

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

\_\_\_\_\_ Леонтєв П. В.

\_\_\_\_\_ 2022 р.

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

АВТОМАТИЗАЦІЯ БІОПАЛИВНОГО ВОДОГРІЙНОГО КОТЛА

Дипломний проект

Виконав:  
студент групи СУ-81

Касьяненко О.Є.

Керівник проекту  
к. т. н., доцент

Журавльов О. Ю.

Суми – 2022

## РЕФЕРАТ

Касьяненко Олексій Євгенович. Автоматизація біопаливного водогрійного котла. Кваліфікаційна робота бакалавра зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології (дипломний проект). Сумський Державний Університет. Суми, 2022 р.

Робота присвячена методам й засобам автоматизації біопаливних водогрійних котлів, конструкція та принцип роботи. Описаний об'єкт дослідження – Водогрійний котел на НІИСТУ-5, його умови призначення та умови експлуатації. Описані загальні відомості про системи автоматизації, а також система управління водогрійного котла на НІИСТУ-5 та основні вимоги до нього.

Ключові слова: дипломний проект, автоматизація, водогрійний котел, котел на біоопливі, АСУТП.

## ABSTRACT

Kasyanenko Oleksiy Yevhenovych. Automation of biofuel boiler. Qualification work of a bachelor in specialty 151 - Automation and computer-integrated technologies (diploma project). Sumy State University. Sumy, 2022

The work is devoted to methods and means of automation of biofuel boilers, design and principle of operation. The object of research is described - 130 kW straw water boiler NUUSTY-5 its conditions of use and operating conditions. General information about automation systems, as well as the control system of a NUUSTY-5 and the basic requirements for it are described.

Key words: diploma project, automation, biofuel boiler, straw boiler, process control system.

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№. екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1	A4		Завдання кафедри	1	1	
			<u>Новорозроблена</u>			
2	A4		Технічне завдання	1	1	
3	A4		Реферат	1	1	
4	A4	СУ-81п.6.151.12.ПЗ	Пояснювальна записка	43	1	
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Застосована</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5	A2	СУ-81п. 6.151.12.A2	Функціональна схема автоматизації	1	1	

						СУ-81п.6.151.12.ВД			
Зм.	Кільк.	Арк.	№док	Підпис	Дата				
Розробив	Касьяненко О.С.					Автоматизація Біопаливного водогрійного котла	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник	Журавльов О.Ю						ДП	1	1
Рецензент						СумДУ СУ-81			
Консульт.									
Н. контр.									

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Зав. кафедри  
\_\_\_\_\_ Леонтєв П.В.  
“ \_\_\_\_\_ “ \_\_\_\_\_ “ 2022 р.

ЗАВДАННЯ  
на кваліфікаційну роботу бакалавра

Тема роботи: Автоматизація біопаливного водогрійного котлу. Дипломний проект.  
Затверджено наказом ректора університету № 0360-VI від 17.05.2022 р.  
Термін подання закінченої роботи 05.06.2022 р.

Вихідні дані до роботи: технічна документація на водогрійний котел.

Зміст роботи: конструктивно-технологічна характеристика об'єкта автоматизації, функціональна схема автоматизації, локальні системи управління, комп'ютерно-інтегрованв система управління.

Графічні матеріали: функціональна схема автоматизації, функціональні та структурні схеми локальних систем управління, схеми електричні підключень та з'єднань.

Календарний план проектування

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Терміни виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання ТЗ. Підбір та аналіз літератури. Відбір аналогів та прототипів.	25.04.2022-30.04.2022
2	Опис об'єкту автоматизації. Задачі автоматизації. Аналіз відомих технічних рішень	01.05.2022-05.05.2022
3	Розробка функціональної схеми автоматизації	06.05.2022-10.05.2022
4	Вибір обладнання	11.05.2022-15.05.2022
5	Розробка алгоритмів управління	16.05.2022-20.05.2022
6	Охорона праці	21.05.2022-25.05.2022
7	Оформлення проєту та презентації	26.05.2022-31.05.2022
8	Подання роботи керівнику. Публічний захист роботи	01.06.2022-05.06.2022

Дата видачі завдання «20» 04. 2022 р

Керівник проєкту:

к. т. н., доцент

До виконання прийняв:

студент групи СУ-81

Журавльов О. Ю.

Касьяненко О.Є.

## ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи автоматизації біопаливного водогрійного котла

*Назва і галузь застосування:* Автоматизація біопаливного водогрійного котла. Верстатобудування.

*Підстави для проектування:* Наказ ректора Сумського державного університету № 0360-VI від 17.05.2022 р.

*Призначення проекту:* створення сучасної комп'ютеризованої системи автоматизації водогрійного котла для потреб теплопостачальної промисловості України.

*Джерела розроблення:* матеріали виробничої та переддипломної практик, технічна документація верстату, результати аналізу існуючих систем автоматизації теплопостачальних верстатів.

*Режими роботи об'єкта:* запуск, зупинення, автоматичний контроль та регулювання технологічних параметрів металообробки.

*Умови експлуатації об'єкта:* живлення шафи управління – 220В, частота – 50 Гц; живлення ПЛК – 24В постійного струму; живлення інтерфейсного модуля – 24В постійного струму. Ступінь захисту складових частин обладнання системи автоматизації – не нижче IP20.

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

*Економічні показники:* згідно розрахунку економічної ефективності.

*Стадії та етапи проектування:* наведені в таблиці.

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Терміни виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання ТЗ. Підбір та аналіз літератури. Відбір аналогів та прототипів.	25.04.2022-30.04.2022
2	Опис об'єкту автоматизації. Задачі автоматизації. Аналіз відомих технічних рішень	01.05.2022-05.05.2022
3	Розробка функціональної схеми автоматизації	06.05.2022-10.05.2022
4	Вибір обладнання	11.05.2022-15.05.2022
5	Розробка алгоритмів управління	16.05.2022-20.05.2022
6	Охорона праці	21.05.2022-25.05.2022
6	Оформлення проектної документації	26.05.2022-31.05.2022

Розробник ТЗ:  
студент гр. СУ-81

Касьяненко О.Є.

Погоджено:  
керівник проекту  
к.т.н., доцент

Журавльов О.Ю.

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

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
дипломного проекту

**АВТОМАТИЗАЦІЯ БІОПАЛИВНОГО ВОДОГРІЙНОГО КОТЛА**

Проектант:

студент гр. СУ-81

Касьяненко О.Є.

Керівник проекту:

к.т.н., доцент

Журавльов О.Ю.

## ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	1
ВСТУП.....	2
РОЗДІЛ 1. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ КОТЕЛЬНОЇ УСТАНОВКИ.....	3
1.1. Водогрійний котел як об'єкт технології.....	3
1.2. Призначення та характеристики водогрійного котла НИИСТУ-5.....	7
1.3 Порядок та правила користування.....	9
1.4. Параметри водогрійного котла .....	10
РОЗДІЛ 2 СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ВОДОГРІЙНОГО КОТЛА НИИСТУ-5.....	11
2.1. Загальні відомості про автоматизовану систему управління (АСУ) .....	11
2.2. Головні завдання які повинна забезпечувати автоматизована система управління водонагрівного котла .....	15
2.3 Розробка функціональної схеми автоматизації.....	.....
2.4 Вибір виконавчих механізмів.....	.....
2.5 Вибір керуючого пристрою.....	.....
2.6 Вибір ПЛК.....	.....
2.7 Опис графічної панелі для оператора сенсорного типу ОВЕН СПК110.....	.....
2.8 Модуль аналогового вводу МВ210-101.....	.....
2.9 Модуль дискретного вводу та виводу ОВЕН МВ110-32ДН.....	.....
РОЗДІЛ 3 ОПИС РОБОТИ АСУ КОТЕЛЬНОЮ, РОЗРОБКА ПЗ ДЛЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ .....	32
3.1 Опис роботи АСУ котельнею.....	32
3.2 Розробка програмного забезпечення та алгоритма роботи обчислювального пристрою.....	33
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	35
4.1 Конструктивні заходи електробезпеки .....	35
4.2 Схемотехнічні заходи електробезпеки .....	35
4.3 Заходи експлуатації з електробезпеки .....	36
4.4 Пожежна безпека в операторській .....	36
4.5 Заходи безпеки при користуванні котлом НИИСТУ-5.....	.....
4.6 Вказівки заходів безпеки.....	.....

					<b>СУ-81 6.151.12.ПЗ</b>		
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>			
		Касьяненко			Лім.	Арк.	Аркушів
		Журавльов					
Реценз.					Автоматизація водогрійного котла НИИСТУ-5 Пояснювальна записка <b>СумДУ, СУ-81</b>		
Н. Контр.							
Затверд.							



## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

КТ – контролер технологічний  
СУ - система управління  
АСУ – автоматизована система управління  
ПЛК – програмований логічний контролер  
МК – мікроконтролер  
НВЧ – надвисока частота  
ПЗ – програмне забезпечення  
АЦП – аналого-цифровий перетворювач  
ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач  
ЧЕ – чутливий елемент  
ПО – панель оператора

						СУ-81.6.151.12.ПЗ	
							20



## РОЗДІЛ 1. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ КОТЕЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

### 1.1. Водогрійний котел як об'єкт технології

**Котел** — пристрій для нагріву теплоносія (зазвичай це вода). Котел — основа опалювальної системи.

Котли опалювальні бувають парові — вони призначені для виробництва пари для технологічних цілей промисловості. Найбільш широкого застосування для опалення приміщень отримали водогрійні котли, які значно безпечніші в порівнянні з іншими типами котлів. Водогрійні опалювальні котли можуть працювати в системах опалення закритого і відкритого типу, а також з примусовою або природною циркуляцією води. На базі насосних агрегатів створюють насосні установки і станції.

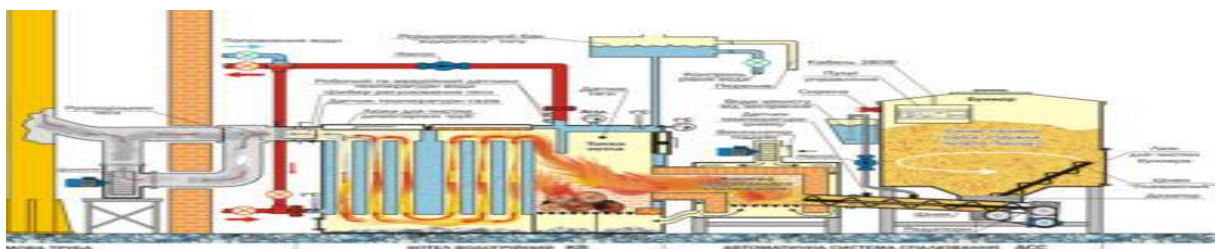
Задана температура води на виході з котла підтримується регулюванням піддування повітря, що забезпечує необхідну інтенсивність горіння палива. Пульти керування припиняє піддув повітря при досягненні заданої температури води і відновлює піддув при падінні температури нижче заданої.

Котли опалення мають різну класифікацію, але прийнято розділяти їх за типом використовуваного палива, а саме:

- газові
- електричні
- рідкопаливні
- твердопаливні
- комбіновані

Теплоносій нагрівається до 115 градусів і після цього передає тепло опалювальній системі. Вода стає паром при температурі 100 градусів, тому для запобігання закипання, в котлі постійно підтримується високий тиск.

Чим воно вище, тим краще, так як тоді ймовірність виникнення пристінкового закипання зменшується, а значить утворюється менше накипу.



*Рис. 1 загальна схема водогрійного котла*

Незалежно від виду палива, принцип роботи водогрійних котлів однаковий: пальне спалюється в топці, а через її стінки жар передається воді, яка циркулює по опалювальним трубах. Кожна конструкція розроблена таким чином, щоб забезпечити максимальне згорання палива і ефективну теплопередачу.

Деаератори атмосферного тиску застосовуються в схемах приготування живильної води парових котлів і підживлювальної води систем тепlopостачання та гарячого водopостачання на ТЕС і в котельнях.

					СУ-81 6.151.12.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

У конструкції водогрійного котла можуть називатися особливі конвективні пакети. Вони призначені для ефективного охолодження відхідних газів і зниження їх температури.

Поверхня пакетів у якісних систем в змозі забезпечити зниження температурного режиму до 190-200 градусів. Не можна допускати більш низькі температурні показники, так як з'явиться ймовірність утворення конденсату.

Якісна і при цьому максимально ефективна робота обладнання визначається високими показниками надійності і міцності пристрою. В процесі роботи вода за всіма панелям і екранів здійснює багатоходову рух.

Якщо придбати водогрійний котел у серйозного виробника, можна бути впевненим в якості і довговічності пристрою. Багато в чому це засноване на правильному підборі швидкостей пересування води, яка дає мінімальне опір контуру. Це буде мінімізувати відкладення солей, а також процес утворення накипу.

За потужністю вогню водогрійні котли діляться на:

- мала потужність (до 400 кВт, температура води до 115°C);
- середньої потужності (до 10 МВт, тиск води до 2,2 МПа, температура води до 150°C);
- Висока потужність (10–210 МВт, тиск води 2,5 МПа, температура води до 150°C).

Розробляти та вдосконалювати водогрійні котли відповідно до вимог ефективності, надійності, екологічної безпеки, комфорту та доступності в управлінні та виду використуваного палива. Це призвело до того, що в їхні проекти були включені різноманітні наукові та інженерні рішення.

Простий циліндричний котел став жаротрубним і батарейним котлом, потім котел з полум'ям, димохідний, а потім водотрубний котел. Циліндричний котел являє собою клепанний сталевий барабан, в якому майже вся зовнішня поверхня нагрівається газом. Розвиток циліндричних котлів йде в бік збільшення поверхні нагріву при зменшенні кількості води. Збільшення

					<b>СУ-81 6.151.12.ПЗ</b>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поверхні нагріву відбувається за рахунок розвитку внутрішньої та зовнішньої поверхонь теплообміну. У першому випадку спроектували котел з полум'яними і жаровими трубами, а в другому — акумуляторний і водотрубний котел. Для котлів з жаровими і димотрубними трубами вода промиває труби зовні, а в акумуляторних і водотрубних котлів – зсередини.

На початку 20 століття В. Г. Шухов створив примітивний водотрубний котел: труби з'єднували в окремі елементи, які потім поєднували між собою і з барабаном котла в необхідних поєднаннях. Його конструкція передбачає можливість складання котлів різної потужності з обмеженої кількості окремих типів деталей, що створює можливість організації виробництва стандартних деталей. Горизонтальні та вертикальні водогрійні котли Шухова знайшли широке застосування і стали вкладом у світову теплотехніку.

Котли малої потужності призначені для забезпечення особистого опалення та гарячого водопостачання квартир і дач, котли середньої потужності в основному використовуються для опалення, а високопотужні для організації центрального опалення в містах і великих житлових масивах. В основному встановлюються в котельних і когенераційних установках великої потужності. Удосконалення малопотужних водогрійних котлів йде шляхом розвитку одночасного розвитку водотрубних і газотрубних котлів. У той же час удосконалення конструкції були досягнуті за рахунок використання більш ефективних і вдосконалених теплообмінних поверхонь, пальників і майже повністю автоматизованого процесу регулювання та контролю.

За взаємним розташуванням теплоносія і водогрійного котла він поділяється на повітряний, водотрубний і контактний.

У газотрубному котлі продукти згоряння палива проходять через внутрішню частину труб на поверхні нагріву, а вода – за межі труб. Розрізняють жаротрубні, димохідні та комбіновані газотрубні котли, тобто котли з жаротрубними та димарними трубами. У жаровій трубі паливо згорає і основний теплообмін відбувається випромінюванням, а в жаровій трубі тепловіддача відбувається за рахунок конвекційної теплопередачі.

У водотрубному котлі вода рухається всередині труб, які нагрівають поверхню, а продукти згоряння палива переміщуються за межі труб. Залежно від розташування труб горизонтальні водотрубні котли і вертикальні водотрубні котли розрізняють як сходяться і похилі розташування труб.

					СУ-81 6.151.12.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У контактному котлі продукти згоряння палива і води знаходяться в безпосередньому контакті.

За типом циркуляції охолоджуючої рідини водогрійні котли поділяють на котли з природною циркуляцією, примусовою циркуляцією та комбінованою циркуляцією.

У котлі з природною циркуляцією вода циркулює за рахунок різної щільності, а для примусової циркуляції використовується циркуляційний насос. Комбінований циркуляційний котел має контури природної і примусової циркуляції води.

Залежно від типу вентиляції в газоповітряному тракту водогрійні котли поділяються на природну вентиляцію, збалансовану вентиляцію та напірні.

У разі природної вентиляції опір газовому тракту долається за рахунок різної щільності атмосфери та газу в димоході. У котлі зі збалансованою тягою переміщення продуктів згоряння по газоповітряному тракту відбувається примусово і посилено за рахунок спільної роботи димососа і повітродувки. У котлі під тиском опір газовому тракту долається лише роботою повітродувки.

За типами спалювання викопного палива водогрійні котли поділяють на котли, що працюють на твердому, рідкому, газоподібному паливі, а також на побутових відходах, дровах та паливі на біомасі.

					<b>СУ-81 6.151.12.ПЗ</b>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

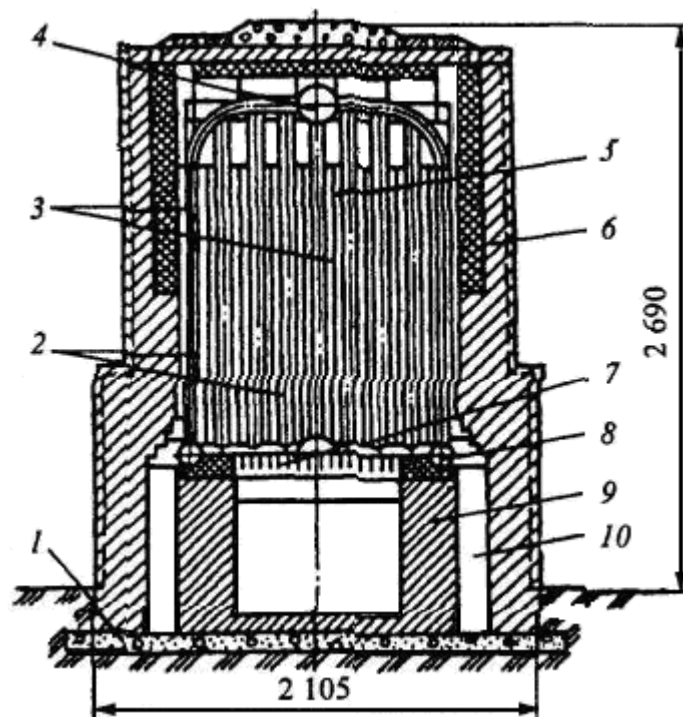
## 1. 2. Призначення та характеристики водогрійного котла НІІСТУ-5

Водяний котел НІІСТУ-5 призначений для систем гарячого водопостачання та гарячого водопостачання житлових, адміністративних та промислових об'єктів з примусовою циркуляцією води зі статичним тиском до 7 кг/см<sup>2</sup> і мінімальною температурою теплоносія до 115° С

Водяний котел НІІСТУ-5 складається з агрегату котла, колосникової системи, повітропроводу, передньої та топки, двох регульованих димохідних заслін, теплоізоляції, рами, запірної та запобіжної арматури, контрольно-вимірювальної техніки.

Трубопровідна частина котла складається з торцевої, середньої та задньої частини.

Конструкція середньої секції опалювального котла така ж, що складається з верхнього колектора Ду = 100 мм, двох нижніх колекторів однакового діаметру і трьох Г-подібних екранних труб 0,76 х 3 мм зліва і справа. Передня частина (див. рисунок 2) складається з двох частин Верхній колектор 12 приварений до верхнього колектора 2 опалювального котла. Два нижніх колектора 11 з'єднані відповідно перепускними трубами 13. Водозбірник 9 для поліпшення циркуляції. Нижні колектори в лівій і правій частинах передньої секції з'єднані один з одним передніми екранними 0,76 х 3 мм.



Мал. 1 Поперечний розріз котла НІІСТУ-5

1 – фундамент; 2 – труби; 3 - газонапрямні перегородки; 4 – верхній колектор; 5 – задня секція; 6-зовнішня обмуровка;  
7 - колосникові ґрати; 8 – нижні колектори; 9 - внутрішні стінки обмуровки; 10-димові канали

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81 6.151.12.ПЗ

Арк.

15





Для створення позитивного потоку в опалювальному котлі НІІСТА-5 у верхній і нижній колектори приварені перегородки. Вода надходить у котел через патрубок на нижньому (верхньому) водозбірнику задньої фільтрувальної сітки, проходить через котел опалення, нагрівається та направляється в тепломережу по передній трубі на верхньому водозбірнику. Ізоляція котла виконана з цегли. Облицювання цеглою після монтажу котла та гідростатичного випробування.

Рама використовується для надійного утримання футеровок, фасадів зольників, блоків заслін печі та котла. Він складається з передньої і задньої рам і шести сталевих стрижнів з гайками і шайбами

Глобальні та запобіжні клапани призначені для контролю та безпечної експлуатації гідравлічної системи котла. До нього входять впускні та вихідні клапани, триходові клапани, манометри, гнізда зливних клапанів, зливні запірні клапани, запобіжні клапани та зворотні клапани. Зливні запірні клапани встановлюються на трубах, що з'єднують два нижніх колектора котла через заглушки, і служать для відведення та зливу води з котла.

Прилади котла повинні складатися з манометра гарячої води, термометра гарячої води та манометра живильної води.

#### Технічна характеристика котла НІІІСТУ-5

Найменування показника	НІІІСТУ-5
Об'єм опалювального приміщення, м <sup>3</sup>	15000
Номінальна теплопродуктивність, МВт	0,5
КПД на твердому паливі, %	72
Температура води на виході, °С	115
Площа поверхності нагріву, м <sup>2</sup> при:	
- 4 секцій	25,2
- 5 секцій	32,3
- 6 секцій	39,4
- 7 секцій	46,5
Габарити трубної частини, мм	3140x1400x1900
Габарити с обмурівкою, мм	3160x2105x2800
Маса, кг	1941

### 1.3 Порядок та правила користування

Підготовка котлу до роботи:

					<b>СУ-81 6.151.12.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

1. Заповніть систему водою з відкритим клапаном і краном на манометрі. Коли система опалення керується іншими котлами, вентиль не відкривається і клапан відкривається в атмосферу.

Котел наповнюється водою до витікання води з розширювального бака або сигнальної труби змішувача (кран закритий).

2. Висушити облицювання котла та шар ізоляції. Сушити на слабкому вогні 2-3 дні.

Використовуйте деревину з рисових блоків як паливо. У процесі сушіння на труби зсередини котла наноситься ізоляційна мастика товщиною 30-40 мм, що складається з 70% білої глини і 30% азбесту (по масі). Після висихання облицювання зніміть ізоляцію з котла і зніміть її.

3. Відповідно до положень розділів VII – VIII Правил проектування та безпечної експлуатації водогрійних і парових котлів з тиском, що не перевищує 0,7 атмосфери, оглянути та технічно оглянути котли.

4. Провести балансування, технічне обслуговування та пусконаладжувальні випробування котла, які повинні проводитися спеціальною організацією відповідно до методу роздільного налаштування опалювального котла.

1. Порядок роботи котла наступний.

- Перевірити справність арматури, манометрів, термометрів (візуальний огляд) і наявність масла в термогільзі,
- Відкрийте кран, клапан знаходиться протягом 2-3 хвилин. Промийте нижній колектор і закрийте вентиль;
- Випустіть вентиль в атмосферу і переконайтеся, що котел наповнений водою. Встановити клапан на комунікації з манометром;
- відкрити клапан,
- Відкрийте вентиль насоса та увімкніть циркуляційний насос;
- Перевірте манометр, щоб переконатися, що тиск в системі не перевищує 7 кг/см<sup>2</sup>;
- Запустіть котел і відрегулюйте пряму температуру води до потрібного значення відповідно до графіка температури прямої та зворотної води в залежності від температури зовнішнього повітря,
- Використовуйте термометри та манометри, щоб контролювати необхідні значення температури і тиску в системі, регулювати подачу палива і повітря в котел з коефіцієнтом надлишку повітря = 1,1 - 1,25, контролювати труби контролю рівня води в розширювальному баку. від,
- При необхідності додайте воду в систему.

#### 1. 4. Параметри водогрійного котла

-Коефіцієнт корисної дії

					СУ-81 6.151.12.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-Втрати при експлуатаційній готовності

-Температури димових газів

-Потужність опалювального котла

*Коефіцієнт корисної дії* котла визначається як відношення вихідної теплової потужності (опалювальної потужності) до теплової потужності, що підводиться (потужності спалювання). Коефіцієнт корисної дії завжди відноситься до номінальної потужності, і тому вимірюється в сталому стані при безперервному режимі горіння.

*Втрати при експлуатаційній готовності* — процентна частина потужності згорання, яка віддається в період експлуатаційної готовності, — тобто при непрацюючому пальнику під час включення котла — через його поверхню навколишньому повітрю унаслідок випромінювання і конвекції. Окрім променистих втрат до втрат експлуатаційної готовності відноситься також охолодження теплогенератора через постійно присутню тягу в димовій трубі, тобто через внутрішні циркуляційні втрати, що існують з цієї причини.

Виміри *температури димових газів* проводяться на вимірювальній ділянці на виході з котла. Вона залежить від температури котлової води, заданої потужності котла (навантаження на котел), а також ступеня його чистоти. Приведені дані вимірів завжди стосуються чистого котла і дійсні для стаціонарного (сталого) режиму.

*Потужність опалювального котла* вимірюється в кВт — цей показник позначає, яку кількість тепла може виробити котел за одиницю часу, як правило це 1 година. Завдяки цьому параметру підбирається потужність котла, який зможе покрити втрати тепла. Для швидкого розрахунку необхідної потужності котла прийнято брати до уваги співвідношення 1 кВт потужності опалювального котла до 10 квадратних метрів опалювальної площі і при умові, що висота стелі буде не вище 3 метрів. Також потрібно приймати до уваги тепловтрати стінок та вікон. На основі цих даних це співвідношення може коригуватися в одну чи іншу сторону.

## РОЗДІЛ 2 СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ВОДОГРІЙНОГО КОТЛА НИИСТУ-5

### 2. 1. Загальні відомості про автоматизовану систему управління (АСУ)

З автоматизацією виробничих процесів пов'язано багато завдань, але всі вони зводяться до одного – створення системи управління, будь то машина, осередок, верстат, технологічний потік, виробнича лінія.

					СУ-81 6.151.12.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система — це сукупність взаємопов'язаних елементів, які разом утворюють певну цілісність, єдність, взаємодіють із навколишнім середовищем, впливають один на одного для певних цілей.

Управління — це сукупність цілеспрямованих дій, які включають оцінку обстановки та стану об'єктів контролю, вибір і здійснення керівних дій. Під час управління має відбуватися цілеспрямований вплив на об'єкт керування, при якому об'єкт переходить із поточного стану в необхідний для контролю стан.

Система управління (СУ) — це сукупність ланок і засобів, які здійснюють певний вплив на керований об'єкт з метою досягнення певної необхідної мети та певного стану, а також зв'язку між ними.

Об'єкт контролю (ОК) — це частина системи, на яку впливає система управління для досягнення конкретних цілей, результатів і станів.

У будь-якому процесі управління є керований об'єкт (машина, підприємство, технологічний процес) і керований суб'єкт (технічні засоби, люди, керуючі ролики). Під час процесу контролю суб'єкт отримує інформацію про стан зовнішнього середовища, розташування об'єкта та пов'язаних з ним об'єктів, стан самого об'єкта та його параметри. Вся ця інформація сприймається органом управління, на її основі формується та передається до органу виконавчої влади контрольна інформація. На підставі контрольної інформації від органу управління виконавчий орган здійснює контрольний вплив на об'єкт контролю.

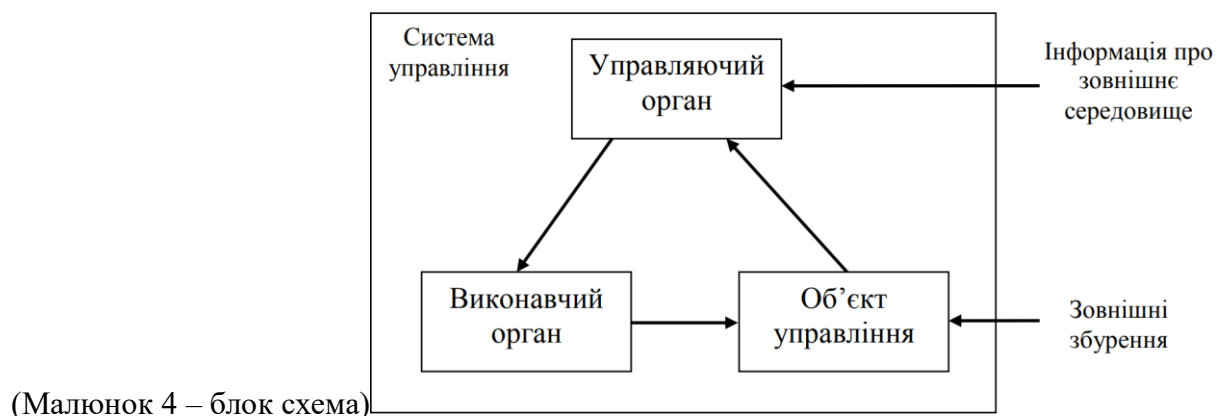


Рис. 4 Найпростіша схема СУ

Управління завжди здійснюється для досягнення певної мети, воно завжди специфічне для даного об'єкта управління і пов'язане зі станом і середовищем об'єкта в даний момент часу.

З усіх видів інформації особливо важлива інформація від об'єкта управління через лінії зворотного зв'язку. У системі управління з її допомогою керуюча частина отримує інформацію про результат управління об'єктом, тобто інформацію про новий стан об'єкта, що виникає під

									Арк.
									20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

впливом керуючої дії. Системи керування поділяються на дві категорії: автоматичні системи керування (АСУ) та системи автоматичного керування (АСУ). У САУ управління об'єктом або системою здійснюється автоматичним обладнанням без безпосередньої участі людини.

Основні функції АСУ: автоматичний контроль і вимірювання, автоматична сигналізація, автоматичний захист, автоматичний запуск і зупинка різних двигунів і приводів, автоматична підтримка заданих режимів роботи обладнання, автоматичне регулювання. На відміну від автоматичної системи керування, система автоматичного керування є системою людина-машина, тобто робота автоматичної системи керування вимагає безпосередньої участі людини-оператора. Оператори наділені повноваженнями приймати найважливіші рішення і несуть відповідальність за прийняті рішення. АСУ – це система пошуку та впровадження ефективного управління об'єктами з використанням сучасних економіко-математичних методів, електронно-обчислювальних машин та нових організаційних принципів.

За рахунок збільшення кількості контрольних параметрів висуваються підвищені вимоги до якості управління, більш точного та комплексного контролю сировини та проміжної продукції, оптимізованого управління об'єктами на основі їх математичних моделей, створених для використання системи – АСУ ТП (Автоматична Система управління) передумови для технічних об'єктів). демонструвати). Ці системи поєднують в собі рішення проблем управління та регулювання технічних процесів, вибір оптимального режиму та алгоритми керування.

Автоматизована система управління технологічними процесами (АСУТП) — це набір апаратних і програмних засобів, що використовуються для моніторингу та керування процесом, підтримки зворотного зв'язку, впливу на процес, коли він відхиляється від заданих параметрів, а також забезпечення регулювання та оптимізації керованого процесу. Система управління технологічними процесами має такі основні характеристики:

- У системі управління процесом використовується велика кількість технічних засобів і більша частина розрахункового процесу;
- АСУ ТП працює в режимі реального часу, контролює стан і параметри об'єктів відповідно до технологічного процесу;
- Основною метою функціонування системи управління технологічним процесом є оптимізація роботи керованого об'єкта шляхом формування та реалізації керуючих дій.

АСУТП включає системи, призначені для управління складними лініями безперервного виробництва, автоматизованими поточними лініями, осередками та верстатами, але АСУТП

					<b>СУ-81 6.151.12.ПЗ</b>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовується не тільки в промисловому виробництві, а й у науці (створені автоматизовані системи дослідження, а також автоматизоване проектування). системи).

Незважаючи на числове різноманіття систем керування, переважна більшість має такі базові елементи: об'єкти керування, пристрої керування, пристрої, які спілкуються з об'єктами, отримують інформацію (датчики).

Нижче наведена типова блок-схема системи управління (рисунок 5). Устаткування, що входить до цієї системи, в основному поділяється на такі частини:

- блок управління (ПК) - формує керуючі сигнали, що надсилаються на виконавчі механізми (ОП);
- Пристрій об'єктного зв'язку (ЕОД) – пристрій, здатний з'єднати пристрій керування з об'єктом керування (ОК), включаючи підсистеми аналогового та цифрового введення, підсистеми аналогового та цифрового виводу;
- периферійні пристрої (датчики (D)) - інформують операційну систему про стани і параметри в заданий момент часу;
- Виконавче обладнання, принципал (ОП) - Контролюючий вплив на операційну систему для зміни її стану, положення, параметрів до тих, які потрібні ПК.

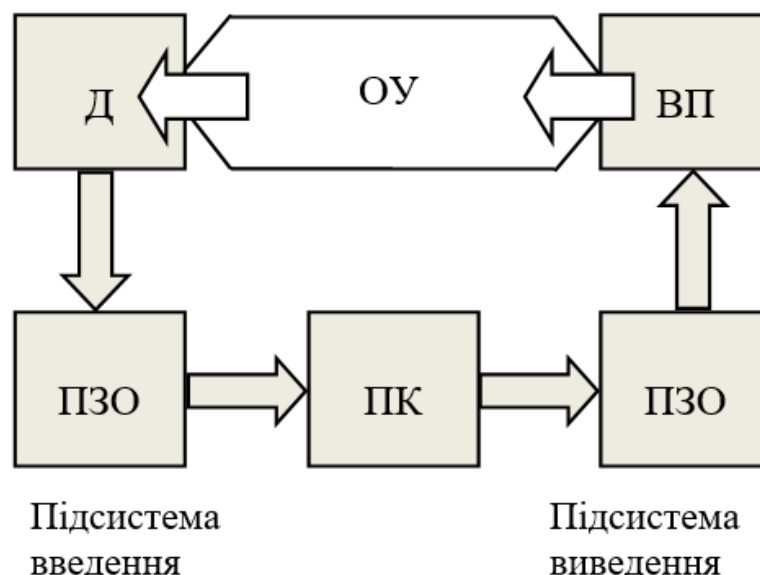


Рис. 5 Типова схема АСУ

Підсистема аналогового входу перетворює аналогові фізичні величини у форму постійного струму або напруги, яка в більшості випадків підходить для керування

обладнанням. Залежно від вартості, технічних вимог і характеристик структура підсистеми аналогового входу може бути змінена відповідно до вибору методу обробки аналогового сигналу. Паралельна структура обробки аналогових сигналів від датчиків. Високопродуктивне та якісне перетворення сигналу забезпечується завдяки тому, що підсистема здатна забезпечити необхідні рівні сигналу на вході аналого-цифрового перетворювача (АЦП) кожного каналу. Існують також структури для послідовної обробки аналогових сигналів за допомогою мультиплексування (продуктивність безпосередньо залежить від якості та параметрів АЦП), структури для аналогових схем вибірки й утримання для фіксації аналогового сигналу на вході АЦП та деякі інші.

Підсистема аналогового виводу багато в чому схожа на підсистему аналогового входу; вона використовується для подання сигналів об'єкту керування у вигляді напруг або струмів, які змінюються з часом відповідно до бажаного закону. При використанні ЦАП для перетворення цифрових даних в аналогові підсистема аналогового виводу має дві конфігурації:

- кожен канал має цифро-аналоговий перетворювач;
- Один ЦАП працює в режимі розподілу часу.

Перша конфігурація використовується там, де потрібна висока швидкість і точність.

## **2. 2. Головні завдання які повинна забезпечувати автоматизована система управління водонагрівного котла**

Сучасні котли централізованого опалення мають не тільки високу енергоефективність, низькі потенційні викиди забруднюючих речовин, але й високий комфорт експлуатації. Користувачі цінують рішення, які заощаджують час і гроші. Тому особливий інтерес представляють пристрої, в яких використовуються найрізноманітніші системи автоматики котлів.

Автоматизація, що використовується в котлах центрального опалення, змушує все менше людей усвідомлювати, наскільки втомлива їх робота. Вручну підсипати дрова або деревне вугілля, освітлення, забезпечити гарні умови горіння і таким чином отримати потрібну температуру – складне завдання. Використовувані сьогодні технологічні рішення не тільки значно обмежують роль користувача у виборі індивідуальних параметрів роботи обладнання, але й зменшують частоту технічного обслуговування. Це завдяки сучасним комп'ютеризованим системам контролю за роботою котла та використанню спеціального обладнання, що полегшує поповнення запасів палива.

					<b>СУ-81 6.151.12.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

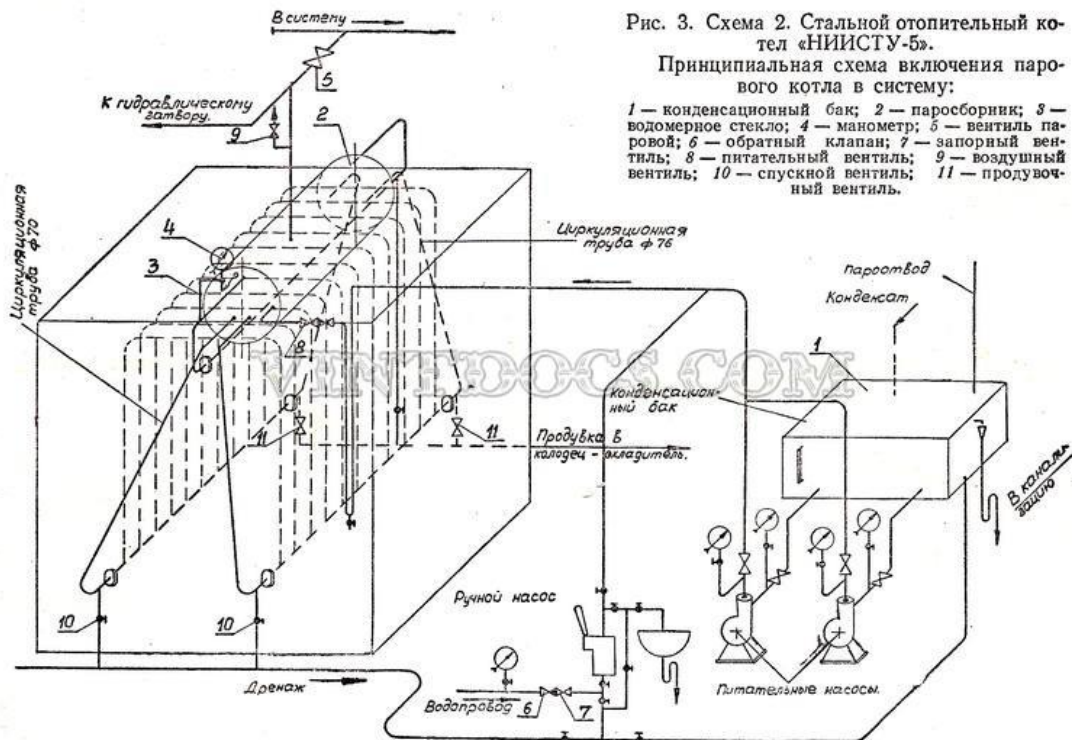


Рис. 6 Схема водогрійного котла НИИСТУ-5

### 2.3 Розробка функціональної схеми автоматизації

Функціональна схема системи автоматизації технологічних процесів є основним технічним документом, що визначає структуру та характеристики системи, технічну автоматизацію процесу та технічні засоби автоматизації для неї. Функціональна діаграма показує спрощене представлення системних блоків, які підлягають автоматизації, і пристроїв, що використовуються в системі. Усі засоби автоматизації та управління технологічними процесами вказані як стандартні, як і лінії зв'язку між ними.

Функціональна схема автоматики повинна виконувати такі функції для регулювання і управління котлом:

1. Контроль і регулювання теплового навантаження
2. Автоматичне регулювання та регулювання потужності
3. Контроль і регулювання водопостачання
4. Автоматично регулювати подачу необхідного тиску, встановлювати необхідну температуру та відключати воду.

На основі розроблених інформаційних потоків і логістичних рішень я побудував функціональне рішення автоматизації, загальне рішення FSA показано в Додатку.

									Арк.
									24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



Розроблений ФСА має два контури:

1. Контур керування тиском
2. Контур керування температурою

## 2.4 Вибір виконавчих механізмів

### Іонодатчик полум'я (ІНД)



Іонодатчик полум'я ІНД призначений контролю наявності полум'я пальника (до двох каналів) з допомогою контрольних електродів. Знятий з виробництва. Аналог детектор полум'я ІНД-2.

- Датчик має регульовану чутливість.
- Напруга живлення датчика ІНД-2 постійна в діапазоні 10-30В.
- Вихід ІНД – відкритий колектор.
- Детектор випускається в пиловологозахищеному корпусі зі ступенем захисту IP65 і призначений для монтажу на пальник.

Діапазон напруги живлення, В	10-30
Споживана потужність, не більше, Вт	2
Напруга на вході (електроді), В	220
Тип виходу	оптопара, відкритий колектор
Струм вихідного ключа, не більше, мА	50
Максимальна напруга вихідного ключа, не більше, В	35
Габаритні розміри, мм	100x75x53
Маса, кг	0,4

					СУ-81 6.151.12.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

## Манометр 63R600.MGE



Призначений для вимірювання тиску всіх технологічних газів і рідини, крім метану і кисню.

Характеристики манометра:

Матеріал корпусу: сталь

Матеріал циферблату: оргскло

Корпус, мм: 63

Різьблення: 1/4 BSPP

Шкала: bar, psi

Діапазон виміру: від 0 до 600 bar (від 0 до 8702.26 psi)

Робоча температура: від -10 °C до + 60 °C

Точність виміру: 1,6%

Ступінь захисту: IP65

## Термометр биметаллический осевой ТБ 63-50



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81 6.151.12.ПЗ

Арк.

26

Застосовується для вимірювання температури в діапазоні в системах опалення, водопостачання, промислового виробництва, в бойлерних, котельнях та ін.

Матеріали деталей ТБ 63-50:

- Корпус – сталь;
- циферблат – метал, забарвлений у білий колір;
- скло – технічне;
- ступінь захисту – не нижче IP 40;
- матеріал гільзи – латунь;
- різьблення гільзи G1/2.

Особливості біметалічних термометрів:

- на кожному термометрі є серійний номер, внесений до паспорту;
- кожний термометр первинно повірений;
- до комплекту входить захисна гільза.

### Димосос каналний для твердопаливних котлів ДІ-1



Призначення димососа каналного витяжного для котла – примусове створення розрядження та тяги в димарі.

Усуває проблеми та помилки при незадовільному димовідводі та при поганій тязі котла, також убезпечить ваше приміщення від зворотної тяги при розрядженні атмосфери.

					СУ-81 6.151.12.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

При поганій тязі в димарі, побутовий димосос допоможе уникнути таких проблем:

- Зниження ККД опалювального обладнання;
- Скупчення диму в приміщенні;
- Скупчення смоли в котлі або каміні;
- Горіння в топці відбувається неефективно та ін.

Характеристика:

Робочий тиск	150/275 Па
Робоча працездатність	235/310 м3/хв
Потрібна потуга	44 Вт
Регулювання оборотів двигуна	10-110%
Швидкість оборотів	2755 об за хв
Максимальна робоча температура	350 Ос
Напруга	220В на 50 Гц
Маса	10 кг

### Датчик тиску Сапфір-22М



Датчик тиску перетворює тиск у рівномірний поточний сигнал. Тиск буває манометричним і абсолютним, а тиск вакууму перетворюється. Вимірювальні засоби включають гази, рідини та пару.

### Вентилятор



					СУ-81 6.151.12.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Вентилятор складається з двох основних частин - двигуна з ротором і алюмінієвого корпусу. У нашому випадку вентилятор був необхідний для подачі повітря в камеру згоряння котла, але зазвичай він використовується для вентиляції. Спосіб виготовлення вентиляторів може регулюватися автоматизованим блоком управління, який керує роботою турбіни і насоса, встановлює потрібну температуру і потрібний режим.

### Частотний перетворювач Altivar 38



Перетворювач частоти (FC) Altivar 38 напруга живлення 380 - 460 В. Призначений для трифазних асинхронних двигунів потужністю 0,75 315 кВт. Приводи Altivar 38 зменшують витрати. Оптимізуйте споживання енергії. Широкий вибір опцій для повного комплексу перетворювачів спрощує роботу. Адаптація та інтеграція в електроустановки та системи автоматизації. Altivar 38 в основному використовується для електроприводів, вентиляторів і насосів. Є термінали. Дозволяє змінювати функції програмування.

#### 2.5 Вибір керуючого пристрою

##### БАУ-М (БАУ-ТП-2)



Блоки є мікроконтролери, які можуть легко адаптуватися для виконання будь-якого завдання в реальному часі. Не змінюючи електричної схеми та конструкції пристрою, змінивши лише керуючу програму, можна отримати новий алгоритм керування технологічним процесом.

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

СУ-81 6.151.12.ПЗ

Блоки, призначені для управління процесами розпалювання та регулювання теплопродуктивності газових або рідинних пальників, що забезпечують управління об'єктом у повній відповідності до нормативних вимог в обсягах, необхідних для найбільш ефективної та безпечної експлуатації обладнання. Забезпечуються автоматичне розпалювання, автоматичне регулювання, контроль параметрів з аварійним у разі відхилення параметрів за встановлені межі.

У блоках вжито спеціальних заходів, що забезпечують високу помехозащищенность функціонування умовах індустриальних перешкод.

Блоки дозволяють здійснювати самоконтроль справності (режим "ТЕСТ"), а також змінювати часові, температурні уставки, робити інвертування входів та ін. (режим "МОНІТОР").

Силова частина конструктивно виконана у вигляді окремого блоку, механічно пов'язаного з блоком керування. У силовій частині розташовані: автоматичний вимикач, електромагнітний пускач (1 або 2), теплове реле (1 чи 2).

Інверсії входів - встановлення стану вхідних датчиків («норм. замкнутий» або «норм. розімкнутий»)

Демпфування – встановлення часів демпфування (в даному розділі виконується встановлення часів демпфування (затримок на спрацьовування) вхідних дискретних сигналів).

Прапори - встановлення режимів роботи

Т авар. Ан. - вибір датчика Т аварійної (контроль Т аварійної від дискретного датчика проводиться завжди. Прапор визначає, чи контролювати її від зовнішнього термоопору (ТСМ, ТСП). Якщо дискретний датчик не підключений, його вхід потрібно замкнути на контакт загального).

Т рег. Ан. - Вибір датчика Т регулятора (якщо вибрати "Так", то регулятор температури буде працювати від зовнішнього термоопору (ТСМ, ТСП), якщо вибрати "Ні", то від дискретного датчика (ТПП). Якщо дискретний датчик не підключений, то його вхід потрібно замкнути контакт спільного).

Автомат. режим - Вибір режиму управління (у цьому вікні йде вибір режиму роботи. Якщо в нижньому рядку «Так», то це означає що, блок буде працювати з пальником, що виконує автоматичний підпал і регулювання потужності, якщо в нижньому рядку «Ні», то блок буде працювати з пальником, що працює в ручному режимі).

Кл. без-ти н. - Виконання кл. безпеки (у цьому вікні можна вибрати виконання клапана безпеки (нормально відкрите або нормально закрите). У нижньому рядку напис «Так» або «Ні». Якщо «Так», то клапан безпеки нормально відкритого виконання, якщо «Ні», то нормально закритого виконання).

					<b>СУ-81 6.151.12.ПЗ</b>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контр.запальника - контроль наявності полум'я запальника (у цьому вікні можна дозволити або заборонити контроль наявності полум'я запальника під час розпалювання. У нижньому рядку напис «Так» або «Ні». Якщо «Так», то наявність полум'я контролюється, якщо «Ні» , не контролюється).

Чистити ресурс – очищення лічильника моторресурсу

Тимчасові – встановлення часів за діаграмою (робота котла розбита на ряд технологічних кроків (продування, розпалювання, вентиляція). Кожен крок має свій часовий інтервал, який можна змінити.

Температурні – встановлення температур (Т аварійна, Т регулятора)

Тип датчиків ТС – вибір типу термоопору (вибір проводиться з чотирьох різновидів – ТСМ100, ТСП100, ТСМ50, ТСП50).

Темп. демпф. - установка параметрів температурних фільтрів (у цьому розділі проводиться установка параметрів температурних фільтрів. Кожні 1,6 сек. блок обчислює значення температури по кожному з використовуваних каналів. Якщо нова обчислена блоком температура відрізняється від старої більш ніж на 10 градусів, то блок вважає нове значення результатом брязкання і відкидає його, приймаючи за справжнє старе значення. Параметром температурного фільтра є час, після якого оновлення гарантовано відбувається оновлення значення температур.

Калібрування ТС – калібрування вимірювачів (режим калібрування показань термометрів. Він служить для компенсації довжини проводів при підключенні датчиків ТСМ або ТСП).

Код доступу – встановлення коду доступу (пароллю)

Опис вікон індикації.

Перегляд вікон індикації здійснюється за допомогою кнопки ВИБІР ІНДИКАЦІЇ у прямому напрямку. Якщо натиснути кнопку ВВЕДЕННЯ і, не відпускаючи її, натиснути кнопку ВИБІР ІНДИКАЦІЇ, перегляд вікон здійснюється у зворотному порядку.

Робоче вікно.

При подачі живлення на індикаторі блискавично висвічується напис «Початок роботи», а потім у верхньому рядку з'являється напис «Початковий:00». У нижньому рядку – найменування програми, встановленої в блоці. Це вікно є робочим вікном і відображається вся поточна інформація, пов'язана з виконанням алгоритму роботи технологічного обладнання. У верхньому рядку відображається напис, який визначає виконання певної ділянки алгоритму. У правій частині верхнього рядка, після двокрапки, цифробуквенний крок виконання алгоритму. У нижньому рядку відображається інформація:

про наявність полум'я ( Пл1, Пл2 )

про стан регулятора (Мщ–, Мщ+)

у правому нижньому кутку – таймер

									Арк.
									31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

СУ-81 6.151.12.ПЗ

При виникненні аварії у робочому вікні відобразатиметься у верхньому рядку напис – «Аварія», у нижньому рядку – найменування аварійної ситуації.

Крім робочого вікна, за допомогою кнопки ВИБІР ІНДИКАЦІЇ можна вибрати ряд інших вікон, в яких відображається необхідна для цієї програми інформація. Наприклад:

"Вікно Регулятора"

Верхній рядок: «Т регул. :» (температура на регульовальному датчику)

Нижній рядок: «Т завдання :» (в цьому вікні за допомогою кнопок БІЛЬШЕ або МЕНШЕ можна встановити температуру завдання. Щоб при наступному включенні вона залишалася такою ж, необхідно натиснути кнопку ВВЕДЕННЯ і, не відпускаючи її, натиснути кнопку СКИДАННЯ ДЗВІНКА. Відбудеться запис завдання температури в FLASH-пам'ять).

«Таварійна» (температура на датчику, що контролює перевищення температури)

«Моторесурс, ч/м» – моторесурс у годинах та хвилинах.

Робочий режим.

Подати живлення на блок. Якщо є необхідність - провести тестування чи зміну уставок.

Натиснути кнопку ПУСК. Почнеться виконання алгоритму згідно з діаграмою для цієї програми з відображенням інформації на дисплеї. Програма побудована таким чином, що в якому вікні не знаходився користувач, при виникненні аварійної ситуації або штатного зупинки, програма перейде в робоче вікно з відображенням поточної інформації. Якщо сталася аварійна ситуація, на дисплеї відображається найменування аварійної ситуації, дзвенить дзвінок (його можна вимкнути за допомогою кнопки СКИДАННЯ ДЗВІНКУ). Якщо аварійна ситуація сталася до подачі газу в топку, то післятопкова вентиляція не проводиться, а оператор, ознайомившись із написом на дисплеї, має можливість зняти напис про аварійну ситуацію за допомогою кнопки СКИДАННЯ ІНДИКАЦІЇ. Якщо аварійна ситуація сталася після подачі газу, то з видачею інформації на дисплей здійснюється післятопкова вентиляція та скидання аварійної індикації можливе лише після закінчення продування.

Аварія «Несправність ТЗ» (несправність термоопору) відбувається, якщо показання температури нижче -50 0С або вище +250 0С для ПММ (+600 0С для ТСП).

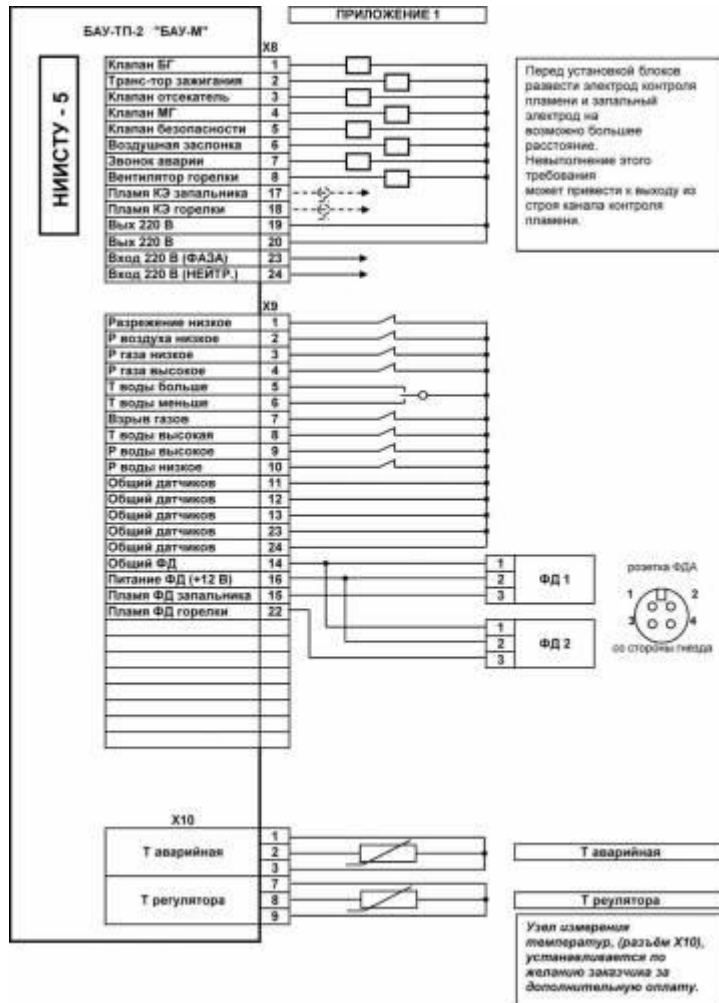
Після виходу на робочий режим блок знаходиться в автоматичному режимі (у верхньому рядку – напис «Авт.»). У разі потреби можна перейти на ручний режим роботи. Для цього треба натиснути кнопку ПУСК. У верхньому рядку з'явиться напис «Руч.».

Для збільшення потужності натиснути кнопку БІЛЬШЕ, для зменшення – кнопку МЕНШЕ. Натисніть ПУСК, щоб перейти в автоматичний режим.

Після закінчення роботи, перебуваючи у вихідному стані, відключити блок від мережі. Для цього потрібно натиснути кнопку СТОП. На дисплеї з'явиться напис "Вимкнути живлення". Тумблером МЕРЕЖА зробити відключення.

					СУ-81 6.151.12.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32





Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис
			Дата

СУ-81 6.151.12.ПЗ

Арк.

33

Котел НИИСТУ-5 (А) Операция, исполнит. устр-во	Исх. сост.	Тест звонка	Р О З Ж И Г						РАБОТА		ОСТАНОВ		Исх. сост.	
			Пуск ВГ	Вентиляция топки	Подготовка	Вкл. трансф. зажиг.	Поджиг горелки	Прогрев			Штатный	Аварийный		
Выключатель СЕТЬ														
Кнопка ПУСК														
Проверка исправн. авар. сигнализации														
Контроль "кажущегося" пламени														
Контроль: температура воды высокая														
Контроль: давление воды высокое														
Контроль: давление воды низкое														
Контроль: взрыв газов														
Контроль: разрежение низкое														
Контроль: давление воздуха низкое														
Контроль: давление газа высокое														
Контроль: давление газа низкое														
Контроль: наличие пламени запальника														
Контроль: наличие пламени горелки														
Клапан-отсекатель Вых № 3														
Звонок аварии Вых № 7														
Вентилятор Вых № 8														
Трансформатор зажигания Вых № 2														
Клапан "малого" горения Вых № 4														
Клапан "большого" горения Вых № 1														
Клапан безопасности Вых № 5														
Воздушная заслонка Вых № 6														
Регулятор температуры воды														
Шаг выполнения операции		01	12	13	14	15	16	17	41,42	43,44	FA	FD,FF		
Индикация рабочего окна	НИИСТУ 5(А)	Тест звонка	Пуск ВГ	Вентиляция	Подготовка	Вкл. трансф.	Поджиг горелки	Прогрев	МЦ+	МЦ-	Останов	Авария	Исх. сост.	
		2 с	5 с	15 мин	5 с	8 с	5 с	10 мин			5 мин	5 мин		

## 2.6 Вибір ПЛК

### ПЛК100 компанії ОВЕН.

PLC 100 OWEN – це контролер з цифровими входами та виходами в одному корпусі модуля для управління об'єктами середнього розміру та системами планування.

Особливості контролера OWEN PLC 100:

- Невеликі корпуси можна закріпити за допомогою DIN-рейок.
- Цифрові входи та виходи
- Має послідовні порти (RS-485, RS-232) та Ethernet.
- Можливість підключення зовнішніх модулів входу або виходу, що дозволяє збільшити кількість точок входу і виходу за допомогою багатьох інтерфейсів, вбудованих в контролер
- Контролер може живитися від 220 В змінного або постійного струму

Основні переваги OWEN PLC100:

1. Немає операційної системи, контролер працює надійніше
2. Швидкість входу до 10 кГц (дискретна) за допомогою субмодулів

																		Арк.	
																			34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата															

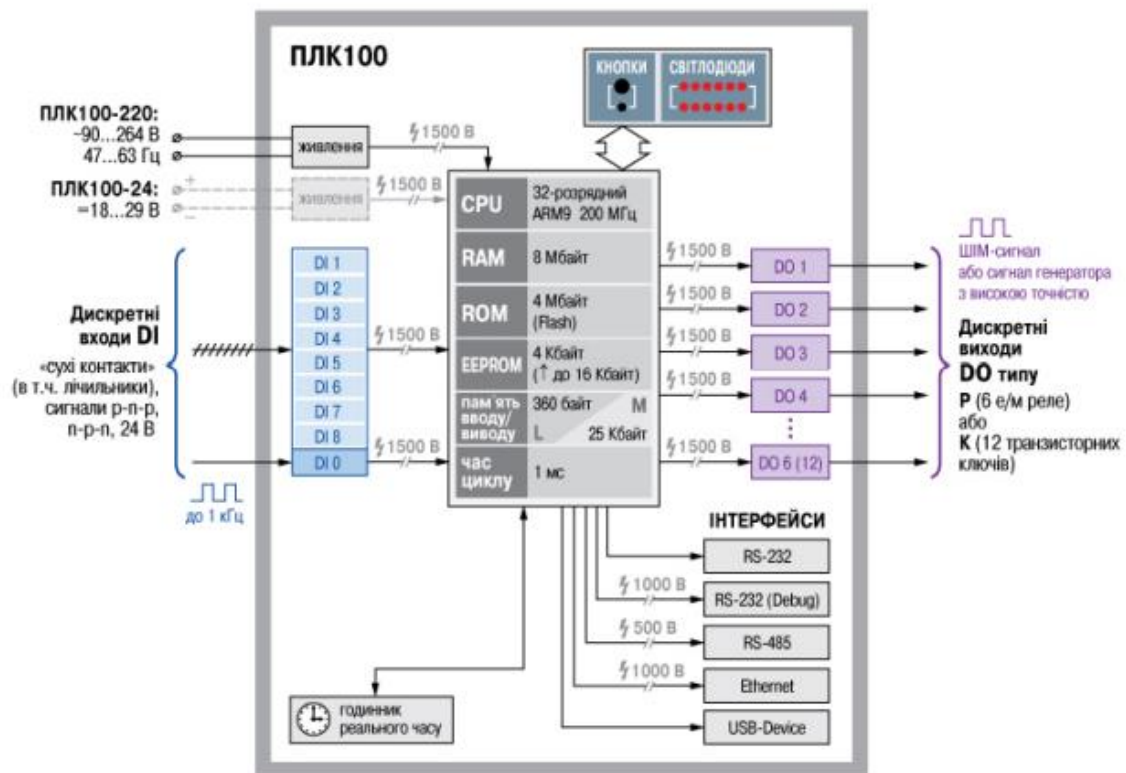
СУ-81 6.151.12.ПЗ

3. Кілька інтерфейсів із 100 ПЛК, незалежних один від одного (Ethernet, 3 послідовні порти, USB-пристрій для програмування контролера)

4. Діапазон робочих температур - 20 до +70 С

5. Контролер має вбудовану батарею, яка допомагає перевести оригінальні компоненти в безпечний стан і підтримує необхідну роботу програми під час відключення електроенергії. Контролер має вбудований годинник для контролю нормального часу.

6. OWEN PLC 100 може використовувати незвичайний протокол на будь-якому порту, це допомагає підключати різні пристрої, такі як лічильники газу та води.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



резистивний сенсорний дисплей 7” або 10.2” (800×480);

широкий набір комунікаційних інтерфейсів: Ethernet, 3-RS-485, 2-RS-232, USB Host, USB Device, слот для SD-карт;

підтримка протоколів обміну Modbus (RTU, ASCII, TCP), OВЕН, можливість реалізації нестандартних протоколів;

можливість оновлення проєктів та вбудованого ПЗ (прошивки) з USB- та SD-накопичувачів;

підтримка web-візуалізації;

інтеграція із хмарним сервісом OwenCloud;

вбудована операційна система Linux;

гнучко налаштований сторожовий таймер (WatchDog);

підтримка протоколів NTP, FTP;

розширення кількості точок вводу/виводу шляхом підключення зовнішніх модулів вводу/виводу за будь-яким із вбудованих інтерфейсів;

в комплект поставки входить перехідник «DB9 - клеми» (з вбудованими резисторами 120 Ом, що узгоджуються, підключаються через DIP-перемикачі);

повна сумісність із попередніми модифікаціями (габаритні розміри, можливість імпорту проєктів);

підтримка прямого підключення пристроїв через порт USB-A – миша, клавіатура.

**Експлуатація:**

Проєкт функціонування приладу створюється на ПК CODESYS V3.5 SP11 Patch 5 під конкретне завдання і завантажується в енергонезалежну пам'ять приладу.

**Виконання:**

Прилади виконані у корпусі для щитового кріплення.

					<b>СУ-81 6.151.12.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37



## 2.8 Модуль аналогового вводу MB210-101

Універсальні аналогові входи для підключення термометрів опору, термопар, датчиків резистивного типу та уніфікованих сигналів струму та напруги.

Індивідуальна конфігурація для кожного входу

Здвоєний 2-портовий Ethernet-комутатор

Ethernet Bypass дозволяє передавати дані з одного порту в інший і не втрачати зв'язок з іншими модулями у разі виникнення нештатної ситуації.

Широкий діапазон робочих температур: -40 ... +55 ° C

Безперервний профіль вимірюється у внутрішню flash пам'ять (архів)

Підтримка хмарного сервісу OwenCloud

Модулі призначені для вимірювання аналогових сигналів, перетворення виміряних величин значення фізичних величин і подальшої передачі їх в мережу Ethernet.

Комунікаційні можливості Інтерфейс обміну Здвоєний Ethernet 10/100 Mbit Інтерфейс конфігурування USB 2.0 (MicroUSB), Ethernet (RJ-45) Протоколи обміну Modbus TCP (до 4 одночасних з'єднань)

MQTT (у розробці)

SNMP (у розробці)

Налаштування модулів Mx210 здійснюється за допомогою конфігуратора, який підтримує роботу з групою модулів та дозволяє оперативно отримати доступ до всіх параметрів.

Підключення здійснюється за інтерфейсами Ethernet або USB (роз'єм типу microUSB). При підключенні USB зовнішнє живлення модуля не потрібно.

					СУ-81 6.151.12.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



32 канали дискретного введення

Типи вхідних сигналів: сигнали =24, транзисторні ключі р-п-р, п-р-п типу

Частота вимірювання: до 1 кГц, мінімальна тривалість імпульсу 0.5 мс

Лічильник імпульсів для кожного каналу

Модуль введення МВ110-220.32ДН має джерело живлення 90..264В змінного струму (номінальна напруга 220В) частотою 47..63Гц

Модуль введення МВ110-24.32ДН має джерело живлення 18..29В постійного струму (номінальна напруга 24В)

Прилад експлуатується за таких умов:

закриті вибухобезпечні приміщення без агресивних парів та газів;

температура навколишнього повітря мінус 10 до +55 °С;

верхня межа відносної вологості повітря 80 % при 25 °С та нижчих температурах без конденсації вологи;

атмосферний тиск від 86 до 106,7 кПа.

За стійкістю до кліматичних впливів при експлуатації пристрій відповідає групі виконання В4 за ГОСТ 12997-84.

За стійкістю до впливу атмосферного тиску прилад відноситься до групи Р1 за ГОСТ 12997-84.

За стійкістю до механічних впливів при експлуатації пристрій відповідає групі виконання N1 за ГОСТ 12997-84.

## РОЗДІЛ 3 ОПИС РОБОТИ АСУ КОТЕЛЬНОЮ, РОЗРОБКА ПЗ ДЛЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

### 3.1 Опис роботи АСУ котельнею

Автоматизація котла НИИСТУ-5 ведеться по двом параметрам, таким як: підтримка тиску для води за заданою витратою, управління температурою.

Тиск регулюється зміною подачі палива в пальник. Технічно це робиться шляхом зміни положення заслінок, оснащених електроприводом. В результаті змінюється тиск, який фіксується манометром, а сила манометра перетворюється в електричний сигнал і надходить

					СУ-81 6.151.12.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



на вхід модуля для введення аналогового сигналу. Там сигнал оцифровується і об'єднується в код в модуль ЦП і обробляється за попередньо запрограмованими алгоритмами.

Тиск контролюється зміною подачі палива в пальник. Технічно це робиться шляхом зміни положення заслінок, оснащених електроприводом. В результаті зміна тиску палива фіксується манометром, а сила манометра стає електричним сигналом, який надходить на вхідний термінал модуля для введення аналогового сигналу. Там сигнали оцифровуються та об'єднуються в код в модулі СВ та обробляються за запрограмованими алгоритмами.

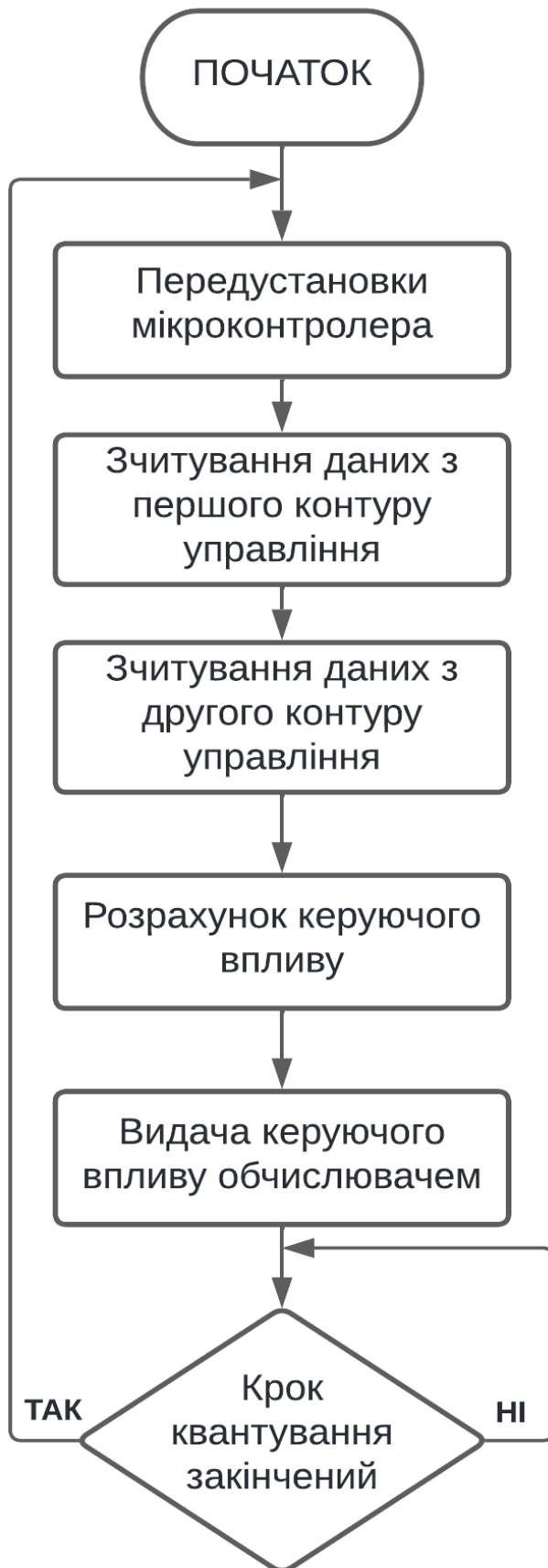
Оскільки наша головна вимога полягає в тому, щоб утримувати співвідношення газу до повітря в межах встановленого діапазону від 1 до 10, на модуль DVV надходить сигнал про зміну положення дверцята вентилятора, поки ми не досягнемо заданого співвідношення газу та повітря.

### 3.2 Розробка програмного забезпечення та алгоритма роботи обчислювального пристрою

Необхідно розробити алгоритми управління роботою ЕОМ, тобто всі алгоритми, що використовуються для зчитування інформації з датчиків і передачі сигналів, що містять всю інформацію виконавчих механізмів контуру управління.

Я розробив метод роботи калькулятора. Створений з метою читання, отримання, перетворення та передачі інформаційних даних.

					СУ-81 6.151.12.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

На основі алгоритму роботи складається програма по якій працює обчислювач, що управляє, побудованого на основі контролера ОВЕН ПЛК100. Лістинг програми, складається на мові програмування Assembler по наведеному вище алгоритму.

Програма вводиться в обчислювач через СОМ-ПОРТ з персонального комп'ютера та за допомогою каналу програматора, який виконує прошивку наявної пам'яті програм мікроконтролера.

## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Операційна – це приміщення з підвищеним ризиком ураження електричним струмом, тому з міркувань безпеки обмежимося міркуваннями електробезпеки. Передбачено такі заходи електробезпеки:

- Конструктивні заходи з електробезпеки
- Інженерно-технічні заходи щодо електробезпеки
- Заходи електробезпеки

### 4.1 Конструктивні заходи електробезпеки

Заходи безпеки призначені для запобігання можливості контакту людини з струмоведучими частинами. Все для того, щоб виключити можливість контакту з струмоведучими частинами оператора, вимикач встановлюється в закритому положенні, використовується блоковий вузол, а рівень захисту обладнання відповідає IP44 (це 4-рівневий захист жорсткість). Розмір корпусу більше 1 мм; 4 - захист від бризок) Відповідно до ПУЕ-87 і ГОСТ 14254.80 Відповідно до ГОСТ 12.2.007.0-75\* ми приймаємо I клас захисту від ураження електричним струмом операторів.

### 4.2 Схемотехнічні заходи електробезпеки

Забезпечити безпеку тіла людини при контакті з не струмопровідними металевими частинами електрообладнання, щоб запобігти випадковому пробію його ізоляції та генерації на ній електричного потенціалу. Пристрій живиться від заземленої мережі з напругою нейтралі 220 В і частотою 50 Гц.

Оскільки напруга нижче 1000 В, але вище 42 В, згідно з ГОСТ 12.1.030-81, необхідно використовувати занулення для запобігання ураження електричним струмом, оскільки люди можуть доторкнутися до металевих конструкцій і металевих конструкцій заземленого електронного обладнання.

Нуль означає підключення до металевого циферблата захисного провідника, який може бути під напругою.

Відповідно до способу захисту ГОСТ 12.2.007.0-75 наша протиударна система віднесена до I класу.

					<b>СУ-81 6.151.12.ПЗ</b>	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В електроустановках при роботі на напругах від 24 до 380 В змінного струму та в ситуаціях підвищеної небезпеки використовувати повторне захисне заземлення (ізольована нейтраль). Повторне захисне заземлення захищає персонал від ураження електричним струмом у разі зіткнення з непровідними металевими частинами, які можуть стати під напругою через порушення ізоляції.

#### 4.3 Заходи експлуатації з електробезпеки

Основним джерелом живлення в приміщенні є однофазна мережа. Напруга змінного струму 220 В, нейтральна земля, частота 50 Гц, потужність 2 кВт. Живлення забезпечується електричним приладом (трансформатором), а джерело живлення має регульовану напругу під навантаженням. Напруга мережі подається на розподільний пристрій.

Всередині організації прокладіть шину захисного заземлення (заземлювальний електрод) згідно ГОСТ 12.1.030-81. Шина металева закріплена на заземленому нульовому провіднику електроустановки.

Опір заземлювача, підключеного до нейтральної точки, не більше 0,6 Ом. Захищені шини доступні для огляду.

Використання високовольтного обладнання вимагає такого застереження:

- Не підключайте та не від'єднуйте кабелі, коли живлення увімкнено
- Роботи з технічного обслуговування та ремонту можна проводити тільки при вимкненому живленні.
- Не відкривайте кришку, коли живлення увімкнено
- Працювати може персонал, підготовлений приймальною комісією та прийнятий на роботу відповідно до ПУЕ-87.

#### 4.4 Пожежна безпека в операторській

Контроль пожежної безпеки для операторів повинен відповідати ГОСТ 12.1.004-91. Слід продумати системи протипожежного захисту та організаційно-технічні заходи.

Перелік причин пожежі в диспетчерській:

- перевантаження
- Високий опір перехідних процесів
- Недотримання протипожежних правил при будівництві опалювальних і вентиляційних будівель і споруд
- Порушення протипожежних правил
- коротке замикання
- Поганий контакт з'єднання (окислення)
- Порушення ізоляції провідника.

					СУ-81 6.151.12.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В системі повинні бути встановлені такі компоненти протипожежного захисту:

- Електрообладнання класу захисту IP54
- Світильники ІН2Х, тобто. відповідає класу Р-ііа
- Вибір сегмента лінії на основі максимального струму навантаження
- Перемикання проводів за допомогою роз'ємів
- Система протипожежного захисту: - Вуглекислотний вогнегасник ОУ-5 (2 шт.)
- Пожежна сигналізація з датчиком КІ-1
- Телефон встановлено в межах досяжності

Несучі та захисні сталеві конструкції повинні бути захищені вогнезахисними матеріалами.

Для нормальної евакуації людей під час пожежі передбачені такі умови: ширина дверей - 2 м, висота - 2 м, ширина коридору - 1,5 м.

Організаційно-технічні заходи щодо пожежної безпеки полягають у наступному:

- Інструкція ПБ
- Навчати персонал організації правилам безпеки та діям у разі пожежі.

#### **4.5 Заходи безпеки при користуванні котлом ННІСТУ-5**

Котел повинен бути негайно зупинений у таких випадках:

- 1) якщо температура води або тиск у системі різко підвищуються і продовжують зростати, незважаючи на вжиті заходи (зменшення подачі палива, зменшення тяги та дуття, відкриття завантажувальних дверцят);
- 2) якщо підживлення системи довго не з'являється вода з сигнальної трубки розширювача;
- 3) при виявленні пошкодження котла із сильним витокм води;
- 4) під час вибуху газів у газоходах;
- 5) при пошкодженні кладки або обмуровки, що загрожують обвалами, при розжарюванні до червоних елементів котла або каркаса;
- 6) при горінні сажі та частинок палива газоходах.

#### **4.6 Вказівки заходів безпеки**

1. Водогрійні котли ННІСТУ-5 є об'єктом підвищеної небезпеки, тому їх монтаж, підготовка до роботи та експлуатації повинні бути організовані у суворій відповідності до цієї інструкції, паспорта та чинних «Правил пристрою та безпечної експлуатації водогрійних котлів та парових котлів з тиском не більше 0,7 Аті», затверджених держтехнаглядом.
2. До роботи з котлом допускаються особи, які пройшли спеціальну підготовку, інструктаж щодо заходів безпеки та проведені наказом щодо організації (установи), що експлуатує цей котел.
3. Пуск котла в роботу допускається після їх огляду відповідно до правил технічного огляду комісією підприємства (установи), призначеної наказом.

					<b>СУ-81 6.151.12.ПЗ</b>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Забороняється експлуатувати несправні котли та котли, у паспортах яких немає дозволу комісії, зробленого на підставі проведеного огляду та технічного огляду.

СУ-81 6.151.12.ПЗ

						Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВОК

У даній дипломній роботі розглянуто автоматизацію водогрійного котла НИИСТУ-5. Була обрана автоматизована система керування «БАУ-М», для автоматичної роботи нашого водонагрівного котлу. Також ми підбрали програмовий контролер ПЛК100 від компанії ОВЕН, який підходить для різних видів котлів, у тому числі і водо нагрівного, тому що цей контролер має модульну структуру, а це означає що ми можемо добавляти число входів або виходів в точках збору та управління інформацією. Все це нам дозволило створити ієрархічну автоматизовану систему управління технологічним процесом на базі котла НИИСТУ-5. В роботі були створені функціональні схеми автоматизації, контури управління температурою і тиском. Всі поставлені завдання та цілі в даній роботі були мною виконані.

					СУ-81 6.151.12.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Список використаних джерел

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І. В. Ельперін, О. М. Пупена, В. М. Сідлецький, С. М. Швед. — 2-ге вид., випр. — К. : Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Васильківський І. С., Фединець В. О., Юсик Я. П. Виконавчі пристрої систем **автоматизації**. Навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. - 220 с.
3. Контрольно-вимірювальні прилади і промислова автоматизація виробництва | ОВЕН Україна. Контрольно-вимірювальні прилади і промислова автоматизація виробництва / ОВЕН Україна. URL:<https://owen.ua/>
4. С. А. Гольцман. Прилади контролю і автоматики теплових процесів. Вища школа. 2016 р.
5. І. С. Берсенев. Автоматика опалювальних казанів і агрегатів. Стройіздат. 2017 р.
6. Герасименко І.Е., Герасименко А.І., Герасименко В.І. Довідник інженера по пуску, наладки і експлуатації котельних установок. – К.: Техника, 2017. – 335 с.
7. Зиков А.К. Парові і водогрійні котли. – К.:, 2017. – 128 с.
8. Долін П. А. Основи техніки безпеки в електроустановках. – К.: Енергоатоміздат, 208.
9. Ralf Joost and Ralf Salomon. “Advantages of fpga-based multiprocessor systems in industrial applications”. In 31st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2005). IEEE-IECON, November 2017.
10. Nyman, Anthony. Charles Babbage, pioneer of the computer. — Oxford University Press, 2017.

					СУ-81 6.151.12.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





