxBotix MB7389.

Для вдосконалення системи керування насосом рециркуляції рекомендується встановити сучасні електронні контролери. Потенційним варіантом я обрав електронний контролер насоса Grundfos MAGNA3.

					СУ-01.6.151.08.ПЗ	Арк
						40
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Рис.4.4 - Електронний контролер насоса Grundfos MAGNA3.

Порівняно зі старими механічними насосом Wilo TOP-S 30/7 виробництва компанії Wilo, сучасні електронні контролери дозволяють точніше регулювати швидкість прокачування води в залежності від потреб системи. Вони мають більші можливості автоматизації та програмування, що дозволяє оптимізувати роботу системи в реальному часі. Крім того, вони забезпечують більш точне та ефективне використання енергії, що призводить до зменшення споживання електроенергії та підвищення загальної ефективності роботи котла.

### 4.3 Модернізація у контурі подачі газу

Для поліпшення контролю та ефективності роботи котла необхідно оновити датчики та пристрої контролю, які відповідають за моніторинг та регулювання подачі газу і роботи пальників.

Один з ключових аспектів - це заміна старих механічних датчиків контролю тиску газу на сучасні електронні манометри з високою точністю вимірювання. Один з потенційних варіантів - це електронний манометр Endress+Hauser Cerabar PMP71.

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41



Рис.4.4 - Датчик тиску газу Endress+Hauser Cerabar PMP71.

Сучасні електронні манометри дозволяють точніше вимірювати тиск і передавати дані на центральний контролер миттєво, що дозволяє оперативно реагувати на будь-які зміни і уникати аварійних ситуацій.

Також, для поліпшення балансу повітря і газу в пальниках, рекомендується використовувати більш чутливі і швидкодіючі датчики контролю тиску повітря. Один з варіантів - це сучасний датчик тиску повітря Sensirion SDP610. Вони дозволяють досягти більш повного згоряння палива і знизити викиди шкідливих речовин.

					СУ-01.6.151.08.ПЗ	Арк
						42
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис.4.5 - Датчик тиску повітря Sensirion SDP610.

Для контролю температури газу, варто розглянути використання сучасних інфрачервоних датчиків температури, наприклад, датчика температури Omega OS-MINI. Ці датчики забезпечують більш точне вимірювання та контроль температури продуктів згоряння, що допомагає уникати перегріву і підвищує загальну енергоефективність.

					СУ-01.6.151.08.ПЗ	Арк
						43
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис.4.6 - Інфрачервоних датчиків температури Omega OS-MINI.

Для контролю полум'я, рекомендується використовувати сучасні оптичні сенсори, наприклад, сенсор полум'я Honeywell C7015A. Вони дозволяють більш точно контролювати наявність та інтенсивність полум'я в пальниках, що дозволяє швидше виявляти будь-які відхилення у роботі пальників і уникати небезпечних ситуацій.

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						44
<i>Зм..</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



Рис.4.7 - Датчик тиску газу Endress+Hauser Cerabar PMP71.

Стосовно пальника, старий пальник КП-100Б недостатньо ефективний і безпечний для сучасних потреб. Рекомендується його замінити на більш сучасну і ефективну модель, наприклад, газовий блочний пальник Riello RS 100. Цей пальник забезпечує вищий рівень ефективності згоряння, зниження викидів шкідливих речовин і більш надійну роботу, що робить його ідеальним вибором для модернізації котла Е1/9.



Рис.4.8 - Газовий блочний пальник Riello RS 100.

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Отже, завдяки комплексній заміні ключових компонентів та систем котел Е1/9 став би суттєво кращим. Підвищення продуктивності, енергоефективності та безпеки роботи було досягнуто завдяки заміні різноманітних датчиків, у тому числі тиску та температури, а також вдосконаленню системи керування насосами і пальниками. Нові сучасні компоненти забезпечують більш точний моніторинг, ефективне регулювання та автоматизоване управління, що призводить до підвищення надійності та оптимізації роботи котла.

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм..</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		46

## ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті було проведено всебічний аналіз підприємства, включаючи його забезпечення водою, електроенергією та теплом. Було розглянуто загальну характеристику системи керування, а також детально описано паровий контур, контур рециркуляції та контур газу котла Е-1/9. На основі цього аналізу було виконано індивідуальне завдання, метою якого було покращення продуктивності котла, зменшення енерговитрат та підвищення безпеки при експлуатації.

Підприємство, на якому проводилося дослідження, має складну інфраструктуру з різноманітними технологічними процесами. Для забезпечення його безперебійної роботи необхідне стабільне постачання води, електроенергії та тепла. Вода використовується як для технологічних потреб, так і для живлення парового контуру котла. Електроенергія є критично важливою для роботи обладнання, систем управління та автоматизації. Теплопостачання забезпечується за рахунок роботи котла, який генерує пару для різних технологічних процесів.

Загальна характеристика системи керування підприємства показала, що вона включає застарілі засоби автоматизації та контролю, які забезпечують не ефективне управління технологічними процесами. Основна увага була приділена системі керування котлом Е-1/9, що включає в себе паровий контур, контур рециркуляції та контур газу. Ці контури взаємопов'язані та працюють у синергії для забезпечення оптимальних умов роботи котла.

Паровий контур відповідає за генерацію пари, яка використовується для різних потреб підприємства. Вода в цьому контурі проходить через кілька етапів нагрівання та перетворення на пару, що забезпечується за рахунок згоряння газу в топці котла. Контур рециркуляції забезпечує охолодження топки та підтримку необхідного теплового балансу, запобігаючи перегріву обладнання. Контур газу відповідає за подачу палива до пальників, де воно змішується з повітрям та згоряє, виділяючи тепло.

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	Арк
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Індивідуальне завдання, виконане в рамках цієї роботи, полягало в аналізі та розробці заходів для покращення продуктивності котла, зменшення енерговитрат та підвищення безпеки при експлуатації. Було виявлено, що значний потенціал для покращення існує у модернізації датчиків та систем контролю, які використовуються в паровому контурі, контурі рециркуляції та контурі газу. Це, в свою чергу, сприятиме зменшенню витрат на паливо та підвищенню енергоефективності.

Крім того, впровадження автоматизованих систем управління клапанами газопостачання та модернізація приводів вентилятора пальника дозволить покращити точність регулювання подачі газу та повітря, що забезпечить більш повне згоряння палива та знизить викиди шкідливих речовин. Вдосконалення системи контролю розрідження в топці дозволить уникати ситуацій, коли тиск виходить за допустимі межі, що є критично важливим для забезпечення безпеки експлуатації котла.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що підприємство має великий потенціал для підвищення ефективності роботи котла Е-1/9. Модернізація існуючих систем контролю та впровадження сучасних технологій дозволить не тільки зменшити енерговитрати, але й підвищити загальну безпеку та надійність роботи котла. Впровадження запропонованих заходів потребує інвестицій, проте очікувані результати у вигляді економії палива, зниження експлуатаційних витрат та підвищення безпеки роботи котла виправдовують ці витрати.

Таким чином, мій дипломний проєкт продемонстрував важливість комплексного підходу до аналізу та вдосконалення системи керування котлом. Результати дослідження можуть бути використані як основа для подальших досліджень та впровадження на практиці, що сприятиме підвищенню ефективності та безпеки роботи не тільки конкретного котла Е-1/9, але й інших подібних систем на підприємствах.

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>48</i>



## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Головна. URL: <https://mmzavod.com.ua/attachments/article/2/Описание%20Е-1-9.pdf> (дата звернення: 10.05.2024).
2. Паровой котел Е1/9; Е-1,0-0,9; Е-1,6-0,9; Е-2,5-0,9. ВулканТеплоенерго. URL: [https://vulkanenergo.com.ua/ru/parovie\\_kotli\\_serii\\_e.html](https://vulkanenergo.com.ua/ru/parovie_kotli_serii_e.html) (дата звернення: 08.05.2024).
3. Опис технологічного процесу - Автоматизація парового котла. Vuzlit. URL: [https://vuzlit.com/2210218/opis\\_tehnologichnogo\\_protseesu](https://vuzlit.com/2210218/opis_tehnologichnogo_protseesu) (дата звернення: 03.05.2024).
4. Принцип роботи промислового парового котла на твердому паливі. WWW.SVITTEPLA.COM.UA. URL: <https://www.svittepla.com.ua/ua/blog-kompanii/printsip-raboty-promyshlennogo-tverdoplivnogo-parovogo-kotla> (дата звернення: 03.05.2024).
5. Парові котли Е-1,0-0,9; 1,6-0,9; 2,5-0,9 на твердому и жидкому паливі або на газу. Головна. URL: <https://mmzavod.com.ua/index.php/kontakty-2/2-kotlyarov-aleksandr1> (дата звернення: 25.04.2024).
6. Аналіз ринку хлібобулочних виробів. URL: <https://catalog.youcontrol.market/10.71/sumska-oblast>
7. Газовий пальник URL: <https://lux-energy.com.ua/ua/p11486632-gazovye-gorelki-riello.html>
8. Давачі температури, електронний манометр URL: <https://www.endress.com/en>
9. Sensirion SDP610 [https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/sdp610-025pa-sensirion\\_197012.html](https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/sdp610-025pa-sensirion_197012.html)
10. Циркуляційний насос MAGNA3 <https://product-selection.grundfos.com/ua/products/magna/magna3/magna3-100-120-f-97924315?pumpsystemid=2357941567&tab=variant-curves>

					СУ-01.6.151.08.ПЗ	Арк
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Датчик

полум'я

Honeywell

C7015A

<https://lit.stromquist.com/docs/HONEYWELL/REGULAR/60-2306.PDF>

					<i>СУ-01.6.151.08.ПЗ</i>	Арк
						50
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

