

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра електричних машин та електричних апаратів
(назва кафедри)

Кваліфікаційна робота (проект)

теоретичний (випробувальний)
(тип роботи)

на тему Завдання автоматизації керування системою зупинки двигуна електричного тягового електродвигуна
Система автоматизації керування процесом зупинки електричного тягового електродвигуна

Виконав: студент 5 курсу, групи ЕНТ-18-13
спеціальності 151

Виконавці на міжвузівсько-видавничо-видавничої
(назва спеціальності)
спеціалізації

освітньої програми Виконавці на міжвузівсько-видавничої
спеціалізації
(назва освітньої програми)

Назва Освітньої Програми
(назва освітньої програми)

Керівник в.п.н. доц. Барченко С.М.
(назва, прізвище, по батькові, науковий ступінь, звання та місце роботи)

Рецензент доц. Дмитро ТОВ, Андрій Захарченко Куп'юк О.І.
(назва, прізвище, по батькові, науковий ступінь, звання та місце роботи)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра електричних машин та електронних машин
 Рівень вищої освіти першої (магістерської)
 Спеціальність 51 "Електроенергетика, електротехніка та електроніка"
(код спеціальності)
 Спеціалізація _____
(код спеціалізації)
 Освітня програма Електроенергетика та електротехнічна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри [підпис]
 « _____ » _____ 20 _____ року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ) СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Новіквіт Олександр Васильович
(прізвище, ім'я та по батькові)

- Тема роботи (проекту) Проект електричної машини постійного струму з постійним магнітним полем
 керівник роботи Новіквіт Олександр Васильович
(прізвище, ім'я та по батькові, посада керівника роботи)
 затверджені наказом ЗНУ від « 29 » грудня 2012 року № 1894-с
- Строк подання студентом роботи 12.05.2013р.
- Вихідні дані до роботи важливий розрахунковий матеріал, параметри дані
виробничі дані, розрахункові дані
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) важливий розрахунковий матеріал, параметри дані
важливий розрахунковий матеріал, параметри дані
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
важливий розрахунковий матеріал, параметри дані
важливий розрахунковий матеріал, параметри дані

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання вдано	завдання прийнято
1	Баршанко С.М. доц		
2	Баршанко С.М. доц		
3	Баршанко С.М. доц		
4	Баршанко С.М. доц		
5	Баршанко С.М. доц		
6	Баршанко С.М. доц		
7	Баршанко С.М. доц		

7 Дата видачі завдання 20 березня 2023р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Презентація
1	Визначення тематичної спеціалізації проекту	20.03 - 28.03 2023р	виконано
2	Визначення структури та змісту змісту звітної документації	29.03 - 04.04 2023р	виконано
3	Визначення тематики роботи	05.04 - 09.04 2023р	виконано
4	Моніторинг НСР	10.04 - 16.04 2023р	виконано
5	Набір матеріалів для формування документації проекту	18.04 - 25.04 2023р	виконано
6	Визначення основних параметрів та характеристик роботи	26.04 - 30.04 2023р	виконано
7	Визначення методів дослідження та обробки результатів	01.05 - 03.05 2023р	виконано
8	Підготовка презентаційної роботи, оформлення звітної документації	03.05 - 12.05 2023р	виконано

Студент (підпис) Ковалова С.В. (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) (підпис) Баршанко С.М. (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер (підпис) Облещникова Т.А. (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

На пояснювальну записку кваліфікаційної роботи бакалавра на тему: «Проект автоматизації водогрійного котла в умовах системи теплопостачання. Система автоматичного регулювання процесу згорання палива у робочому просторі», яка включає 81 стор. машинописного тексту, 11 рис., 12 табл., 33 найменування переліку використаних джерел. Метою роботи є розробка системи автоматизації водогрійного газо-мазутного котла. У загальній частині дана характеристика котельних установок, а також описаний технологічний процес нагрівання води. Розглянуто існуючий рівень автоматизації і сформульовано завдання на проектування системи управління технологічним процесом. У спеціальній частині розроблена функціональна схема автоматизації, вибрані технічні засоби автоматизації, приведені основні розрахунки. Розрахована принципова електрична схема, принципова електрична схема живлення, монтажна комутаційна схема, схема зовнішніх з'єднань і спроектовано щит КВПіА. Виконаний розрахунок технічних засобів автоматизації. У розділі охорони праці проведений аналіз небезпечних та шкідливих факторів на території котелен, розроблені заходи щодо їх запобігання. В економічній і організаційній частині проведений розрахунок необхідної кількості робочого і обслуговуючого персоналу. Виконано розрахунок собівартості і економічного ефекту від впровадження системи автоматизації.

ВОДОГРІЙНИЙ КОТЕЛ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ПРОЄКТ
АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОНТРОЛЕР, ЩИТ, ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА,
МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Вивчення особливостей функціонування технологічних агрегатів. Аналіз існуючого рівня автоматизації.....	9
1.1 Технологічний агрегат і алгоритм його роботи.....	9
1.2 Технологічний процес як об'єкт автоматизації.....	10
1.3 Аналіз існуючого рівня автоматизації на діючому виробництві.	11
1.4 Розробка схеми матеріальних та інформаційних потоків.....	12
1.5 Стан рівня автоматизації на аналогічних об'єктах України та зарубіжжя.....	13
2 Розробка технічного завдання.....	16
2.1 Вимоги до системи в цілому.....	16
2.2 Вимоги до функцій	19
2.3 Вимоги до видів забезпечення.....	20
2.4 Загальна структура програмно-технічного комплексу засобів автоматизації	22
3 Проектування системи автоматизації.....	26
3.1 Вибір та обґрунтування функціональної структури СА.....	26
3.2 Вибір математичної моделі системи управління.....	26
3.3 Вибір та обґрунтування технічних засобів нижнього рівня системи автоматизації.....	28
3.3.1 Первинні перетворювачі, нормуючі пристрої, вторинні прилади.....	28
3.3.2 Промислові контролери.....	32
4 Розробка технічної документації.....	38
4.1 Функціональна схема автоматизації управління.....	38
4.2 Принципова електрична схема.....	40
4.3 Принципова електрична схема живлення.....	41

4.4. Принципова електрична схема сигналізації, блокування та захисту.....	41
4.5 Розробка схеми зовнішніх з'єднань, вибір щитів.....	41
5 Розрахунок систем автоматизації.....	43
6 Замовна специфікація на весь комплекс технічних засобів автоматизації.....	54
7 Організаційне забезпечення системи автоматизації та розрахунок техніко-економічних показників.....	55
7.1 Організаційн забезпечння.....	55
7.2 Розрахунок техніко-економічних показників.....	56
7.3 Розрахунок одноразових витрат на створення АСУ.....	58
8 Охорона праці та техногенна безпека.....	67
8.1 Характеристика потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	67
8.2 Заходи зі зменшення впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	71
8.3 Виробнича санітарія.....	73
8.4 Електробезпека.....	74
8.5 Пожежна безпека.....	76
Висновки.....	78
Перелік посилань.....	79

ВСТУП

Автоматизація - це застосування комплексу засобів, що дозволяють здійснювати виробничі процеси без особистої участі людини, але під його контролем. Автоматизація виробничих процесів приводить до збільшення випуску, зниженню собівартості й поліпшенню якості продукції, зменшує чисельність обслуговуючого персоналу, підвищує надійність і довговічність машин, дає економію матеріалів, поліпшує умови праці й техніки безпеки.

Автоматизація звільняє людину від необхідності безпосереднього керування механізмами. В автоматизованому процесі виробництва роль людини зводиться до налагодження, регулювання, обслуговуванні засобів автоматизації та спостереженню за їхньою дією. Якщо автоматизація полегшує фізичну працю людини, то автоматизація має мету полегшити так само й розумову працю. Експлуатація засобів автоматизації вимагає від обслуговуючого персоналу високої техніки кваліфікації.

За рівнем автоматизації теплоенергетика займає одне із провідних місць серед інших галузей промисловості. Теплоенергетичні установки характеризуються безперервністю процесів, що протікають у них. При цьому виробітка теплової і електричної енергії в будь-який момент часу повинна відповідати споживанню (навантаженню). Майже всі операції на теплоенергетичних установках механізовані, а перехідні процеси в них розвиваються порівняно швидко. Цим пояснюється високий розвиток автоматизації в тепловій енергетиці.

Автоматизація параметрів дає значні переваги: забезпечує зменшення чисельності робочого персоналу, тобто підвищення продуктивності його праці, приводить до зміни характеру праці обслуговуючого персоналу, збільшує точність підтримки параметрів вироблюваної гарячої води, підвищує безпека праці й надійність роботи встаткування, збільшує економічність роботи водогрійного котла.

Автоматизація містить у собі автоматичне регулювання, дистанційне

керування, технологічний захист, теплотехнічний контроль, технологічні блокування й сигналізацію.

Автоматичне регулювання забезпечує хід процесів, що безупинно протікають, у водогрійному котлі (живлення водою, горіння й ін.)

Дистанційне керування дозволяє черговому персоналу пускати й зупиняти водогрійну установку, а так само перемикає й регулює її механізми на відстані, з пульта, де зосереджені пристрої керування.

Теплотехнічний контроль над роботою водогрійного котла і устаткування здійснюється за допомогою, приладів, що показують і самописних приладів, що діють автоматично. Прилади ведуть безперервний контроль процесів, які протікають у водогрійній установці, або ж підключаються до об'єкта виміру обслуговуючим персоналом або інформаційно-обчислювальною машиною. Прилади теплотехнічного контролю розміщують на панелях, щитах керування по можливості зручно для спостереження й обслуговування.

Технологічні блокування виконують у заданій послідовності ряд операцій при пусках і зупинках механізмів водогрійної установки, а так само у випадках спрацьовування технологічного захисту. Блокування виключають неправильні операції при обслуговуванні водогрійної установки, забезпечують відключення в необхідній послідовності встаткування при виникненні аварії.

Пристрої технологічної сигналізації інформують черговий персонал про стан устаткування (у роботі, зупинене й т.п.), попереджають про наближення параметра до небезпечного значення, повідомляють про виникнення аварійного стану водогрійного котла і його встаткування. Застосовуються звукова й світлова сигналізація.

Експлуатація котлів повинна забезпечувати надійний і ефективний виробіток гарячої води необхідних параметрів і безпечні умови праці персоналу.

1 ВИВЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ АГРЕГАТІВ. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО РІВНЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ

1.1 Технологічний агрегат і алгоритм його роботи

Водогрійні котли, призначенням яких є отримання гарячої води заданих параметрів, використовують для забезпечення підігрітою водою систем опалення та вентиляції, побутових і промислових споживачів. Водогрійні сталеві котли, працюючі звичайно за прямоточним принципом з постійною витратою води, встановлюють в промислово – опалювальних котельнях, а також на ТЕЦ для покриття граничних опалювально-вентиляційних загрузок. Температура води на вході в котел 70°C (в граничному режимі 110°C), температура води на виході котла - 150°C та більше(до 200°C). Для водогрійних котлів встановлена наступна шкала потужностей МВт (ГКал/год.): 4,65(4); 7,5(6,5); 11,63(10); 23,3(20); 35(30); 58,2(50); 116,3(100); 209,4(180).

Водогрійні котли потужністю до 23,3 МВт звичайно використовують тільки в основному режимі з підігрівом води до 150°C . При цьому тиск на вході в котел приймається 1,6 МПа. Котли потужністю 35 МВт і вище повинні витримувати роботу в основному та граничному режимах з можливістю підігріву води до 200°C . Тиск води на вході в котел 2,5 МПа. Котли можуть працювати на газі, рідкому та твердому паливі. Для водогрійних, як і для парових, температура води на вході повинна бути вищою за точку роси для продуктів згоряння для уникнення інтенсивної зовнішньої корозії труб. У зв'язку з цим температура води на вході у водогрійні котли повинна бути не менше 60°C при роботі на природному газі, 70°C - при роботі на малосернистому мазуті і не нижче 110°C - при роботі на високосернистому мазуті. Враховуючи, що потрапляюча із тепломережі зворотна (холодна) вода має звичайно температуру менше 60°C , частина прямої (гарячої) води за

допомогою рециркуляційних насосів підмішують до зворотної води для досягнення необхідної температури води на вході в агрегат.

1.2 Технологічний процес як об'єкт автоматизації

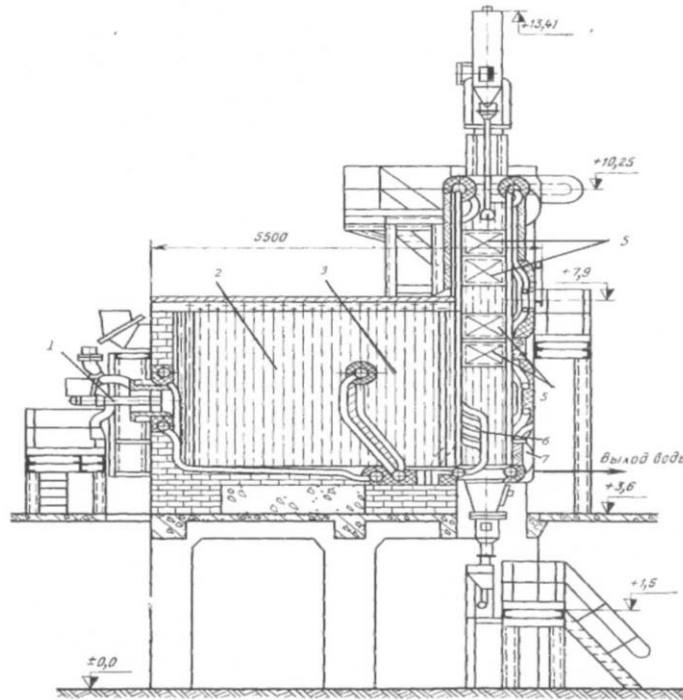
Водогрійний котел КВГМ призначений для роботи на газі та мазуті. Котли цієї серії виконані в горизонтальній компоновці, блочно-транспортабельні і складаються із двох блоків: горизонтально-паливного і вертикального конвективного. Конвективний блок складається із конвективного пакета, фестона та заднього екрану. Конвективний пакет набирається із U-образних змійовиків. Труби розміщені в шаховому порядку з шагом 64 і 40 мм. Змійовики приварюються до вертикальних стояків діаметром 83X3,5мм. Конвективні поверхні цих котлів очищаються за допомогою дробоструйної установки, для видалення забруднень із поверхні конвективних труб при роботі на мазуті.

Для спалювання газу та мазуту котел оснащується ротаційною газомазутною пальником типу РГМГ. В котлі вода нагрівається до 150 °С. Вода проходить через колектори і труби екранів, після чого відводиться в труби конвективного пучка. Для забезпечення необхідної швидкості руху води колектори екранів розділені перегородками. Із верхніх колекторів відводиться повітря по спеціальних трубах.

Водогрійні котли працюють по прямоточному принципу. Вода від місця входу в котел до місця виходу проходить прямим током. Топка котла відокремлена перегородкою від камери догорання, з якої димові гази відводяться в вертикальну шахту – конвективних газохід. Топка з усіх сторін має екрани, виконані з паралельних труб, замкнених на колектори. В шахті конвективного газоходу встановлені пакети з труб розміром 28x3 мм.

Труби пакетів зігнуті в вигляді змійовиків, кінці труб приєднуються до вертикально встановлених стояків із труб великого діаметру. Передня стінка топкової камери закрита (футерована) шамотною цеглою, на рис 1,1.

Тепловиробничість котла становить 10 Гкал/час (11,63 МВт), тиск води до 2,5 МПа, витрата води через котел 123,5 т/год. Площа поверхні нагріву - 295,1 м². Розрахунковий ККД котла: на газу-92%; на мазуті - 88%. Маса котла - 18,4 т.



1 - ротаційний палик; 2 - топкова камера; 3 - камера догорання; 4- 4-дросеочистка, 5 - пакети конвективних поверхонь нагрівання; 6 - труби, щоекранують, конвективного газоходу, 7 - нижній бункер для дробу

Рисунок 1.1 - Водогрійний котел KBGM

1.3 Аналіз існуючого рівня автоматизації на діючому виробництві

При автоматизації теплогенеруючих установок припускають, що технологічні процеси повинні проходити без участі людини. Це забезпечується за рахунок механізації оперативного керування роботою обладнання за допомогою різноманітних засобів і пристроїв, які виконують наступні функції:

1. Дистанційне керування регулюючими та запірними органами (пуск та зупинка допоміжного обладнання: дуттевих вентиляторів, димососів, насосів та ін.

2. Автоматичне регулювання технологічних режимів (додержання визначених значень або зміни по заданому графіку технологічних параметрів: температури води, відходящих продуктів згоряння, витрати живильної води та ін.

3. Автоматичне керування періодичними операціями (пуск і зупинка обладнання подачі палива і резервних насосів і ін.

4. Автоматичне блокування роботи обладнання (для запобігання аварійних ситуацій при неправильних діях обслуговуючого персоналу. Наприклад, при аварійній запинці димососу повинно спрацювати автоматичне відключення вентилятора і зупинка паливоподачі в камеру згоряння.

5. Сигналізація про режими роботи обладнання, аварійних ситуаціях та ін.

1.4 Розробка схеми матеріальних та інформаційних потоків

Автоматизація теплогенеруючих установок передбачає механізацію оперативного керування роботою устаткування котельного агрегату за допомогою різноманітних засобів і пристроїв, при цьому передбачається виконання заданого технологічного режиму без безпосередньої участі людини. Система автоматичного регулювання складається із об'єкта регулювання (котел) і взаємодіючих з ним автоматичних регуляторів з датчиками.

При автоматизації технологічного процесу в працюючій теплогенеруючій установці повинні забезпечувати нормальне протікання технологічного процесу. Управління цими процесами потребує установки аводытури для контролю, регулювання та управління водиметрами та режимами роботи. Такою аводытурою являються контрольно-вимірювальні

прилади, за допомогою яких здійснюється керування технологічними процесами, які забезпечують надійну, безпечну та економічну роботу обладнання.

При роботі обладнання теплогенеруючої установки технологічному контролю підлягають наступні параметри для водогрійного котла:

- температура оточуючого повітря;
- температура прямої води;
- температура зворотної води;
- тиск у топці котла;
- тиск води у трубопроводі;
- витрата газу;
- витрата мазуту;
- витрата повітря;
- якість згоряння палива;
- температура повітря перед димососом;
- тиск газу у трубопроводі;
- тиск мазуту у трубопроводі;
- тиск повітря у трубопроводі;
- наявність полум'я на пальнику.

1.5 Стан рівня автоматизації на аналогічних об'єктах України та зарубіжжя

Завдання патентних досліджень: пошук, відбір і аналіз патентної та науково-технічної інформації, які містять дані про технічні рішення, відображають патентну ситуацію і рівень техніки.

У результаті проведення патентного пошука по темі досліджень проаналізовані наступні патенти.

Винахід відноситься до енергосистеми, а саме, автоматичне регулювання подачі палива у топку котла. Відомий спосіб автоматичного

регулювання подачі палива, яка складається з вимірювання температури середовища, що нагрівається, на початку точки перегріву води і швидкості зміни температури середовища в пункті пропуску на виході з котла. Недоліки відомих методів в тому, що через значну різницю динамічних процесів, при одночасному підвищенні подачі палива, у металевих трубах нагрівача є порушення теплового балансу, викликані тимчасовою невідповідністю потоку води через нагрівальні поверхні і нову систему подачі тепла в топку. Це викликає значне підвищення температури металевих труб в зоні нагріву, яке в більшості випадків може перевищити допустиме значення. В результаті знижується ресурс роботи металу, в результаті чого спостерігаються періодичні розриви в трубах і таким чином, на випадок надзвичайних ситуацій котла, як наслідок, випадкове зникнення живлення обладнання електростанцій. Відомий спосіб захисту від перегріву води реалізується шляхом подачі охолоджуючої рідини у підігрівач води. Ціль запропонованого технічного рішення є підвищення надійності нагрівальної поверхні водогрійного котла, захист підігрівач води від перегріву при одночасному збільшенні його температури, подача палива. Завдання вирішується тим, що захист поверхонь нагріву нагрівача від перегріву при одночасному підвищенні витрат палива у топку водогрійного котла, здійснюється шляхом визначення температури поверхні нагрівача, попереднього обчислення перехідного процесу і максимально допустимої температури для кожного підігрівача, визначення залежності максимально допустимої кількості присадки до дизельного палива від температури ділянок нагрівача, яка не перевищує максимально допустиме значення. Також для кожного підігрівача води за допомогою датчиків температури вимірюється температура та знаходиться ділянка з її максимальним значенням з подальшим регулюванням температури.

Суругін Б.Г. винайшов систему захисту котлів, яка може використовуватися в системах автоматичного керування котлів гарячої води. Недолік відомих пристроїв та його низької надійності пов'язані з наявністю

контакт реле ланцюгів. Найближчий за технічною сутністю до зазначеної системи є винахід, що являє собою пристрій захисту котла, контролю і сигналізації ланцюгів, включаючи контакти пов'язані в серії діодів, датчики в обмотках, контакти та лампочки. Тим не менш, цьому пристрою притаманні ті ж недоліки, зокрема, низька надійність завдяки зв'язку з реле ланцюгів. Завдання винаходу є підвищення надійності за рахунок усунення механічних пристроїв. Це завдання досягається через те, що котел включає автоматизований пристрій безпеки, призначений для систем автоматики та індикації, який реалізується за рахунок світлодіодів.

Проведений патентний пошук дозволив проаналізувати стан питання регулювання температури гарячої води на котельних установках, які використовуються на території України і Зарубіжжя, що стало взмозі для вибору способу та методу розробки системи автоматизованого регулювання температури гарячої води водогрійного котлу КВГМ, запропонованого в даній кваліфікаційній роботі.

2 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

2.1 Вимоги до системи в цілому

Перелік автоматизованих трактів і складових частин об'єкта:

- водогрійний тракт;
- тракт природного газу;
- тракт доменого газу;
- тракт коксового газу;
- паромазутопровід;
- тракт подачі повітря з повітропідігрівниками;
- тракт димових газів (топки котла, конвективна шахта, газоходи);
- тягодуттєві машини;
- тракт системи пожежогасіння конвективної шахти.

Котел устанавлюється і експлуатується в котельній першій категорії (безперервного циклу). Умови характеризуються:

- температура усередині котельного відділення від 0 до +45 °С (у верхній частині котла в районі обмуровування до +80 °С);
- підвищеним рівнем вологості;
- значним рівнем напруженості електромагнітних полів, які створюються основним устаткуванням котельні (;
- наявністю високого рівня напруженості магнітних полів;
- можливою наявністю значного рівня перешкод у ланцюгах електроживлення й заземлення.

Система управління КВГМ виконує наступні функції:

1) автоматичне регулювання параметрів технологічних процесів котла:

- рівня води;
- теплового навантаження;
- співвідношення «паливо-повітря»;

- розрідження в топці котла;
- температури гарячої води.

2) виконання автоматичних захистів діючих на останов котла:

- по підвищенню рівня в барабані вище верхнього рівня;
- по зниженню рівня води в барабані нижче нижнього рівня;
- по загасанню загального полум'я в топці,
- по зниженню тиску основного палива до регулювального клапана;
- при вимиканні всіх димососів;
- при вимиканні всіх дуттевих вентиляторів;
- при падінню розрідження в топці котла;
- при падінню тиску повітря після дуттевих вентиляторів;
- при спрацьовуванні захисту системи пожежогасіння конвективної

шахти.

3) виконання локальних захистів:

- захист по відключенню одного з видів палива при падінні тиску даного виду палива до регулювального клапана;
- захист при незапаленні або загасанні полум'я пальника при розпалюванні котла. Захист виконується окремо для різних палив.

4) виконання автоматичних блокувань:

- заборона розпалу пальників при розпалюванні без вентиляції топки;
- заборона подачі всіх видів палива в пальник при відсутності смолоскипа запального пристрою цього пальника;
- заборона подачі палива до котла при не закритті хоча б одного запірною пристрою з електроприводом на підведенні цього палива перед будь-яким пальником;
- заборона відкриття другого запірною пристрою з електроприводом по ходу палива перед пальником при невідкритому першому;

- блокування запірною пристрою на трубопроводі безпеки пальника газу;
 - припинення і заборона подачі палива в пальник у випадку повного закриття шиберів на підведенні повітря до цього пальника;
 - заборона подачі мазуту до пальника при незакритому запірному пристрої на підведенні пари на продувку даного пальника;
 - блокування роботи основного регулятора на магістралі природного газу без використання байпаса (у складі регулятора теплового навантаження);
- 5) дистанційне автоматизоване управління регулюючою, запірною та відсічною арматурами;
 - 6) формування сигналів аварійної та попереджувальної сигналізації;
 - 7) прийом і обробка сигналів ручного уведення/виводу захистів оператором котла;
 - 8) прийом сигналів від засобів вимірювальної техніки нижнього рівня;
 - 9) формування сигналів управління на складання управління запірної, запірно-відсічної та регулюючої арматур.
 - 10) відображення інформації;
 - 11) видача інформації на друк;
 - 12) формування і зберігання архівів оперативних даних.
- б) допоміжні:
- 1) первинна обробка прийнятих сигналів;
 - 2) розрахунок керуючих уставок;
 - 3) захист даних;
 - 4) формування і відправлення запитів даних;
 - 5) обробка запитів даних;
 - 6) прийом і видача даних по цифрових каналах зв'язку;
 - 7) діагностика програмно-технічних засобів середнього рівня;
 - 8) ведення архіву аварій;

9) функція адміністрування.

2.2 Вимоги до функцій

САР температури прямої води

Теплове навантаження - це кількість тепла, подаваного до котлової установки у виді палива.

Парове навантаження - кількість пари, споживаного споживачем.

При регулюванні навантаження парових установок необхідно підтримувати витрату палива відповідно до парового навантаження котлів.

САР теплового навантаження будується з умови забезпечення теплового балансу, дотримання якого контролюється по тиску пари в якій-небудь точці паропроводу.

Вимоги по пари: відхилення тиску пари, подаваного споживачу, не повинне перевищувати 3-5% від номінального.

Динамічні властивості об'єкта на рис. 2.1.

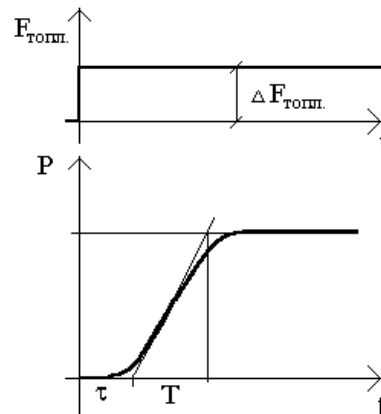


Рисунок 2.1- Крива розгону по каналу витрата палива - тиск пари

$$\frac{\tau}{T} = 0,2 \div 0,4;$$

$$T = 10 \div 300 \text{ с.}$$

Зі збільшенням подачі палива збільшується паротворення, отже, тиск росте, але з підвищенням тиску температура падає і при цьому величина тиску стає постійною.

САР співвідношення паливо повітря

Коефіцієнт витрати повітря необхідно підтримувати:

- для пальників, що працюють на газовому паливі, $\alpha=1,05\div 1,1$;
- для пальників, що працюють на рідкому паливі, $\alpha=1,1\div 1,2$;
- для пальників, що працюють на твердому паливі, $\alpha=1,2\div 1,4$.

Системи горіння на парових котлах найчастіше будуються як системи співвідношення паливо-повітря.

САР тиску в топці (розрідження в топці)

Для того щоб не відбувалося вибивання продуктів згоряння в робоче приміщення і не відбувалося підсмоктування повітря в топку, необхідно підтримувати на рівні нещільностей нульовий надлишковий тиск. Однак у нижній частині топки добір тиску неможливий через те, що дані показники спотворюють струмені смолоскипа. Тому добір тиску роблять у верхній частині топки печі.

Враховуючи, що водогрійні котли є об'єктами інерційними для регулювання технологічними параметрами достатньо використовувати ПІ закони регулювання.

2.3 Вимоги до видів забезпечення

Форми подання інформації

Вхідна інформація СУ представлена аналоговими сигналами (сигналів термопар і термометрів опору, уніфікованими струмовими 0-5 мА або 4-20 мА), що надходять від датчиків.

Вихідна інформація представлена у вигляді дискретних сигналів 0-24В, необхідних для управління технологічним процесом.

Частина інформації представляється на екранах оператора у вигляді трендів і індикаторів. Необхідна для документації інформація виводиться на принтер і з'являється в друкованому виді.

Період виведення інформації на кожному рівні

Вхідною інформацією СУ є аналогові сигнали, що надходять із термопар і уніфіковані струмові сигнали (0-5 мА або 4-20 мА), а вихідна інформація - сигнал регулювання подачі палива в топку печі й сигнал безпосереднього управління виконавчим механізмами витрати палива. На екрани АРМов оператора, начальника КВПіА та начальника цеху виводиться вся інформація про основні параметри процесу. Крім того, передбачена аварійна світлова сигналізація на екранах АРМів (при падінні тиску газу або повітря на вході нижче 100 мм. вод. ст.) і вивод інформації у вигляді документів на друк.

Період вивода інформації повинен бути достатнім для аналізу персоналом виведеної інформації й прийняття рішень, і в той же час, необхідно враховувати при визначенні частоти відновлення інформації інерційності об'єкта, часу реалізації керуючих впливів і часу циклу обробки інформації регулятором.

Час опиту кожного каналу регулятора в даній системі дорівнює від однієї до двох секунд.

В таблиці 2.1 наведено параметри, які контролюються та керуються системою системи автоматизації.

Таблиця 2.1 -.Метрологічне забезпечення системи автоматизації

Контрольований параметр	Робочий діапазон виміру	Точність виміру
Номінальна теплопродуктивність	58,15 МВт	0.5 %
Температура води в основному режимі	70 °С	0.5 %
Температура води в пиковому режимі	104 °С	0.5 %
Температура води на виході з котла в основному режимі	150 °С	0.5 %
Температура води на виході з котла в пиковому режимі	150 °С	0.5 %
Надлишковий тиск на вході в котел, розрахунковий	2.5 МПа	1.5 %
Надлишковий тиск на вході в котел, мінімальний	0,8 МПа	1.5 %
Витрати води в основному режимі	625 т/год.	1.5 %
Витрати води в пиковому режимі	1200 т/год.	1.5 %

Витрати палива, доменного газу	кг/год.	1.5 %
Витрати палива, коксового газу	кг/год.	1.5 %
Витрати палива, природного газу	4190 м ³ /год.	1.5 %
Витрати палива, мазута	4340 кг/год.	1.5 %
Витрати повітря	84000 м ³ /год.	1.5 %
Опір котла, газовий	2,5-3 кПа	1.5 %
Опір котла, гідравлічний	0,215 кПа	1.5 %
Температура газів, що відходять	190 °С	1%
Тиск газу перед дроселем	0,01 МПа	1.5 %
Тиск повітря перед пальником	4.5 кПа	1.5 %
Тиск повітря перед дроселем	5кПа	1.5 %
Тиск газу після дроселя	12.5 кПа	1.5 %
Тиск повітря після дроселя	4.5 кПа	1.5 %

2.4 Загальна структура програмно-технічного комплексу засобів автоматизації

Метою розробки програмно-технічного комплексу є створення сучасної, високоефективної, автоматизованої системи управління технологічним процесом термічної обробки металу, що забезпечується за рахунок реалізації новітніх технологічних і технічних рішень за допомогою використання сучасних, надійних технічних засобів автоматизації, виконаних на базі мікропроцесорної техніки.

Структура системи управління водогрійного котла

Середній рівень системи управління водогрійного котла (СР) у складі:

- шафи технологічних захистів (2 шт.);
- шафи управління (2 шт.);
- серверна шафа середнього рівня в складі сервера середнього рівня і комунікаційного управління;

Нижній рівень системи управління водогрійного котла (НУ) у складі:

- засоби вимірювання нижнього рівня (КВПіА);

Технічні засоби для розміщення КВПіА:

- щит КВПіА (4 шафи);
- стенди горелочних пристроїв (стенди ГУ) (2 шт. по 2 шафи кожний);
- стенді КВПіА (2 шт. по 4 шафи кожний);
- пульт оператора;
- пульт ручного управління.

Внутрісистемні лінії зв'язку (відповідно до специфікації).

Структура середнього рівню системи управління водогрійного котла

Контролер управління (реалізує регулятор розрядження в топці котла).

Контролер управління забезпечує:

а) прийом сигналів:

1) з нижнього рівня (сигнали значень технологічних параметрів, сигнали положення арматури);

2) з пульта управління (команди дистанційного управління й команди управління режимами роботи регулюючих арматур, команди управління режимами роботи ПД - регуляторів, паспорти технологічних параметрів, уставки регуляторів);

б) обробку прийнятих сигналів - виконання алгоритмів:

- 1) автоматичних регуляторів;
- 2) стандартних алгоритмів;
- 3) алгоритмів діагностики.

в) видачу сформованих сигналів управління на виконавчі механізми регулюючих арматур.

д) додатково контролер забезпечує прийом інформації із теплотічників, її обробку і передачу даної інформації на інші вузли системи.

Пристрій технологічних захистів

Пристрій технологічних захистів забезпечує:

а) прийом сигналів:

1) з нижнього рівня (сигнали значень технологічних параметрів, сигнали положення арматури);

2) з контролерів управління (сигнали значень технологічних параметрів, сигнали положення арматури, сигнали від приладів теплотічильників;

3) з пульта управління (команди дистанційного управління арматурами, команди управління режимами роботи технологічних регуляторів, режимами роботи системи управління котла, команди управління алгоритмами технологічного контролю й програмно-логічного управління, паспорта технологічних параметрів, уставки алгоритмів технологічних захистів і блокувань);

4) із сервера системи управління (інформацію системи єдиного часу).

б) обробку прийнятих сигналів - виконання алгоритмів:

1) технологічних захистів;

2) технологічних блокувань;

3) технологічного контролю;

4) програмно-логічного управління;

5) стандартних алгоритмів;

б) алгоритмів діагностики;

в) формування попереджувальної та аварійної звукової і світлової сигналізації;

г) видачу сформованих сигналів управління на виконавчі механізми запірної та запірно-відсічної арматур;

д) передачу значень технологічних параметрів, інформацію про стан арматур, стан технологічних захистів і блокувань, ретрансляцію команд управління режимами роботи технологічних регуляторів (у контролери управління), інформацію про хід виконання алгоритмів технологічного контролю та програмно-логічного управління, інформацію про останню аварію, результатів діагностики на:

1) сервери системи управління;

- 2) пульт оператора;
- 3) контролер управління.

3 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1 Вибір та обґрунтування функціональної структури СА

Функціональна схема систем автоматизації технологічних процесів є основним технічним документом, що визначають структуру і характер систем автоматизації технологічних процесів, а також оснащення їх приладами й засобами автоматизації. На функціональній схемі надано спрощене зображення агрегатів, що підлягають автоматизації, а також приладів, засобів автоматизації і керування, зображуваних умовними позначками за діючими стандартами, а також лінії зв'язку між ними.

Принципи управління по кожному технологічному параметру визначаються по статичним і динамічним характеристикам об'єкта управління.

3.2 Вибір математичної моделі системи управління

У редакторі бази каналів STEP7-Micro/WIN створена структура автоматичної системи керування процесом водопідготовки, для чого був вибраний вузол з інформаційною потужністю:

$$\text{Об'єкт} = 2048 \text{ Канал} = 32000 \text{ FBD} = 16000.$$

Для АРМ створені канали, які генеруються відповідно до алгоритмами і згідно з параметрами.

У редакторі надання даних для АРМ створено три екрани. На першому екрані розроблена мнемосхема, що відображає параметри технологічного процесу нагріву води у водогрійному котлі. На другому екрані – тренди, що відображають параметри температури топки, а також витрати палива. Робота екранів в режимі реального часу представлена на рисунках 3.1, 3.2.

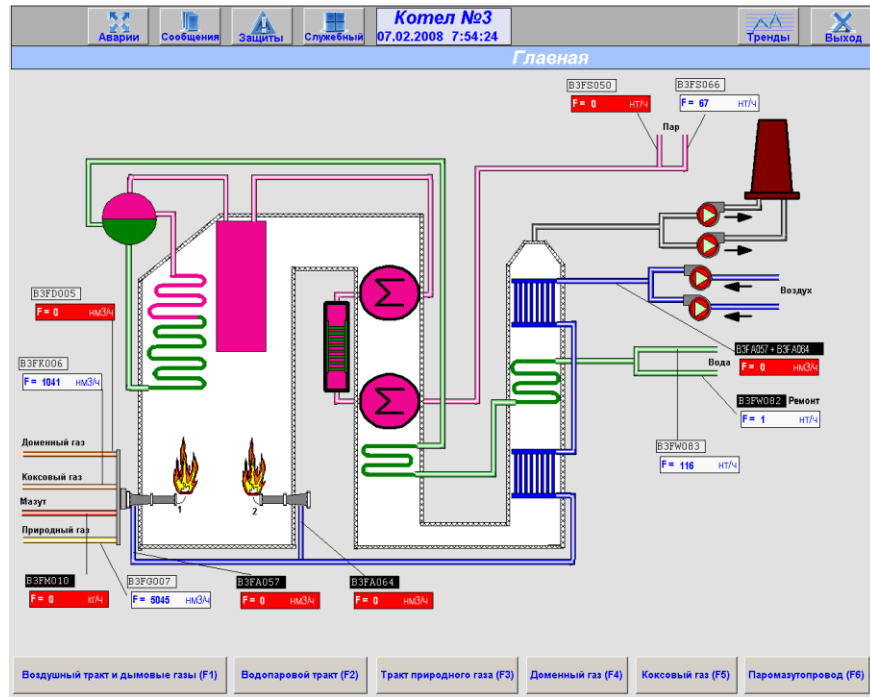


Рисунок 3.1 - Мнемосхема виробничого процесу



Рисунок 3.2 - Тренди

Алгоритм роботи програми:

Для реалізації управління процесом нагріву води розроблена FBD-програма, що реалізує візуалізацію процесу нагріву води у водогрійному котлі. На головному екрані відображаються основні параметр, які необхідно контролювати для забезпечення нормального процесу нагріву. На екрані «тренди» відображаються параметри температури гарячої води та її витрата, а також витрати палива. На екрані «звіт тривог» виводиться екран звіту тривог, який служить для запису інформації про зміну значень каналів, повідомлень, що містять тексти зі словників подій. Кожний рядок містить час і дату, а також ряд додаткових полів. Усі повідомлення у звіті тривог мають свій тип, що визначає ступінь відповідальності повідомлень. В аварійному режимі повідомлення для аналогових сигналів заносяться у звіт тривог при перетинанні реальним значенням аварійних меж.

3.3 Вибір та обґрунтування технічних засобів нижнього рівня системи автоматизації

3.3.1 Первинні перетворювачі, нормуючі пристрої, вторинні прилади

У якості вторинних приладів, що показують та реєструють, використовуються паперові реєстратори та РМТ-69D (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – Загальний вигляд паперового реєстратора РМТ-49D
РМТ мають наступні характеристики:

- 3 чи 6 гальванічно розв'язаних універсальних входів;

- лінійна безперервна реєстрація сигналів на діаграмній паперовій стрічці або дисковому накопичувачі;
- 4 уставки на кожний канал;
- 4 релейних виходи на кожний канал;
- вбудовані блоки живлення 24 В, 36 В (22 мА) на кожний канал;
- конфігурування за допомогою клавіатури на лицьовій панелі або по інтерфейсу RS-232/485;
- рознімні клемні колодки для підключення датчиків і виконавчих пристроїв;

- варіанти виконання: загальнопромислове, Ех ([ЕхІа]ІІС), АЕС (атомне).

У якості вимірювачів температури було обрано термопари Метран ТСП-212-01. Вимірюваний діапазон у цього датчика – від -100 до 600 °С.

Для реалізації ручного режиму використані блоки ручного керування БРУ-107 фірми Мікрол (рис. 3.4). Він виконує функцію переходу в ручний або автоматичний режим управління, а також в ручному режимі збільшує, або зменшує значення керованої величини.



Рисунок 3.4 – Загальний вигляд блоку ручного керування БРУ-107

У якості вимірювачів тиску та різниці тиску було обрано Метран-100 (рис. 3.5)



Рисунок 3.5 – Загальний вигляд перетворювача тиску Метран-100

Діапазон виміру:

- щодо тиску від 0.01 до 400 Па;
- абсолютний тиск від 8,3 до 160 Па;
- диференціальний тиск від 1 до 30 Па;
- вихідний сигнал: 4-20 мА, HART-протокол (DS III);
- погрішність виміру не більше 0,01% у діапазоні 1:10;
- індикатор (опція): цифровий;
- температура процесу $-40...+100$ °С.

Для вимірювання витрати у якості первинного датчика використовується діафрагма ДБС 0,6-800 виробництва ТОВ «Укргазавтоматика» (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – Загальний вигляд безкамерної діафрагми типу ДБС-0,6-

Ручний задатчик типу БРУ-1 використовується в проєкті, у зв'язку з можливістю ручної установки сигналів у діапазоні 0-100%, перетворення одного виду сигналу постійного струму і напруги в іншій.

Для переміщення регулювального органа призначений виконавчий механізм однооборотний типу МЭО-100/25-0,25 (рис. 3.7). Для безконтактного керування МЭО-100/25-0,25 призначений пускач безконтактний реверсивний типу ПБР-2М. Для дистанційної вказівки положення вала виконавчого механізму призначений дистанційний покажчик положення типу УП-1.



Рисунок 3.7 – Загальний вигляд виконавчого механізму типу МЭО-100

На котлі передбачена автоматична відсічка газу у разі падіння тиску газу або повітря, для цього в схемі задіяно реле тиску РД–0,1, призначене для перемикання електричних кіл (їх замикання або розмикання) у момент досягнення заданого тиску як при підвищенні, так і при зниженні тиску робочого середовища до значення фіксованого уставки. В якості перемикача використовується герметизований контакт (геркон). Реле РД–0,1 витримує підвищені значення перевантажувального тиску. Перевагами реле РД–0,1 є можливість зміни уставок в умовах експлуатації; висока корозійна стійкість.

3.3.2 Промислові контролери

У створеній системі автоматизації використовується контролер фірми Siemens - Simatic S7-300 з центральним процесором CPU 224 XP (рис. 3.8). У даному контролері вбудовані дискретних 14 входів/10 виходів та аналогових 2 входи/1 вихід.

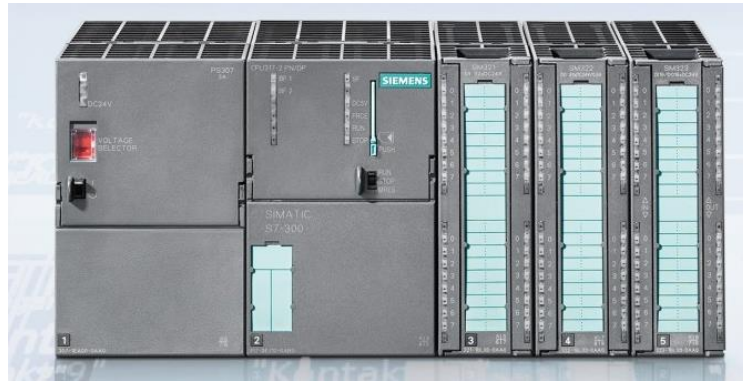


Рисунок 3.7 – Загальний вигляд контролера Simatic S7-300

Контролер, що здійснює керування роботою водогрійного котла, повинен отримувати 22 аналогових сигналів (4-20 мА) з датчиків температури, рівня, тиску, витрат і задатчиків, а видавати два уніфікованих (для управління вентиляторами) та 6 дискретних на управління виконавчими механізмами.

Так як для введення аналогових сигналів недостатньо входів контролера, треба додати модуль вводу аналогових сигналів EM 231. В цьому модулі є 4 входи, до яких можна підключати термопари або ж датчики з уніфікованим токовим сигналом.

$$EM\ 231 = \text{Кількість сигналів з об'єкту} / \text{розрядність плати} = 20/4 = 5 \text{ шт.}$$

Також для виводу дискретних сигналів недостатньо виходів контролера, тому треба додати модуль виводу дискретних сигналів EM 222. В цьому модулі є 8 виходів.

$$EM\ 222 = \text{Кількість сигналів з об'єкту} / \text{розрядність плати} = 6/8 = 1 \text{ шт.}$$

В результаті для забезпечення управління системою автоматизації процесу виробитку пари необхідна наступна комплектація:

Для водогрійного котла – контролер Simatic S7-300, CPU 224 XP, 5 модулів EM 231 та 1 модуль EM 222.

Програмовані контролери Simatic S7-200 призначені для побудови систем автоматичного керування і регулювання, як окремих машин, так і окремих частин виробничого процесу.

Контролери знаходять застосування для керування:

- пресами;
- змішувачами пластифікатора й цементу;
- насосними й вентиляторами;
- деревообробним обладнанням;
- гідравлічними підйомниками;
- конвеєрами;
- обладнанням харчової промисловості;
- лабораторним устаткуванням;
- обміном даними через модем;
- електротехнічним обладнанням і апаратурою;

На основі даних контролерів можуть створюватися ефективні керуючі пристрої, що вирізняються невисокою вартістю. SIMATIC S7-300 дозволяють вирішувати широкий спектр задач керування. Від заміни простих релейно - контактних схем до побудови автономних систем керування або створення інтелектуальних пристроїв систем розподіленого вводу-виводу. Програмувальні контролери S7-300 знаходять застосування там, де основною вимогою до системи керування є її низька вартість.

Основні переваги:

- програмувальні контролери, що відрізняються максимумом ефективності при мінімумі витрат;
- простота монтажу, програмування й обслуговування;
- вирішення як простих, так і комплексних завдань автоматизації;
- можливість застосування у вигляді автономних систем або в якості інтелектуальних ведених пристроїв систем розподіленого вводу-виводу;
- можливість використання в сферах, де застосування контролерів раніше вважалось економічно недоцільним;
- робота в реальному масштабі часу й потужні комунікаційні можливості;
- компактні розміри, можливість установки в обмежених обсягах;

Модулі EM 231 виконують аналого-цифрове перетворення вхідних аналогових сигналів контролера. Результат перетворення може бути використаний центральним процесором Simatic S7-200 у процесі виконання програми. Аналогові модулі введення перетворюють зовнішні аналогові сигнали процесу у рівень внутрішніх цифрових сигналів для обробки в S7-200.

Модулі EM 222 дозволяють збільшувати кількість дискретних виходів, що обслуговуються одним центральним процесором S7-300. Модулі EM 222 виробляють перетворення внутрішніх логічних сигналів контролера в його вихідні дискретні сигнали. Допустимі параметри вихідних сигналів визначаються типом використовуваного модуля. Цифрові модулі виведення перетворюють рівень внутрішніх сигналів S7-300 в рівень зовнішніх сигналів, необхідний для процесу:

- характеристики;
- кількість виходів 8;
- тип вихідного каскаду: транзисторний ключ або «сухий» контакт;
- гальванічне розділення зовнішніх і внутрішніх ланцюгів;
- номінальна вихідна напруга: 24 В постійного струму; 24 В постійного струму або змінного струму; 120/230 В змінного струму;
- можливість монтажу на DIN-рейку або плоску поверхню;
- довжина екранованого кабелю: не більше 500 м;
- габаритні розміри: 46 × 80 × 62 мм або 71,2 × 80 × 62 мм;
- текстовий дисплей.

Для перегляду значень параметрів на об'єкті по місцю установлені текстові дисплеї TD 200. Поточні значення технологічних параметрів можуть відображатися на дисплеї і модифікуватися за допомогою його клавіш. Наприклад, модифікації можуть піддаватися задані значення регульованої температури, тиску і т.д.

Установка станів входів і виходів з допомогою 8 програмованих клавіш: може використовуватися для виконання пуско-налагоджувальних робіт, а також реалізації операцій ручного управління.

Додаткові функції і характеристики: виконання операцій з плаваючою комою, відображення спеціальних символів і гістограм, використання різних блоків даних для підключення до одного центрального процесора кількох текстових дисплеїв TD 200, використання парольного захисту для доступу до меню, використання різних типів змінних.

Текстовий дисплей TD 200 є найбільш зручним засобом для створення інтерфейсу оператора з програмованим контролером SIMATIC S7-300. Дисплей з'єднується з контролером з'єднувальним кабелем, що входять в його комплект поставки, по PPI інтерфейсу і не вимагає використання додаткового джерела живлення. TD 200 може бути використаний для вирішення наступних завдань:

- відображення повідомлень;
- зміна параметрів настройки програми;
- ручний запуск і зупинка машин і механізмів.

Він володіє наступними перевагами:

- зручність користування;
- оперативне управління і моніторинг: відображення текстових повідомлень, зміна параметрів налаштування системи, встановлення входів і виходів;
- безпосереднє підключення до інтерфейсу центрального процесора за допомогою вхідного в комплект поставки кабелю чи включення до мережі;
- відсутність необхідності у використанні окремого блоку живлення;
- налаштування параметрів з STEP 7 Micro / WIN без використання додаткового програмного забезпечення;
- можливість виготовлення фронтальної панелі з урахуванням побажань замовника;
- виконання операцій адресації і настройки за допомогою системи меню.

Параметри настройки текстового дисплея TD 200 зберігаються в пам'яті центрального процесора програмуємого контролера S7-300. Необхідні частини текстових повідомлень і параметри настройки текстового дисплея

формується інструментальними засобами пакета STEP7-Micro/WIN. Додаткового програмного забезпечення для цих цілей не потрібно.

У пам'яті центрального процесора програмуючого контролера S7-200 резервується спеціальна область для зберігання даних, що використовуються для організації зв'язку з текстовим дисплеєм TD 200. При виконанні функцій людино-машинного інтерфейсу TD 200 здійснює безпосереднє звернення до цієї області пам'яті центрального процесора.

Для визначення параметрів налаштування текстового дисплея TD 200 використовується спеціальний майстер, вбудований в середу STEP 7-Micro/WIN.

TD 200 виконує наступні функції:

Виведення текстових повідомлень: до 80 текстових повідомлень, що містять до 4 змінних, підтримка кирилиці. Виведення повідомлень з підтвердженням їх отримання або повідомлень, захищених паролем. Збереження текстів повідомлень на різних мовах в пам'яті дисплея.

TD 200 має такі конструктивні особливості:

- пластиковий корпус із ступенем захисту лицьової панелі IP 65.
- товщина корпусу 27 мм: можливість установки в шафи і пульти управління, а також використання в якості ручної панелі.
- LCD дисплей з внутрішньої світлодіодним підсвічуванням.
- ергономічний дизайн клавіш, можливість програмного визначення їх призначення.
- вбудований інтерфейс для підключення кабелю.

Верхній рівень представлений в першу чергу операторськими станціями, а також робочими місцями фахівців, сервером баз даних. Робочі станції отримують від підсистем і систем введення/виведення різні дані про стан технологічного процесу. Отримані дані необхідно обробити певним чином, проаналізувати, піднести диспетчеру в тій чи іншій формі інформацію про стан технологічного процесу, дати йому можливість керувати процесом. Крім цього слід виконувати й інші функції, такі як створення документів і звітів.

Для виконання зазначених функцій необхідно програмне забезпечення, яке забезпечить збір обробку, аналіз даних про параметри процесу, управління процесом.

Для реалізації обміну інформації на верхньому рівні використовується:

1. Робоча станція, з комплектацією Pentium 4 2.0 ; 1 Гб ОЗУ ; 128 Мб відео ; HDD 40 Гб.

2. Комутатор серії D-Link DGS-1210.

3. АРМ диспетчера Pentium 4 2.0 ; 1 Гб ОЗУ ; 128 Мб відео ; HDD 40 Гб.

4. Периферійні пристрої типу Canon i-SENSYS LBP6000.

5. Сервер архівування даних Siemens S7-200 SIMATIC Rack PC 840 V2.

4 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

4.1 Функціональна схема автоматизації управління

САР температури прямої води

Значення термодатчика навколишнього середовища ТСП-100 (поз 1а) напряму, а також з датчиків температури води в трубопроводі ТСП-100 (поз 2в) через показуючий реєструючий прибор РМТ-49 (поз 1б, 1г) поступають на контролер S7-200. Він видає управляючий сигнал, що подається на блок ручного керування БРУ -22 (поз 1є, 1л), за допомогою якого реалізується переключення з ручного режиму і навпаки. Для завдання температури використовуємо ручний за датчик БРУ-1 (поз 1д).

Далі сигнал поступає на пускач безконтактний ПБР-2М (поз 1н ,1з), і на виконавчий механізм МЭО 100/25, який керує регулюючим органом. Для дистанційного виказання положення вихідного валу електричного виконавчого механізму використовується дистанційний показник положення УП-1 (поз 1к,1п).

САР зворотньої води

Значення термодатчика зворотньої води ТСП-100 (поз 2а) сигнал поступає на прибор показуючий та реєструючий РМТ-49 (поз 2б) і на вхід контролера. Для завдання рівню вхідного сигналу використано ручний за датчик БРУ-1 (поз. 2в). Контролер видає сигнал на блок ручного управління БРУ 10 (поз 2г), який дозволяє переключати ручний і автоматичний режими, на пускатель ПБР-2М (поз 2є) и далі на виконавчий механізм МЭО 100/25 (поз. 2ж). Для дистанційного показання положення вихідного вала електричного виконавчого механізму використовується дистанційний показник положення УП-1 (поз 2з).

САР розрідження в топці

З датчика з уніфікованим вихідним сигналом МЕТРАН-100 ДД (поз 3а) сигнал поступає на прибор показуючий та реєструючий РМТ-49 (поз 3б) і на

вхід контролера. Для завдання рівню вхідного сигналу використано ручний датчик БРУ-1 (поз. 3в). Контролер видає сигнал на блок ручного управління БРУ 10 (поз 3г), який дозволяє переключати ручний і автоматичний режими, на пускатель ПБР-2М (поз 3є) і далі на виконавчий механізм МЭО 100/25 (поз. 3ж). Для дистанційного показання положення вихідного вала електричного виконавчого механізму використовується дистанційний показник положення УП-1 (поз 3з).

САР тиску води в трубопроводі

З датчика з уніфікованим вихідним сигналом МЕТРАН-100 ДІ (поз 4а) сигнал поступає на прибор показуючий та реєструючий РМТ-49 (поз 4б) і на вхід контролера. Для завдання рівню вхідного сигналу використано ручний датчик БРУ-1 (поз. 4в). Контролер видає сигнал на блок ручного управління БРУ 10 (поз 4г), який дозволяє переключати ручний і автоматичний режими, на пускатель ПБР-2М (поз 4є) і далі на виконавчий механізм МЭО 100/25 (поз. 4ж). Для дистанційного показання положення вихідного вала електричного виконавчого механізму використовується дистанційний показник положення УП-1 (поз 4з).

САР співвідношення паливо-повітря.

Вимір витрати газу, маючу та повітря здійснено методом перемінного перетину тиску за допомогою вимірювальних діафрагм ДБС (поз. 5а, 5в, 5д) Вимір перетину тиску здійснюється за допомогою датчика з уніфікованим вихідним сигналом МЕТРАН-100 ДД (поз. 5б, 5г, 5є) з яких сигнал поступає на прибор показуючий та реєструючий РМТ-69 (поз 5з). Також на вторинний прилад надходить сигнал з датчика аналізу вмісту кисню в продуктах згоряння ГАММА-100 (поз. 5ж) і на вхід контролера. Для завдання рівню вхідного сигналу використано ручний датчик БРУ-1 (поз. 5і). Контролер видає сигнал на блок ручного управління БРУ 10 (поз 5к), який дозволяє переключати ручний і автоматичний режими, на пускатель ПБР-2М (поз 5м) і далі на виконавчий механізм МЭО 100/25 (поз. 5н). Для дистанційного показання

положення вихідного вала електричного виконавчого механізму використовується дистанційний показник положення УП-1 (поз 5о).

4.2 Принципова електрична схема

Принципова електрична схема є проєктним документом, що визначають повний склад електричної частини та зв'язків між її елементами, а також дає детальну уяву про принципи роботи системи. Перелік встановленого устаткування зазначений у специфікації.

Принципова схема служить підставою для розробки інших схем проєкту: монтажних схем щитів і пультів, схем зовнішніх з'єднань.

Принципова електрична схема виконана стосовно до системи автоматичного регулювання температури води.

Простота і економічність спроектованої схеми забезпечується застосуванням стандартної апаратури і типових вузлів.

Принципова електрична схема забезпечує оптимальні умови роботи оперативного персоналу при керуванні та обслуговуванні водогрійного котлу в процесі роботи. Ця вимога передбачає спрощення операцій, виконуваних обслуговуючим персоналом при керуванні, можливість швидкого вибору необхідного режиму роботи, перехід з автоматичного режиму на ручний і назад.

Температура гарячої води вимірюється уніфікованим термометром опору ТСП, струмовий сигнал від якого 4 – 20 мА проходить через блок живлення БЖ-10 і подається на вхід контролера. Контролер виробляє управляючий вплив залежно від відхилення контрольованого параметра. Сигнал з виходу контролера – 30 В подається на ключ вибору режиму управління ручний або автоматичний, за допомогою якого здійснюється вибір режиму регулювання – автоматичний або ручний. В автоматичному режимі роботи управління робить контролер у ручному режимі управління виконується кнопками.

4.3 Принципова електрична схема живлення

На схемі живлення показана схема підведення електричного струму, а також параметри та розміщення запобіжників, автоматичних вимикачів та ін.

4.4. Принципова електрична схема сигналізації, блокування та захисту

Безпечна робота водогрійного котла забезпечується за рахунок виміру та сигналізації відхилень основних параметрів:

- температури прямої води (поз. ба, бб);
- тиску газу (поз. бв);
- тиску мазуту (поз. бг);
- тиску повітря (поз. бд);
- наявності полум'я (поз. бє).
- управління відсічними клапанами пускачами (поз. бж, б.) та кнопками (поз. бл, бм) та світловою і звуковою сигналізацією.

4.5 Розробка схеми зовнішніх з'єднань, вибір щитів

Схема зовнішніх з'єднань представляє собою комбіновану схему, на якій показані електричні і трубні з'єднання між приладами та засобами автоматизації, установленими на технологічному обладнанні. Схема зовнішніх з'єднань виконана для системи автоматичного регулювання згоряння палива.

Із щита КВПтаА виходять два кабелі КВВГ 4х1 у захисній трубці довжиною 60 м, і КВВГ 10х1 у захисній трубці довжиною 60 м для з'єднання електричної схеми щита КВПтаА із зовнішніми клемниками, розташованими безпосередньо перед виконавчим механізмом МЕО та датчиком витрат МЕТРАН-100. Із клемних з'єднувачів виходять кабелі МКШ 3х1 і МКЕШ 10х0,5 для приєднання електродвигуна і схеми управління виконавчого механізму відповідно.

У зв'язку із тим, що щит встановлюється поблизу об'єкта поза приміщенням, доцільно використовувати щит шафового типу. Щит призначений для монтажу на його лицьовій панелі апаратури для контролю та управління тепловим режимом печі, для захисту апаратури від механічних ушкоджень, для запобігання випадкового дотику обслуговуючого персоналу до відкритих струмоведучих частин апаратури та затискачів.

Щит має наступні габаритні розміри: висота – 2200 мм, ширина лицьової панелі – 900 мм, ширина бічної стінки – 800 мм. На лицьовій панелі розташовуються три блоки живлення, п'ять блоків ручного управління, п'ять ламп схеми сигналізації, виносна панель управління контролера. Уся комутація зводиться до складань контактних затискачів.

5 РОЗРАХУНОК СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

В системах автоматичного керування поширений дросельний метод регулювання, заснований на змінюванні опору трубопроводу поміж джерелом регульованого середовища й об'єктом регулювання. Для здійснення цього методу застосовуються регулювальні дросельні органи (РО) - клапани, обертальні заслінки, шибери та діафрагмові дросельні органи.

Регулювальні органи характеризуються багатьма параметрами, основними з яких є: перепускна та умовна перепускна здатність, перепускна та витрачальна характеристика.

Для правильного вибору регулюючого органу та виконавчого механізму потрібно виконати їх розрахунки, які виконується наступним чином:

Загальні втрати тиску на заданому відрізку трубопроводу складаються з втрат на відрізку трубопроводу до $\Delta P_{л1}$ та після $\Delta P_{л2}$ регулювального органу, а також на самому РО $\Delta P_{ро}$.

Втрати на РО визначаються з різниці загального перепаду тиску в мережі $\Delta P_{мер}$ та сумарних втрат тиску на лінії до $\Delta P_{л1}$ та після $\Delta P_{л2}$ РО.

Густина повітря до РО ρ_1 при $P_{поч}$, кг/м³:

$$\rho_1 = \rho_H \frac{P_{поч} \cdot T_H}{P_H \cdot T} = 1,205 \cdot \frac{131325 \cdot 293}{121325 \cdot 303} = 1.51 \text{ кг/м}^3$$

Розрахункова максимальна витрата повітря для умов до РО, тобто при $P_{поч}$ Q_{max1} , м³/год:

$$Q_{max1} = Q_{max} \frac{P_H \cdot T}{P_{поч} \cdot T_H} = 1000 \cdot \frac{121325 \cdot 3039}{131325 \cdot 293} = 797,9 \text{ м}^3/\text{год}$$

Динамічна в'язкість середовища при $P_{поч}$ і T $\mu_1 = 1,8 \cdot 10^{-5}$

Розрахункова швидкість середовища в трубопроводі до РО V_1 , м/с:

$$V_1 = \frac{354 Q_{max1}}{D_{ст}^2},$$

де $D = 18.85 \sqrt{Q_{max1}/V}$ – діаметр трубопроводу, мм.

$V = 20$ м/с – допускна швидкість середовища.

$$D = 18.85\sqrt{797,9 / 20} = 119 \text{ мм}$$

Знайдену величину D округляють до близького стандартного $D_{ст}$ значення: $D_{ст}=125$ мм.

$$V_1 = \frac{354 \cdot 797,9}{125^2} = 18,08 \text{ м/с}$$

Число Рейнольдса для середовища до РО Re_1 :

$$Re_1 = 0.354 \frac{Q_{max1} \cdot \rho_1}{D_{ст} \cdot \mu_1} = 0,354 \frac{797,9 \cdot 1.51}{125 \cdot 1,8 \cdot 10^{-5}} = 189587$$

Розрахунок коефіцієнту тертя для частини трубопроводу до РО λ_1 .
Оскільки $Re_1 > 2300$, то розраховуємо за формулою:

$$\lambda_1 = \frac{1}{(2 \cdot \lg(19.5 * D_{ст}))^2} = \frac{1}{(2 \cdot \lg(19.5 \cdot 125))^2} = 0.022$$

Втрати тиску в лінії до РО $\Delta P_{л1}$ при максимальній витраті Q_{max1} :

$$\Delta P_{л1} = \Delta P_{пр1} + \Delta P_{м1},$$

$$\text{де } \Delta P_{пр1} = \sum_{i=1}^n \lambda \frac{\rho_1 \cdot L_1 \cdot V_1^2}{2D_{cm}} - \text{втрати тиску на прямих відрізках}$$

трубопроводу при максимальному витраченні до РО, Па;

$$\Delta P_{м1} = \sum_{i=1}^m \xi_1 \frac{\rho_1 \cdot V_1^2}{2} - \text{втрати тиску в місцевих опорах при}$$

максимальному витраченні до РО, Па;

ξ_1 - коефіцієнти місцевих гідравлічних опорів (зворотів, раптових звужень, розширень) до РО;

L_1 - довжина прямих частин трубопроводу до РО, м;

$$\Delta P_{пр1} = \sum_{i=1}^n \lambda_1 \frac{\rho_1 \cdot L_1 \cdot V_1^2}{2D_{ст}} = 0.022 \frac{1.51 \cdot 22 \cdot 18,07^2}{2 \cdot 0.125} = 946,46 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{м1} = \sum_{i=1}^n \xi_1 \frac{\rho_1 \cdot V_1^2}{2} = 0.25 \frac{1.51 \cdot 18,07^2}{2} = 61,68 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{л1} = 946,5 + 61,7 = 1008.15 \text{ Па}$$

Абсолютний тиск середовища до РО P_1 та після РО P_2 :

$$P_1 = P_{\text{поч}} - \Delta P_{\text{л1}} = 131325 - 1008.15 = 130316,85 \text{ Па}$$

$$P_2 = P_1 - 0.4(P_{\text{поч}} - P_{\text{кін}}) = 130316,85 - 0.4(131325 - 121325) \\ = 126316 \text{ Па}$$

Густина повітря після РО ρ_2 при P_2 , кг/м³:

$$\rho_2 = \rho_{\text{н}} \frac{P_2 \cdot T_{\text{н}}}{P_{\text{н}} \cdot T} = 1,205 \cdot \frac{126316 \cdot 293}{121325 \cdot 303} = 1.45 \text{ кг/м}^3$$

Розрахункова максимальна витрата повітря для умов після РО, тобто при $P_{\text{поч}}$ Q_{max2} , м³/год:

$$Q_{\text{max2}} = Q_{\text{max}} \frac{P_{\text{н}} \cdot T}{P_2 \cdot T_{\text{н}}} = 1000 \cdot \frac{121325 \cdot 303}{126316 \cdot 293} = 829,53 \text{ м}^3/\text{год}$$

Динамічна в'язкість середовища при P_2 і T $\mu_2 = 1,8 \cdot 10^{-5}$

Розрахункова швидкість середовища в трубопроводі після РО V_2 , м/с:

$$V_2 = \frac{354 Q_{\text{max2}}}{D_{\text{ст}}^2},$$

тут $D = 18.85 \sqrt{Q_{\text{max2}}/V}$ – діаметр трубопроводу, мм.

$V = 20$ м/с – допускна швидкість середовища.

$$D = 18.85 \sqrt{829,53 / 20} = 121,4 \text{ мм.}$$

Знайдену величину D округляють до близького стандартного $D_{\text{ст}}$ значення: $D_{\text{ст}}=125$ мм.

$$V_2 = \frac{354 \cdot 829,53}{125^2} = 18.8 \text{ м/с.}$$

Число Рейнольдса для середовища після РО Re_2 :

$$Re_2 = 0.354 \frac{Q_{\text{max2}} \cdot \rho_2}{D_{\text{ст}} \cdot \mu_2} = 0,354 \frac{829,53 \cdot 1.45}{125 \cdot 3 \cdot 10^{-5}} = 189587$$

Розрахунок коефіцієнту тертя для частини трубопроводу після РО λ_2 .
Оскільки $Re_2 > 2300$, то розраховуємо за формулою:

$$\lambda_2 = \frac{1}{(2 \cdot \lg(19.5 * D_{ст}))^2} = \frac{1}{(2 \cdot \lg(19.5 \cdot 125))^2} = 0.022$$

Втрати тиску в лінії після РО $\Delta P_{л2}$ при максимальній витраті Q_{max2} :

$$\Delta P_{л2} = \Delta P_{пр2} + \Delta P_{м2},$$

де $\Delta P_{пр2} = \sum_{i=1}^n \lambda_2 \frac{\rho_2 \cdot L_2 \cdot V_2^2}{2D_{ст}}$ - втрати тиску на прямих відрізках трубопроводу

при максимальному витраченні після РО, Па;

$$\Delta P_{м2} = \sum_{i=1}^m \xi_2 \frac{\rho_2 \cdot V_2^2}{2} - \text{втрати тиску в місцевих опорах при}$$

максимальному витраченні після РО, Па;

ξ_2 - коефіцієнти місцевих гідравлічних опорів (зворотів, раптових звужень, розширень) після РО;

L_2 - довжина прямих частин трубопроводу після РО, м;

$$\Delta P_{пр2} = \sum_{i=1}^n \lambda_2 \frac{\rho_2 \cdot L_2 \cdot V_2^2}{2D_{ст}} = 0.022 \frac{1.45 \cdot 16 \cdot 18.8^2}{2 \cdot 0.175} = 715,63 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{м2} = \sum_{i=1}^n \xi_2 \frac{\rho_2 \cdot V_2^2}{2} = 0,25 \frac{1.45 \cdot 18.8^2}{2} = 64,13 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{л2} = 715,63 + 64,13 = 779,76 \text{ Па}$$

Втрати тиску в регулювальному органі при максимальній розрахунковій витраті:

$$\Delta P_{ро} = \Delta P_{мер} - (\Delta P_{л1} + \Delta P_{л2}),$$

$$\text{де } \Delta P_{мер} = P_{поч} - P_{кін} = 131325 - 121325 = 10000 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{ро} = 10000 - (1008.15 + 779,76) = 8212,08 \text{ Па}$$

Розрахувати необхідне значення перепускної здатності $K_{v \max}$ в залежності від Q_{max} і $\Delta P_{ро}$, м³/год.

Для критичного режиму течії повітря, коли $\Delta P_{ро} > P_1/2$, максимальна розрахункова пропускна здатність:

$$K_{vmax} = \frac{Q_{max} \sqrt{\rho_{\text{повітря}} T_1 K'}}{2680 P_1} = \frac{1000 \sqrt{1,205 \cdot 303 \cdot 1}}{2680 \cdot 0,13} = 54,71 \text{ м}^3/\text{год}$$

Обираємо РО з умовною пропускною здатністю K_{vy} , що більша за розрахункове значення K_{vmax} на 20%:

$$K_{vy} \geq 1,2 K_{vmax} = 1,2 \cdot 54,71 = 65,65 \text{ м}^3/\text{год}$$

Тип обраного регулюючого органу і його характеристики наведені у таблиці 5.1

Таблиця 5.1 - Тип обраного регулюючого органу і його характеристики

Тип	Допускна температура середовища, °С	Умовний діаметр, мм	Перепускна здатність K_{vy} , т/год
Поворотна затулка ПРЗ	300	150	2500

Обираємо пропускну характеристику РО.

Визначаємо відношення n :

$$n = \frac{\Delta P_{\text{л}}}{\Delta P_{\text{ро}}} = \frac{1008,15 + 779,76}{8212,03} = 0,21$$

У нас $n > 1,5$, тому вибираємо лінійну перепускную характеристику.

Знайдемо уточнене значення максимальної витрати через РО

$$Q'_{max} = \frac{K_{vy} \cdot 2680 P_1}{\sqrt{\rho_{\text{повітря}} T_1 K'}} = \frac{65,65 \cdot 2680 \cdot 0,13}{\sqrt{1,205 \cdot 303 \cdot 1}} = 1200 \text{ м}^3/\text{год}$$

Знайдемо відносне значення витрачень q_{max} та q_{min} діленням Q_{max} і Q_{min} на Q'_{max} :

$$q_{min} = \frac{Q_{max}}{3} = \frac{1000}{3} = 333,33 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$q_{max} = \frac{Q_{max}}{Q'_{max}} = \frac{1000}{1200} = 0,83$$

$$q_{min} = \frac{Q_{min}}{Q'_{max}} = \frac{3333}{1200} = 0.28$$

При відомих значеннях n , q_{max} та q_{min} знаходимо значення l_{max} та l_{min} (діапазон навантаження) для РО с лінійною пропускнуою характеристикою:

$$l_{max} = 0.83$$

$$l_{min} = 0.28$$

Далі визначаємо максимальне та мінімальне значення коефіцієнта передачі РО для прийнятого діапазону навантаження та знаходять

відношення $\frac{K_{po\ min}}{K_{po\ max}}$

$$K_{po\ max} = 0.8$$

$$K_{po\ min} = 1.2$$

$$\frac{K_{po\ min}}{K_{po\ max}} = \frac{1.2}{0.8} = 1.5$$

Вибираємо лінійну перепускну та лінійну витрачальну характеристики.

Вибір виконавчого механізму (ВМ) базується на зусиллі, яке він повинен розвивати для зміни положення РО. Для поворотальних затулок величину моменту, необхідного для їх обертання визначають за формулою:

$$M = K(M_p + M_t),$$

Момент на валу ВМ повинен бути рівним або більшим за момент, необхідний для обертання затулки. Реактивний момент, зумовлений прагненням потоку зачинити затулку, M_m :

$$M_p = 0.07 * \Delta P_{зам} * D_y^3 = 0.07 * 8212.08 * 0.125^3 = 1.12 \text{ Нм},$$

де $\Delta P_{зат}$ – перепад тиску на затулці, Па; рекомендується брати рівним надлишковому тиску перед затулкою.

Момент тертя в опорах, Нм:

$$M_m = 0,785 * D_y^2 * P_{зат} * R_{ш} * \lambda = 0,785 * 0,125^2 * 8212,08 * 0,02 * 0,15 = 0,03 \text{ Нм}$$

де $R_{ш} = 0,02$ – радіус шийки вала затулки, м;

$\lambda = 0,15$ – коефіцієнт тертя в опорах;

D_y – умовний діаметр, м;

$K = 2-3$ – коефіцієнт, який враховує зтягнення зашільників та завантаженість трубопроводу.

$$M = K(M_p + M_m) = 3 * (1,2 + 0,03) = 3,48 \text{ Нм}$$

Вибір ВМ.

Таблиця 5.2. - Розрахунок звужуючого пристрою

Тип	Номінальний момент на вих.валу, Н*м	Номінальний час повного ходу вих. вала, с	Номінальний ход вих. вала, об
МЭО-100/25-0,25	250	100	0,25

Схема виміру витрати газу наведена на рис. 5.1.

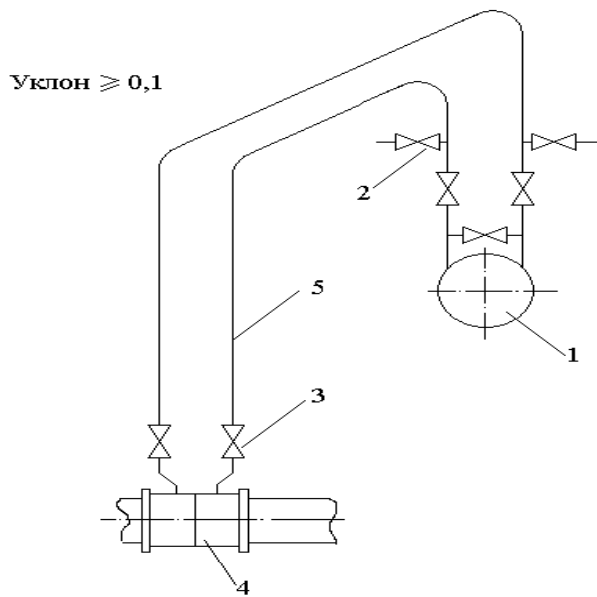


Рисунок 5.1 - Схема виміру витрати повітря

Для розрахунків звужуючого пристрою повинні бути задані:

1. Максимальна величина вимірюваної витрати ($Q_{\max}=150 \text{ м}^3/\text{ч}$);
2. Параметри середовища: середній надлишковий тиск ($p_{\text{н}}=100\text{кПа}$), середня температура ($t=20^\circ\text{C}$), щільність ($\rho=1,2\text{кг}/\text{м}^3$), відносна вологість ($\phi=0,2$);
3. Матеріал трубопроводу (Ст.20) і внутрішній діаметр ($D=100\text{мм}$).

При розрахунках звужуючого пристрою необхідно:

Вибрати дифманометр-витратомір;

- визначити діапазон шкали дифманометра-витратоміра, у якому коефіцієнт витрати є постійною величиною;
- розрахувати необхідні довжини прямих ділянок трубопроводу в районі установки звужуючого пристрою;
- визначити діаметр звужуючого пристрою.

А. Звужуючий пристрій

1. Тип-Діафрагма звужуючого типу.
2. Матеріал. Ст.20
3. $K_t'=1$

Б. Трубопровід

1. $Kt' = 1$
 2. Внутрішній діаметр $D = 100 \text{ мм}$.
 3. Вимірюване середовище
 - 3.1. Змішаний газ
 - 3.2. Розрахункова максимальна витрата для $Q_n = 1.25 * 150 = 187.5 \text{ м}^3/\text{ч}$.
 - 3.3. квадрат відносини витрат для природного газу –
 $n = (93.75 / 187.5)^2 = 0.25$
 - 3.4. Середня абсолютна температура: $T = 20 + 273 = 293$
 - 3.5. Середній абсолютний тиск: $p = 1000000 + 101000 = 201000 \text{ Па}$.
 - 3.6. Розрахункова припустима втрата тиску:
 $p_{\text{п.буд.}} = p_{\text{п.буд.}}' (Q_n / Q_{\text{max}})^2 = 0.25 * 1.56 = 0.39 \text{ кПа} = 390 \text{ Па}$;
 - 3.7. Щільність $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$.
 - 3.8. Показник адіабати: $\kappa = 1,4$.
 - 3.9. Максимальний тиск $p_{\text{впм}} = 2333 \text{ Па}$;
 Максимальна щільність $\rho_{\text{впм}} = 0,1729 \text{ кг/м}^3$.
 - 3.10. Відносна вологість повітря $\phi = 0$.
 - 3.11. Коефіцієнт стискальності повітря $DO = 1$.
 - 3.12. Проміжна величина для визначення щільності вологого газу в робочому стані: $z = 1.02 \cdot 10^{-5} * 118.61 = 120.9 \cdot 10^{-5} \text{ кг/м}^3$.
 - 3.13. Щільність сухої частини газу в робочому стані:
 $\rho_{\text{с.г.}} = 283,6 * 1,2 * 120,9 \cdot 10^{-5} = 41,14 \text{ кг/м}^3$.
 - 3.14. Щільність вологого газу в робочому стані: $\rho_{\text{в.г.}} = 41,31 \text{ кг/м}^3$.
 - 3.15. Динамічна в'язкість: $\mu = 1.7 \cdot 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}$.
- В. Дифманометр
 Манометр із многовитковою трубчастою пружиною.
 (манометр типу МР). Клас точності $\pm 1,5\%$.
- Вибір перепаду тисків і модуля звужуючого пристрою.

$$187.5 * \sqrt{41.31} \quad 1205.11$$

1. Проміжна величина: $C = 3.553 \cdot 1002 \cdot 120.9 \cdot 10^{-5} = 429.5 = 2.81$
2. Попереднє значення граничного перепаду на дифманометрі $\Delta p_n' = 28$ кПа.

3. Попереднє значення модуля звужуючого пристрою $m' = 0.05$

4. Число Рейнольдса для витрати газу:

$$187.5 * 1.2 * 41.31 = 9294.75$$

- Розрахункове число Рейнольдса:

$$Re = 0.354 * (100 * 1.7 \cdot 10^5 * 41.14) = 69.938 = 132.899 \cdot 10^5 = 93.75 \cdot 10^5$$

- Среднее

$$Re_{cp} = 132.899 \cdot 10^5 * (187.5) = 66.4 \cdot 10^5 = 187.5 \cdot 10^5$$

- Минимальное $Re_{min} = 132,899 \cdot 10^5 * (187.5) = 33.2 \cdot 10^5$

5. За умовою заданий довгий трубопровід.

6. Остаточне значення граничного номінального перепаду на дифманометрі $\Delta p_n = \Delta p_n' = 28$

7. Максимальний перехід у звужуючому пристрої $\Delta p = \Delta p_n = 28$ при вимірі витрати газу.

8. Значення $\Delta p_{cp}/p$ для випадків виміру витрати газу визначають із рівняння $\Delta p_{cp}/p = 0,25 * 28 / 201 \approx 0,03$

9. Попереднє значення $m\alpha'$ для випадків виміру витрати газу

$$m\alpha' = (3,13 * 2,81) / 0,99 * 28 = 0,31729$$

$$\alpha = 0,6863$$

$$m = 0.45$$

$$\varepsilon = 0.99$$

10. Уточнення значення $m\alpha = 0,3088(0,99/0,99) = 0,3088$

$$\alpha = 0,6863$$

$$m = 0.45$$

11. Втрата тиску газу в звужуючому пристрої $p_n \approx 28 * 0.55 * 0.64 = 9.9$ Па

12. Діаметр отвору звужуючого пристрою

$$d = 100 * \sqrt{0.45} = 67$$

$$d_{20} = 67$$

13. Перевірка розрахунків:

$$Q_n' = 1.3 * 0.6863 * 0.99 * 4489 * 120.9 \cdot 10^{-5} * 4.82 = 23.1$$

Погрішність розрахунків:

$$\delta = ((Q_n - Q_n') / Q_n) * 100\% = 0.087\%$$

Таким чином, можна зробити висновок, що розрахунок проведений коректно та параметри комплекту для вимірювання витрат обрано правильно.

6 ЗАМОВНА СПЕЦИФІКАЦІЯ НА ВЕСЬ КОМПЛЕКС ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Специфікація являє собою перелік матеріалів і устаткування, необхідного для технічної реалізації проекту.

У специфікації приводять відомості, необхідні для замовлення устаткування і матеріалів.

Специфікація складається при виконанні робочої документації. Вона призначаються для замовлення встаткування, кабельно-провідникової продукції та монтажних матеріалів. Складається специфікація у вигляді таблиці встановленого зразка.

Виконавчий механізм регулювального органа приводиться в рух реверсивним пускачем. Інформацію про ступінь відкриття регулювального органа показує дистанційний покажчик положення УП-1, що працює з реостатним датчиком виконавчого механізму.

Провода з індексами А и N (наприклад А803 і N804) служать для підведення електроживлення до окремих елементів схеми.

7 ОРГАНІЗАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

7.1 Організаційн забезпечення

Для забезпечення нормальної роботи засобів виміру, засобів автоматизації, контролю і регулювання на підприємствах функціонують спеціальні служби. Задачі спеціальної служби залежать від структури керування підприємством, від числа і типів встановлених засобів вимірювання і засобів автоматизації, від обсягу виробництва продукції і т.д.

При плануванні організації праці необхідно дотримуватися організаційних принципів побудови таких служб необхідно дотримуватися чисельності службовців промислово-виробничого персоналу, типових структур керування, штатів і нормативів чисельності персоналу, а також службовців структурних підрозділів промислових підприємств.

Цех КВП і А є невід'ємною складовою для нормального протікання виробничого процесу. Вона забезпечує нормальне функціонування засобів виміру і автоматизації. Крім того ця служба, у міру можливості, впроваджує і розробляє нове обладнання, прилади, засоби виміру.

Контроль і регулювання процесів у водогрійному котлі є дуже важливим для запобігання перевитрат енергоресурсів, і поліпшення якості. Служба КВП і А значно поліпшує процес виробленої продукції.

Без засобів автоматизації і вимірів неможливо досягти високої продуктивності та техніко-економічних показників. Тому наявність служби автоматизації необхідна й доцільна.

Цех КВП і А є самостійним структурним підрозділом.

Структура управління службою КВП і А представлено на рис. 7.1.

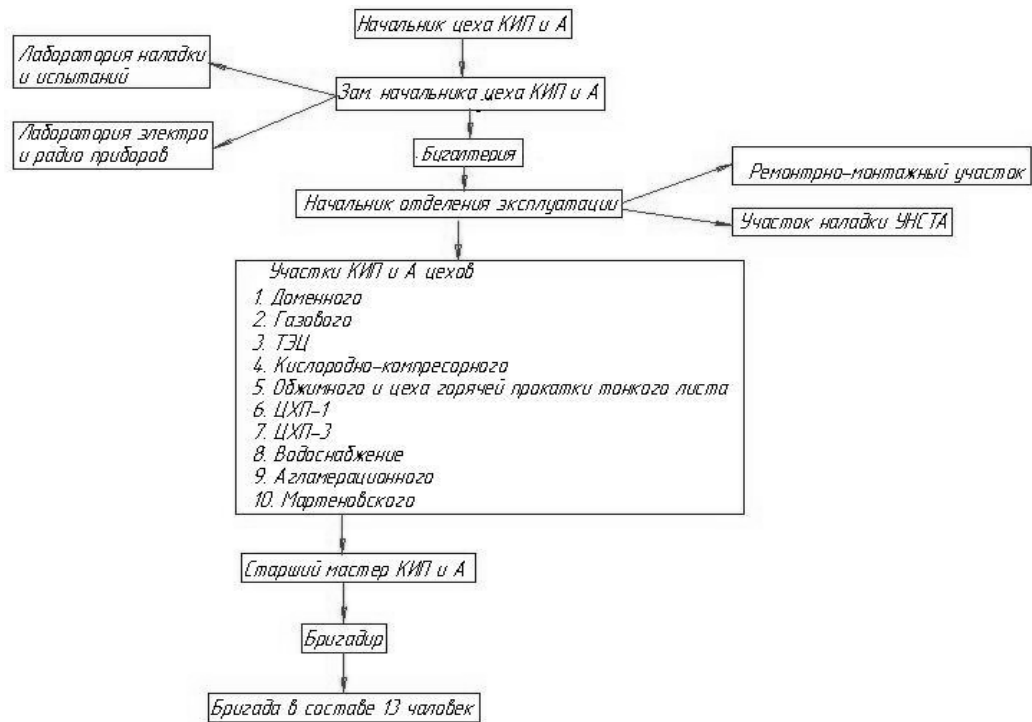


Рисунок 7.1 - Організаційна структура керування службою КВП і А

7.2 Розрахунок техніко-економічних показників

Метою техніко-економічного обґрунтування автоматизованої системи управління (АСУ) є кількісне та якісне обґрунтування економічної доцільності створення або розвитку автоматизованої системи, а також визначення організаційно-економічних умов її ефективного функціонування.

Зміст техніко-економічного обґрунтування АСУ полягає в наступному:

1. Розрахувати і проаналізувати за окремими статтями витрати, необхідні для створення чи розвитку АСУ;
2. Зіставити витрати на створення і функціонування АСУ з результатами, отриманими при її впровадженні;
3. На основі розрахунків техніко-економічних показників, що характеризують результати функціонування створюваної АСУ, і порівнюючи їх із зіставними показниками варіанту, обраного за базу для порівняння (аналога), дати кількісну та якісну оцінку економічної доцільності створення або розвитку аватоматизованої системи.

Основними факторами, що визначають економічну ефективність АСУ, є:

1. Збільшення випуску продукції і підвищення її якості за рахунок більш раціонального використання виробничих потужностей, сировини, матеріалів, палива та трудових ресурсів;

2. Підвищення продуктивності праці виробничих робітників, внаслідок скорочення втрат робочого часу і простоїв обладнання.

Основною умовою при визначенні економічної ефективності АСУ є зіставність усіх показників:

- в часі;
- за цінами і тарифними ставками зарплати, використовуваним для визначення показників;
- за елементами витрат.

Економічні показники визначаються за діючими на момент розрахунку оптових цін і тарифними ставками.

При визначенні очікуваного річного економічного ефекту в якості бази для порівняння приймаються плановані в умовах відсутності АС показники виробничо-господарської діяльності виробництва в році впровадження системи.

Створення АСУ вимагає єдинокасних витрат на розробку і впровадження АСУ, а також поточних витрат на функціонування системи.

Єдинокасні витрати на розробку і впровадження АСУ включають: попередні витрати (тобто витрати на розробку АСУ); капітальні витрати на придбання (виготовлення), транспортування, монтаж і налагодження обчислювальної техніки, периферійних пристроїв, засобів зв'язку, допоміжного устаткування, оргтехніки, а також програмних засобів необхідних для функціонування АСУ; витрати на підготовку (перепідготовку) кадрів; зміна оборотних коштів у зв'язку з розробкою і впровадженням АСУ.

Ефективність АСУ визначають зіставленням результатів від функціонування і витрат усіх видів ресурсів, необхідних для її створення і розвитку.

Фактори, що визначають економічну ефективність АСУ:

Збільшення випуску продукції і підвищення її якості за рахунок більш раціонального використання виробничих потужностей.

Підвищення продуктивності праці виробничих робітників, внаслідок скорочення втрат робочого часу і простоїв обладнання.

При визначенні очікуваного річного економічного ефекту в якості бази для порівняння приймаються плановані в умовах відсутності АСУ показники виробничо-господарської діяльності виробництва в році впровадження системи.

7.3 Розрахунок одноразових витрат на створення АСУ

У запропонованому проекті регулювання водогрійного котла проводиться закупівля контролера і його модулів, первинних перетворювачів, вторинних приладів. Вартісні показники закупаюваного устаткування занесені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 - Необхідне обладнання на реалізацію проекту

Найменування	Ціна за од., грн	Кількість	Сума, грн	Потужність за паспортом
ПЛК SIMATIC S7-300	385000	1	385000	9 Вт
ПК Simatic PC	567000	1	623700	27 Вт
Блок живлення Siemens PS 305	12000	1	1320	48 Вт
CPU 416-2	8400	1	92400	8,6Вт
SM 422	5200	2	11440	8 Вт
IM 153 1	2100	1	2310	5 Вт
SM 431	4600	2	10120	8 Вт
ДИФ12	3000	13	42900	8 Вт

ВТ 501 – датчики товщини	6000	5	3300	6 Вт
Мережевий термінал PROFIBUS (RS485)	1600	1	1760	2,2 Вт
Монтажні елементи	1200	1	1320	
Шафа технологічна	760	1	836	
Оптичний кабель	1800		1980	6 Вт
Сума			1124926	172,8 Вт

Одноразові витрати на створення АСУ визначаються за формулою:

$$K^A = K_{\Pi}^A + K_K^A$$

де K_{Π} – довиробничі витрати, грн.;

Капітальні витрати -, грн..

$$K^A = 5280 + 1124926 = 1130206 \text{ грн.}$$

Довиробничі витрати на розробку АСУ розраховуються за формулою:

$$K_{\Pi}^A = K_{\Pi P}^A + K_{\Pi O}^A + K_{\Pi IO}^A$$

де – $K_{\Pi P}^A$ витрати на проектування АСУ, грн.;

$K_{\Pi O}^A$ – витрати на розробку програмного забезпечення, грн.;

$K_{\Pi IO}^A$ – витрати на підготовку інформаційного забезпечення тривалого користування (створення бази даних АСУ), грн..

$$K_{\Pi}^A = 0 + 1980 + 3300 = 5280 \text{ грн.}$$

Величина капітальних витрат визначається за формулою:

$$K_K^A = K_{\text{КТС}}^A + K_{\text{МОНТ}}^A$$

де $K_{\text{КТС}}^A$ – кошторисна вартість комплексу технічних засобів (КТЗ), грн.;

$K_{\text{МОНТ}}^A$ – витрати на установку, монтаж і запуск КТЗ в роботу, грн.. (10% від вартості КТЗ).

$$K_K^A = 1124926 + (1124926 \times 0,1) = 1237418.6 \text{ грн.}$$

Розрахунок експлуатаційних витрат на функціонування АСУ

Розрахунок річних експлуатаційних витрат на функціонування АСУ здійснюється за формулою:

$$Z_{\text{експ}} = Z_{\text{зп}} + Z_{\text{ел}} + Z_A + Z_{\text{мат}} + Z_{\text{рем}}$$

де $Z_{\text{зп}}$ – річні витрати на заробітну плату спеціалістів в умовах функціонування АСУ з відрахуваннями на соціальне страхування, грн.;

$Z_{\text{ел}}$ – річна вартість електроенергії, споживаною АСУ, грн.;

Z_A – річна сума амортизаційних відрахувань, грн.;

$Z_{\text{мат}}$ – річна вартість матеріалів, необхідних для функціонування АСУ (2% від вартості КТЗ), грн.;

$Z_{\text{рем}}$ – річна вартість ремонту обладнання (7% від вартості КТЗ), грн.

Заробітна плата фахівців в умовах функціонування АСУ залежить від їх чисельності, часу роботи і тарифної ставки. Відрахування на соціальні потреби складають 22% (22% - ЄСВ).

Служба експлуатації контрольно-вимірювальних приладів і автоматики (КВП і А) виконує наступні функції: метрологічний нагляд; технічне обслуговування; ремонт і настройку контрольно-вимірювальних приладів і приладів автоматичного управління. Крім того, вона впроваджує нові засоби і системи автоматики (табл.7.2).

Таблиця 7.2 - Штатний розклад служби КВП і А

Робочі на стані	Графік роботи	Кількість працюючих	Розряд робіт
Інженер-конструктор з ремонту і обслуговування обладнання	Залізничний	6	7
Інженер-електромонтер з ремонту і обслуговуванню обладнання	Залізничний	8	5
Інженер-електромонтер з ремонту і обслуговуванню обладнання (старший)	Залізничний	6	6
Слюсар КВП і А	Залізничний	10	4

Число фахівців які повинні забезпечити безперервну роботу АСУ прокатного стану 1680 протягом зміни – 2 чол.

Штатна чисельність робочих:

4 – кількість бригад.

$$4 \times 2 = 12 \text{ чол.}$$

Списочна чисельність робочих знаходиться за формулою:

$$Ч_{сп} = Ч_{шт} \times K_{сп}$$

де $Ч_{шт}$ —штатна чисельність робочих, чол.;

$K_{сп}=1,16$ —коефіцієнт списочності:

$T_{ном}=273,75$ —номінальний фонд часу роботи одного робочого за рік, дні;

$T_{эф}=235,75$ —

ефективний фонд часу роботи одного робочого за рік, дні (див. таб. 7.3).

$$Ч_{сп} = 12 \times 1,16 = 19 \text{ чол.}$$

$$K_{сп} = 273,75/235,75 = 1,16 \text{ (табл. 7.3).}$$

Для виявлення втрат робочого часу, визначення їх причин та шляхів усунення проводиться аналіз показників використання робочого часу робітниками на підставі даних балансу робочого часу (таблиця 7.3).

Таблиця 7.3 – Баланс робочого часу одного фахівця

Показники	Режим роботи
	Безперервний (трьохзмінний) чотирьохбригадний
Календарний час	365
Вихідні	$365/4 = 91,25$
Номінальний час	272,75
Невиходи, в т.ч.:	37
похвороби	1,0
Відпустка основна	34
Навчальна відпустка виконання держ. Лікарняні у зв'язку	1
пологами	0,5
Прогоули	0,5
Ефективний фонд часу обов'язків по	—
вирішенню адміністрації	235,75

Заробітна плата по тарифу:

$$Z_{зп} = C_{ч} \times T_{еф} \times Ч_{сп}$$

де $Z_{зп}$ —заробітна плата за тарифом, грн.;

$T_{еф}$ —число відпрацьованих чоловіко-годин;

19 фахівців працюють по 12 годин, 16 змін за місяць відпрацьовує 1 робітник, отже $12 \times 16 = 192 \frac{\text{год}}{\text{міс}}$.

$$T_{еф} = 192 \times 365 = 70080 \frac{\text{чол}}{\text{год}} \text{ в рік}$$

$C_{ч}$ —середня погодинна тарифна ставка, грн;

$Ч_{сп}=19$ —кількість фахівців, чол.

Таблиця 7.4 - Тарифні ставки і заробітна плата

Розряд	Кількість, чол.	Тарифна ставка	Зарплата по тарифу, грн
4	7	8	3924480
5	5	8,7	3048480
6	4	9,3	2606976
7	3	10	2102400
Всього	19	—	11682336

Відрахування на соціальні потреби складають 22%, отже:

$$Z_{\text{зп}} = 11682336 + 22\% = 14252449,9 \text{ грн.}$$

Річна вартість електроенергії визначається за формулою:

$$Z_{\text{ел}} = W \times T_{\text{еф}} \times C_{\text{е}}$$

де W – встановлена потужність КТЗ, кВт;

$T_{\text{еф}}$ – ефективний фонд часу роботи КТЗ, год.;

$C_{\text{е}}$ – вартість 1 кВт/рік електроенергії, грн..

Таблиця 7.5 – Час роботи КТЗ

Показники		
	Години	Доба
Календарний час	8760	365
Планово-попереджувальні роботи	480	20
Капітальні ремонти	0	0
Номінальний час	8 280	345
Поточні простой	780	32,5
Фактичний час	7 500	312,5
Середня продуктивність за годину, т/г	12,1	
Продуктивність стану за рік, т/рік	90750	

Фактичний час роботи стану за рік і продуктивність його в одиницю часу:

$$T_{\text{еф}} = T_{\text{кал}} - (T_{\text{пп}} + T_{\text{кр}} + T_{\text{ппр}}) = 8760 - (480 + 0 + 780) = 7500 \text{ год.}$$

де $T_{\text{еф}}$ – річний фонд робочого часу прокатного стану (КТЗ), год.

$$W - 172,8 \text{ Вт;}$$

$$C_e - 1,68 \text{ грн.}$$

$$Z_{\text{ел}} = 0,1728 \times 7500 \times 1,68 = 2177,28 \text{ грн.}$$

Річна сума амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

$$Z_A = \frac{1124926 \times 0,1}{100} = 1124,93 \text{ грн.}$$

де Z_A – норма амортизації, % (10%).

$$Z_{\text{мат}} - 1124926 \times 0,2 = 224985 \text{ грн.};$$

$$Z_{\text{рем}} - 1124926 \times 0,7 = 782448 \text{ грн.}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{експ}} &= 14252449,9 + 2177,28 + 652,48 + 130496 + 456736 \\ &= 14842511,66 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Розрахунок показників економічної ефективності АСУ

Пропонована система дозволяє реалізувати збільшення випуску годного прокату на 5 % за рахунок регулювання товщини смуги і контролювання технологічного процесу за допомогою контролера.

Основними показниками економічної ефективності АСУ є:

- річна економія у зв'язку з функціонуванням АСУ;
- річний економічний ефект;
- ефективність витрат на створення і впровадження АСУ.

Річна економія (Е) від функціонування АСУТП використовується для розрахунку річного економічного ефекту.

Річний економічний ефект ($E_{\text{рік}}$):

$$E_{\text{рік}} = B^B - Z_{\text{експ}}$$

де $Z_{\text{експ}}$ – річні витрати на експлуатацію АСУ.

B^B – виручка від реалізації продукції до впровадження АСУ, грн.\

1 тонна прокату коштує - 13118 грн., отже

$$B^B = 14430 \times 90750 = 1309522500 \text{ грн/рік.}$$

Річна економія:

$$E = B^B + 1,5\% = 19642837,5 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект:

$$E_{\text{рік}} = 19642837,5 - 16692547,4 = 2950290,1 \text{ грн}$$

Термін окупності капітальних витрат (Т) визначаються за формулою:

$$T = \frac{1237418,6}{2948917,03} = 0,420,42 \text{ рік}$$

Рентабельність капітальних витрат E_p на створення АСУ:

$$E_p = E_{\text{рік}} \div K_K^A = \frac{2948917,03}{1237418,6} = 2,3$$

Результати розрахунку економічної ефективності наведені в таблиці 7.7.

Таблиця 7.7 - Результати розрахунку економічної ефективності

Найменування показника	Од. виміру	Рівень показника
Вартість КТЗ	Грн.	1124926
Одноразові витрати на створення АСУ	Грн.	1130206
До виробничі витрати на розробку АСУ	Грн.	5280
Капітальні витрати	Грн.	1237418,6
Час роботи КТЗ	Годин	7500
Продуктивність стану за рік	т/рік	90750
Річні витрати на заробітну плату спеціалістів	Грн.	14252449,9
Річна сума амортизаційних відрахувань	Грн.	1124,93
Річні експлуатаційні витрати АСУ	Грн.	16692547,4
Річна економія	Грн.	19642565,25
Річний економічний ефект	Грн.	2948917,03
Термін окупності витрат	Рік	0,42
Рентабельність капітальних вкладень		2,3

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

8.1 Характеристика потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Об'єктом проектування є сучасна водогрійний котел, який складається із великої кількості різноманітного обладнання та будівельних конструкцій, зв'язаних в єдине ціле загальною технологічною схемою виробництва гарячої води. Обладнання водогенератора умовно поділяють на основне – котлоагрегат, і допоміжне – пристрої для подачі палива, повітря, живильної води, пристрої для видалення продуктів згоряння, димових газів, трубопроводи та ін.

Теплові станції значно впливають на навколишнє середовище. Ця дія визначається викидом в атмосферу продуктів згоряння, що містять шкідливі гази і дрібні частинки золи, видаленням шлаків і забруднених стічних вод.

Найбільш чутливими до вмісту SO_2 в повітрі є рослини і люди. При наявності SO_2 і вологи в повітрі утворюються гарячої води кислот (H_2SO_3 і H_2SO_4), які викликають прискорення корозії металу, поступове тріскання бетону, подразнення дихальних шляхів людини.

Оксид азоту NO_2 має різко виражені подразнюючі дії на слизові оболонки (очі, дихальні шляхи). Він погано розчинний в рідких середовищах, тому здатний проникати в легені.

Оксиди азоту можуть утворюватися при згорянні палива за рахунок окислення азоту, який міститься в повітрі, що подається в топку. Основними способами подавлення утворення оксидів азоту в топках котла є:

- зниження надлишку повітря в топці;
- зниження теплової напруги в топці;
- рециркуляція димових газів в топку та ін.

Крім оксидів сірки та азоту можуть утворюватися інші шкідливі речовини. В приміщенні отельні може утворюватися чадний газ – CO , який

дуже шкідливий для людини. Не дозволяється довге перебування людей в котельній, так як вони можуть бути уражені тепловим випромінюванням [34].

Усі небезпечні й шкідливі виробничі фактори діляться на наступні групи:

- фізичні;
- хімічні;
- психофізіологічні;

У котельній можуть негативно діяти наступні фізичні шкідливі й небезпечні фактори:

- підвищена температура в робочій зоні викликана процесами горіння палива та тепловиділенням від нагрітих котлів та трубопроводів (40°C);
- підвищений рівень шуму обумовлений процесом спалювання палива.

Сам процес горіння викликає появу низькочастотного звуку;

- підвищена напруга живлення електроустаткування. Для забезпечення
- освітленості робочого місця, а також приведення виконавчих механізмів у рух;
- відкриті частини устаткування, що обертаються й рухаються.

До хімічних шкідливих і небезпечних факторів, що постійно діють на робітника відносяться наступні:

Загальнотехнічні:

- оксид вуглецю (CO) – здатний справляти безпосередній токсичний вплив на клітки, порушуючи тканинний дихання і зменшуючи споживання тканинами O₂;

- двоокис азоту. Токсична дія NO₂ має виражену дразливу й пропалюючу дію на дихальні шляхи, особливо глибокі, що приводить до розвитку токсичного набряку легенів; пригнічує аеробне й стимулює анаеробне окиснення в легеневій тканині. Не виключена можливість загальної дії, у тому числі за рахунок продуктів клітинного розпаду, що всмоктуються в кров з поверхні легень;

- пил, до складу якого входить кристалічний діоксид кремнію. Типове захворювання, що виникає під дією кремнемістких пилів – силікоз [30].

По ступеню впливу на організм людини залежно від ГДК шкідливі речовини підрозділяються на 4 класи небезпеки: I-Надзвичайно небезпечні, II - високошкідливі, III –помірковано небезпечні, IV – малонебезпечні.

У результаті впливу несприятливих факторів виробничого середовища можливі нещасні випадки й професійні захворювання.

До психо-фізичних шкідливих і небезпечних факторів, що впливають на робітників протягом робочої зміни можна віднести наступні:

- нервово – емоційні перевантаження – для всіх робітників;
- фізичні перевантаження – для слюсарів КВП і А;
- розумова напруга.

Для опалювання котлів використовується природний газ. При високих концентраціях природний газ впливає на організм людини, тому що при наявності природного газу в повітрі, знижується зміст у ньому кисню (O_2). Кількісне визначення змісту природного газу в повітрі проводиться по змісту в ньому метану (CH_4). Зміст метану в повітрі робочої зони не повинен перевищувати 0,5 % за обсягом.

Межі запалення (вибуховості) газу в суміші з повітрям (% газу суміші) при темп. $+20^{\circ}C$: нижня межа 5 - 100 Па; верхня межа 15 - 100 Па.

Показником, який ураховує різноякісний вплив усіх елементів умов праці, на сьогоднішній час прийнятий показник важкості праці. Важкість праці характеризує сукупний вплив усіх елементів, що становлять умови праці, на працездатність людини, його здоров'я, життєдіяльність і відновлення робочої сили й застосовне як до розумового, так і до фізичної праці.

Фактичний стан умов праці оцінюється на основі даних атестації робочих місць або спеціальних інструментальних вимірів рівнів факторів виробничого середовища, які відбиваються в карті умов праці на робочім місці. Оцінка факторів виробництва для робочого місця слюсаря по КВПіА наведено в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 - Оцінка факторів виробничого і трудового процесу

Фактори виробничого середовища й трудового процесу	Нормативне значення	Фактичне значення	3 клас –шкідливі й небезпечні умови праці			Тривалість дії фактора за зміну, %
			1а ступінь	2а ступінь	3я ступінь	
Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³ 2-й клас безпеки: Сірчаний газ SO ₂ Окис вуглецю CO Оксиди азоту NO ₂	10,000 2 =20	7.99 2.09 8	1,045р			89 89 89
Пил, переважно 71іброгенної дії мг/м ³ Кремнію діоксид кристалічний (граніт, шамот, слюда, сирець, вуглецевий пил) при змісті в пилу від 10 до 70 %	4,000	9.28			2.32 р	89
Шум, дБ	80	92		2		89
Мікроклімат у приміщенні в теплий період - температура повітря, °С - швидкість руху повітря, м/с - відносна вологість повітря, %	21-28 0,1-0,3 60≤	40 0,33 56	1,1		12	89 89 89
Рабочая поза - перебування в наклонном положенні до 30 град.		26,4	26,4			
Тяжесть и напряженность труда	Важка III - го ступеню, напружена					

8.2 Заходи зі зменшення впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Операторна (або Блок Щитового Управління), де встановлюються щити і пульти, повинна бути побудована та прийнята під монтаж по акту.

Об'єм виробничого приміщення на одного робітника складає не менше 15 м³, а площа – не менше 4,5 м². Стіни та стелю операторної фарбують масляною фарбою, решта поверхні – клеєною. Розміри дверей повинні бути такими, щоб можна було проносити щити та пульти.

Пульти повинні бути не електропровідними, що дозволяє значно покращити електробезпеку цих приміщень. Їх покривають пілопіумом.

Організація робочих місць оперативного персоналу АСУ ТП повинна відповідати фізіологічним вимогам а також характеру роботи персоналу.

Робочі місця повинні бути організовані у відповідності з вимогами діючих стандартів, технічних умов та методичних вказівок по безпеці праці.

Рівень небезпечних виробничих факторів на робочих місцях (фізичних, хімічних, біологічних) повинні відповідати стандартам.

При розробці дизайну внутрішнього простору БЦУ необхідно використовувати комплексний підхід по забезпеченню функціональності, комфорту та екологічності з підтриманням необхідного рівня зосередженості оперативного персоналу.

Базова форма приміщень БЦУ визначається виходячи із будівельних умов.

При проєктуванні інтер'єру враховується психофізична дія кольору на очі людини. Виконання рекомендацій по вибору кольору приміщень будуть сприяти покращенню гігієнічних умов праці, зменшенню навантаження на нервову систему та зменшенню втоми, забезпеченню безпеки виробничих процесів, а також покращенню естетичного рівня приміщення БЦУ.

При вирішенні питань освітлення перевага віддається люмінесцентному освітленню, так як такі лампи виділяють менше тепла, ніж лампи розжарювання і більш рівномірно освітлюють робочий простір. Необхідно встановлювати люмінесцентні світильники, що живляться трьохфазним

струмом. Рівень освітленості робочих місць повинен відповідати характеру та умовам праці й діючим нормам.

За допомогою апаратури, розташованої на щитах, оператор одержує необхідну інформацію про хід технологічного процесу і веде управління автоматично.

Технічні засоби komponують так, щоб забезпечити зручність експлуатації із врахуванням частоти їх використання. Прилади, що контролюють найважливіші параметри процесу, повинні бути розміщені в центрі щита. Регулюючі прилади розташовуються так, щоб забезпечити умови нормальної роботи з елементами настройок. Перемикачі та кнопки управління встановлюють в нижній частині щита під вимірювальними приладами. Сигнальні лампочки монтуються у верхній частині щита.

У якості інженерних розв'язків по боротьбі із шумом пропонуються засоби й методи колективного захисту [32].

Залежно від способу реалізації вони підрозділяються на: акустичні, організаційно-технічні й архітектурно-планувальні.

До організаційно-технічних методів по зниженню шуму на території котельного відділення можна віднести використання раціональних режимів праці й відпочинку працівників.

До архітектурно-планувальних методів боротьби із шумом, крім тих які застосовувалися при проектуванні будинку й раціональним розміщенні встаткування, машин і механізмів, можна віднести створення додаткових шумозахищених зон, шумоізольованих кімнат відпочинку, пультових приміщень.

У якості індивідуальних засобів захисту працівників від шуму застосовують шумозахищені вкладиші (беруши).

8.3 Виробнича санітарія

Метеорологічні умови

Оптимальні норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень подано в ГОСТ 12.1.005-88 (ССВТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони).

Таблиця 8.2 - Оптимальні норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний, перехідний	Важка III - го ступеню, напружена	21-23	40-60	0,1
Теплий	Важка III - го ступеню, напружена	22-24	40-60	0,2

Таблиця 8.3 - Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень в холодний та перехідний період року

Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Важка III - го ступеню, напружена	20-24	75	0,5

Вентиляція та опалення

В приміщенні операторної передбачається комбінована система вентиляції (СНП-ІІ-33-75): механічна витяжна та природній притік. Притік повітря відбувається через проточну шахту, яка встановлюється в зовнішній стіні будови та витяжка повітря – на висоті 2 м від рівня землі через повітрепроточну шахту з решіткою типу СТД розміром 450 x 490 [329].

Приточна шахта з'єднується з приміщенням операторної, в якому біля зовнішньої стіни встановлюється приточна камера. В ній для підігріву повітря в холодний період року встановлюється реєстр із гладких труб. Забезпечення

теплом реєстра іде від системи опалення. Витяжка проводиться через витяжні отвори, які роблять під стелею приміщень. В основі отворів встановлюються витяжні вентилятори типу ВК-6У-4.

Опалення операторної – центральне, водяне з параметрами теплоносія в падаючому трубопроводі – 105 °С, у зворотньому – 70 °С.

В ролі нагрівальних приладів застосовуються реєстри із гладких труб (БНП-ІІ-33-75), які встановлюються під вікнами зовнішніх стін.

Природне та штучне освітлення

Для створення нормальних умов праці необхідне раціональне освітлення приміщень на робочих місцях. Природне освітлення приміщень операторної проводиться через вікна у зовнішніх стінах.

8.4 Електробезпека

У приміщеннях котельної використовуються наступні допоміжні засоби техніки безпеки:

Електрозахисні пристрої

Відповідно до ПУЕ приміщення котельної належить до категорії особливо небезпечних приміщень - температура повітря > 30 °С, наявність струмопровідних підлог, підвишена вологість.

У котельної використовується напруга 220В (по ПУЕ правила діють до 1000 В), частота 50 Гц.

Основними заходами захисту від поразки електричним струмом є:

- забезпечення неприступності струмоведучих частин, що перебувають під напругою, для випадкового дотику;
- електричний поділ мережі;
- усунення небезпеки поразки з появою напруги на корпусах, кожухах і інших частинах електроустаткування, що досягається захисним заземленням, зануленням, захисним відключенням;
- застосування малих напруг;

- захист від випадкового дотику до струмоведучих частин застосуванням кожухів, огорожень, подвійної ізоляції;
- контроль і профілактика ушкодженої ізоляції;
- застосування спеціальних електрозахисних засобів - переносних приладів і запобіжних пристосувань.

До захисних засобів від поразки електричним струмом відносять:

- різний інструмент (ізолюючі оперативні й вимірювальні штанги, що ізолюють і токовимірювальні кліщі й ін.);
- частини одягу (гумові діелектричні рукавички, боти, калоші, брезентові рукавиці; запобіжні пояси, що страхують канати, захисні окуляри, протигази);
- допоміжні пристосування (ізолюючі майданчики, підставки, ковпаки, килимки, накладки, тимчасові огороження);
- покажчики напруги.
- слесарно - монтажний інструмент із ізолюючими рукоятками – призначений для роботи з напругою в електроустановках до 1000В.

Попереджувальні засоби

Попереджувальні плакати діляться на застережливі, забороняючі, й нагадуючі. Застережливі (постійні) плакати («Обережно! Електрична напруга!») укріпляють на стінах, огороженнях. Заборонний (переносний) плакат («Не включати, працюють люди!») вивішується на ключах і рукоятках керування. Дозволяючий (переносний) плакат («Працювати тут, улазити тут») установлюється на місці робіт. Нагадуючий (переносний) плакат («Заземлене») установлюється на ключах і рукоятках керування.

Механічні неструмові частини електрообладнання і електроустановок при порушенні ізоляції між ними і струмоведучими частинами можуть опинитися під напругою. У таких випадках дотик до неструмопровідних частин рівнозначний дотику до струмопровідних частин.

Комутація щитів виконується відповідно з МСН-205-69 ізольованими поліхлорвініловими дротами з лакованою обмоткою [35].

Мінімальний допустимий переріз дротів в ланцюгу з напругою до 60В – не менше 0,2 мм², в ланцюгах з напругою вище 60В – не менше 1 мм². Дроти групуються в щити, по 4 дроти на щит. Джгути кабелів вкладають в перфоровані шафи без кріплення.

В даному проєкті використано кабелі із зовнішнім покриттям типу БТ, а також неброньовані кабелі і кабелі з поліхлорвініловою плівкою.

Усунення небезпеки ураження електричним струмом при переході напруги на не струмопровідні частини електроустановки у мережах з ізолюваною нейтраллю здійснюється за допомогою захисного заземлення. Захисне заземлення – це з'єднання металічних не струмопровідних частин електроустановок із землею заземлюючими провідниками і заземлювачами для створення між цими частинами і землею малого опору.

8.5 Пожежна безпека

У цеху відбуваються високотемпературні процеси, тому є постійна небезпека виникнення пожежі, тому застосовуються заходи щодо попередження пожежонебезпечних ситуацій.

Виробництво відноситься до категорії Г (пожежонебезпечні).

Будівля цеху відноситься до III ступеня вогнестійкості, тобто всі основні несучі конструкції, виконуються вогнетривкими, але застосовуються сталеві незахищені від вогню несучі ферми і внутрішні перегородки, виконані з важкоспалимих матеріалів. За класифікацією пожежонебезпечних приміщень цех належить до зони класу П - Та, як приміщення, що містить тверді горючі речовини, не здатні переходити в зважений стан.

У цеху застосовуються такі горючі матеріали (речовини):, мастила – 200 °С, природний газ – 460 °С. Суміш природного газу і повітря в певному співвідношенні є вибухонебезпечною, окремі компоненти газу токсичні. Суміші газів з повітрям спалахують і нерідко вибухають не тільки від

відкритого вогню (факела, палаючого сірника чи свічки, сигарети і т. п.), але і від іскор, що висікаються при ударах або терті металевих предметів.

У виробничому приміщенні цеху обладнані протипожежні кутки, забезпечені ящиком з піском, ємностями з водою, пожежно-інвентарними щитами з набором інвентарю: лопат, багрів, гаків, сокир.

Ефективність та своєчасність евакуації людей при пожежі досягається наявними шляхами евакуації: кількість, протяжність і ширина яких задовольняє нормативним вимогам, а також евакуаційних виходів, якими служать наявні в цеху виробничі виходи.

Щоб уникнути пожеж необхідно дотримуватись таких правил:

- забороняється залишати на робочих місцях промаслене ганчір'я та інші самозаймисті матеріали;
- необхідно стежити за справністю електропроводки цеху, справністю переносних ламп;
- у цеху повинна бути передбачена спеціальна комора для зберігання легкозаймистих рідин;
- цех повинен бути оснащений протипожежними пристроями: вогнегасниками, брандспойтами і шлангами, ящиками з піском, лопатами і баграми, встановленими на спеціальних щитах. Вогнегасники вуглекислотні типу ОУ-2, ОУ-3 призначені для гасіння загорянь речовин, горіння яких не може відбуватися без доступу повітря, загорянь електроустановок, що знаходяться під напругою не більше 1000 В, рідких та газоподібних речовин (клас В, С);
- всі основні ділянки цеху повинні мати чергове освітлення, кнопкову сигналізацію для виклику пожежної команди.

ВИСНОВКИ

Метою виконання кваліфікаційної роботи є автоматизація водогрійного котла КВГМ. В ході реалізації поставленої задачі розглянуто опис технологічного агрегату та алгоритм роботи котла. На основі цих знань була розроблена схема матеріальних потоків, на якій представлені необхідні сигнали для управління та індикації параметрів.

Проаналізовано існуючий рівень автоматизації на підприємстві. Розроблено технічне завдання з вимогами до проєктуємої системи. В даному розділі були виділені: основні рівні управління та обробки інформації, необхідні рішення для ПТК, необхідні режими управління системою, визначені необхідні вимоги до безпеки та необхідність резервування інформації.

У проєкті обрані необхідні прилади автоматизації для реалізації поставленої задачі та умов експлуатації. В якості контролера обрано Siemens S7-300, який підходить під систему автоматизації своїми можливостями.

На основі даних розраховано та підібрано необхідний регулюючий орган та виконавчий механізм.

В розділі техніки безпеки та охорони праці проаналізовані небезпечні фактори пов'язані з роботою по обслуговуванню даної системи. Та знайдені рішення по зменшенню впливу небезпечних факторів на здоров'я.

Під час аналізу техніко-економічних показників, підібрана необхідна кількість та кваліфікація персоналу. Виконаний розрахунок балансу часу роботи, річного фонду заробітної плати та середньої плати за місяць. Приведена загальна сума капіталовкладень для реалізації спроектованої системи автоматизації, розрахований економічний ефект та економічна ефективність для даної системи автоматизації. Визначено строк окупності та рентабельність проєкту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автоматическое управление в химической промышленности: Учебник для вузов. Под ред. Е. Г. Дузникова. М.: Химия, 1987. 368с.
2. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие / А. С. Клюев, А. Т. Лебедев, С. А. Клюев, А. Т. Товарнов/ Под ред. А. С. Клюева. Киев : Энергоатомиздат, 1989. 368с.
3. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем пищевой промышленности /В. Г. Тригуб, А. П. Ладанюк, Л. Н. Плужников. Киев : ВО Агропромиздат, 1991. 368с.
4. Автоматизация технологических процессов пищевых производств. Под ред. Е. Б. Карпина . Киев : Агропромиздат, 1985. 368с.
5. Емельянов А. И., Капник О. В. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами, Изд. 2-е, перероб. и допол. Киев : Энергия, 1974. 500с.
6. Справочник. Промышленные приборы и средства автоматизации / Под ред. Черепкова В.В. Киев : Машиностроение, 1987. 847 с.
7. Чистяков В.С. Краткий справочник по техническим измерениям. Киев : Энергоиздат, 1990. 320 с.
8. Наладка средств измерений и систем технологического контроля: Справочное пособие / А.С. Клюев, Д.М. Пин и др. Под ред. А.С. Клюева. - Киев : Энергоатомиздат, 1990. 400 с.
9. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие/А.С. Клюев, А.Т. Лебедев, С.А. Клюев, А.Г. Товарнов/Под ред. А.С. Клюева. Киев : Энергоатомиздат, 1989. 368 с.
10. Чистяков С.Ф. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем управления теплотехническими объектами. Киев, 1980. 280 с.
11. В.Г. Тригуб, А.П. Ладанюк, Л.Н. Плужников.Проектирование, монтаж и эксплуатация средств автоматизации в пищевой промышленности. Киев, 1991. 352 с.

12. Автоматизация технологических процессов пищевых производств. Под ред. Е.Б. Карпина. Киев : Агропромиздат, 1985. 536 с.
13. Ицкович Е.Л. Контроль производства с помощью вычислительных машин. Киев, 1975. 416с.
14. Ротач В.Я. Расчет настройки промышленных систем регулирования. - М: Госэнергоиздат, 1961. 340 с.
15. Стефани Е.П. Основы построения АСУТП. Учебное пособие. Киев,1982. 352 с.
16. Рэй У. Методы управления технологическими процессами. Киев : Мир, 1983. 368 с.
17. Справочник проектировщика АСУ ТП. Под ред. Г.Л.Смилянского. Киев, 1983. 528 с.
18. Стефани Е.П. Основы построения АСУТП. Киев, 1982. 352 с.
19. Шенброт И.М. и др. Распределенные АСУ технологическими процессами. Киев, 1985. 240 с.
20. Прангишвили И.В. Микропроцессоры и локальные сети микро-ЭВМ в распределенных системах управления. Киев , 2005. 272 с.
21. Ключев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А.Х. Проектирование систем автоматизации технологических процессов : справочное пособие, 1980. 512 с.
22. ГОСТ 12.1.012 – 90. Вібраційна безпека.
23. Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах №3223-90.
24. Санитарные нормы микроклимата производственных помещений №4088-86.
25. ГОСТ 12.4.123-83 ССБТ. Средства защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
26. Правила устройства электроустановок. 1987.
27. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны. № 4617-88.
28. СНиП II-92-79. Производственная пыль. Общие требования.

29. Вентиляция и кондиционирование воздуха. СН 245-71.
30. Бринза В.Н., Зиньковский М.М. Охрана труда в чёрной металлургии. Киев, 1982. 336 с.
31. СНиП II-4-79. Часть II. Нормы проектирования. Глава 4. Естественное и искусственное освещение.
32. СНиП 2.01.-02-85. Противопожарные нормы.
33. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. РД-34.21.122-87.