

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Чепіжний А.В.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Реконструкція системи електрифікації ремонтної майстерні ОСББ «ВЧИТЕЛЬ ПО ВУЛ. КІРОВА, 134 В м. Суми» з розробкою автоматизованої системи керування технологічним обладнанням»

Виконав:

(підпис)

Наливайко М. В.

(Прізвище, ініціали)

Група:

ЕТЕС 2101

(Науковий) керівник:

(підпис)

Савойський О. Ю.

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний

Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
енергетики та електротехнічних систем

Чепіжний А.В.

“ ” 202_ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Наливайку Миколі Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Реконструкція системи електрифікації ремонтної майстерні ОСББ «ВЧИТЕЛЬ ПО ВУЛ. КІРОВА, 134 В м. Суми» з розробкою автоматизованої системи керування технологічним обладнанням»,

керівник роботи: Савойський Олександр Юрійович, к.т.н.,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “24” вересня 2024 року № 3256/ос

2. Строк подання здобувачем роботи: “23” травня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: матеріали обстеження об'єкту, технічна література, нормативна документація, державні стандарти.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ

1. Аналіз господарської діяльності ОСББ «ВЧИТЕЛЬ»

2. Технологічна частина

3. Розрахунок і вибір силового електрообладнання

4. Розробка автоматизації технологічного процесу

5. Проектування внутрішньої електричної мережі

6. Проектування електричного освітлення

7. Охорона праці

8. Економічне обґрунтування

Висновки

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

1. Розрахунково-монтажна схема електричної мережі. Схема електрична принципова.

2. Система циркуляції теплоносія автоматизована. Схема електрична функціональна

3. Система циркуляції теплоносія автоматизована. Схема електрична принципова.

4. Система циркуляції теплоносія автоматизована. Схема електрична підключень.

5. Показники техніко-економічні. Таблиця.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Економічне обґрунтування			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання: "04" вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Збір інформації про діяльність господарства	09.09.2024 р. – 13.09.2024 р.	
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	16.09.2024 р. – 15.11.2024 р.	
3.	Складання плану роботи	18.11.2024 р. – 22.11.2024 р.	
4.	Написання вступу	25.11.2024 р. – 29.11.2024 р.	
5.	Підготовка розділів 1 та 2	02.12.2024 р. – 27.12.2024 р.	
6.	Підготовка розділів 3 та 4. Підготовка листів 1 та 2 графічної частини.	03.02.2025 р. – 28.02.2025 р.	
7.	Підготовка розділів 5 та 6. Підготовка листів 3 та 4 графічної частини.	03.03.2025 р. – 28.03.2025 р.	
8.	Підготовка розділів 7 та 8. Підготовка листа 5 графічної частини.	31.03.2025 р. – 02.05.2025 р.	
9.	Написання висновків	05.05.2025 р. – 09.05.2025 р.	
10.	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 15.05.2025 р.	
11.	Подання роботи на рецензування	до 23.05.2025 р.	
12.	Подання до попереднього захисту	до 27.05.2025 р.	

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Наливайко М.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник
кваліфікаційної роботи _____
(підпис)

Савойський О. Ю.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Наливайко Микола Вікторович. Реконструкція системи електрифікації ремонтної майстерні ОСББ «ВЧИТЕЛЬ ПО ВУЛ. КІРОВА, 134 В м. Суми» з розробкою автоматизованої системи керування технологічним обладнанням.

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Сумський національний аграрний університет, Суми, 2025.

У кваліфікаційній роботі розглянуто реконструкцію системи електрифікації ремонтної майстерні, із впровадженням автоматизованої системи керування технологічним обладнанням. Робота має на меті модернізацію силової електричної, освітлювальної інфраструктури об'єкта з урахуванням сучасних вимог енергоефективності, надійності та безпеки.

Особливу увагу приділено реконструкції системи електрифікації обладнання розміщеного в приміщенні майстерні зокрема індивідуального теплового пункту, що включає насосно-змішувальний вузол та систему погодозалежного автоматичного регулювання подачі тепла. Робота передбачає підбір, розрахунок та розміщення силового електрообладнання, створення принципової та монтажної схем електроживлення й автоматизації. Також проведено розрахунок і підбір електричного освітлення відповідно до діючих норм.

Окремо проаналізовано техніко-економічні показники реконструкції: завдяки впровадженню системи автоматизації технологічного процесу очікується зниження споживання енергії на 20–30%, що забезпечить економію до 87 тис. грн на опалювальний сезон та термін окупності роботи менш як 6 років.

Ключові слова: електрифікація, ремонтна майстерня, автоматизація, система керування, тепловий пункт, електропостачання, енергоефективність

ABSTRACT

Mykola Viktorovych Nalyvaiko. Reconstruction of the system of the repair workshop of condominium "VCHYTEL at 134 Kirova Street, Sumy" with the development of an automated control system for technological equipment.

Qualification work for the Bachelors degree in the educational program "Electric Power Engineering, Electrical Engineering, and Electromechanics", Speciality 141 "Electric Power Engineering, Sumy National Agrarian University, Sumy, 2025.

This qualification work addresses the reconstruction of the electrification system of repair workshop, including the implementation of an automated control system for technological equipment. This project aims to modernize the power and lighting electrical infrastructure of the facility, taking into account current requirements for energy efficiency, reliability, and safety.

Special attention is given to the reconstruction of the electrification system of the equipment located in the workshop premises, particularly the individual heating system, which includes a pump-mixing node and a weather-dependent automatic heat supply regulation system. The work involves selection, calculation, and placement of power electrical equipment, creation of schematic and installation diagrams for power supply and automation, The calculation and selection of electrical lighting are also carried out in accordance with current standards

The technical and economic indicators of the reconstruction are analyzed separately: due to the implementation of the technological process automation system, energy consumption is expected to decrease by 20-30%, providing saving of up to UAH 87000 per heating season and a project payback period of less than 6 years.

This work includes a set of occupational safety and health measures that ensure reliable and safe operation of the facility after reconstruction.

Keywords: electrification, workshop repair, automation, control system, heating station, power supply, energy efficiency

ЗМІСТ

Вступ

1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОСББ «ВЧИТЕЛЬ»	8
1.1 Загальна характеристика ОСББ «ВЧИТЕЛЬ».....	8
1.2 Аналіз господарської діяльності.....	8
1.3 Аналіз стану електрифікації	9
1.4 Висновки та пропозиції.....	10
2.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	11
2.1 Перелік та найменування робочих приміщень	11
2.2 Основні положення енергоживлення	11
2.3 Вимоги до запірної арматури мереж будинку і технічна документація.....	12
2.4 Експлуатаційні інструкції.	14
2.5 Оснащення технологічного приміщення.	14
2.6 Установка та експлуатація приладів комерційного обліку.....	16
2.7 Перевірка стану готовності системи до опалювального періоду.	17
3.РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ	19
3.1Вибір силового електрообладнання для стандартного технологічного обладнання.....	19
3.2 Перевірочний розрахунок гідравлічної потужності насосу.....	19
3.3 Складання схеми розташування силового електрообладнання	20
4.РОЗРОБКА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	20
4.1 Опис технологічного процесу та складання технологічних вимог до проекту автоматизації.	21
4.2 Технологічні вимоги до схеми автоматизованого керування процесом	23
4.3 Складання автоматизованої схеми керування	23
4.4 Складання електричної схеми підключень.	26
4.5 Створення ескізу розподільчого щита.....	27

4.6	Складання специфікації на матеріали та обладнання.	28
5.ПРОЄКТУВАННЯ ВНУТРІШНЬОЇ СИЛОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ		
МЕРЕЖІ		
5.1	Вибір схеми живлення силових електроприймачів.....	29
5.2	Розрахунок навантажень на окремих ділянках внутрішньої силової електричної мережі	30
5.3	Підбір кабелів живлення для електроприймачів	31
5.4	Вибір автоматичних вимикачів, магнітних пускачів для управління силовими електроприймачами	32
5.5	Складання специфікації на матеріали та обладнання.	34
6. ПРОЄКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ		
6.1	Вибір системи і виду освітлення.	35
6.2	Вибір джерела світла та типу світильника.....	35
6.3	Вибір нормованої освітленості.	35
6.4	Розрахунок розміщення світильників.....	36
6.5	Розрахунок робочого освітлення в приміщенні.....	36
6.6	Складання специфікації на матеріали та обладнання	41
6.7	Складання електричної схеми освітлення.....	Ошибка! Закладка не определена.
7. ОХОРОНА ПРАЦІ		
7.1	Організація роботи з охорони праці на підприємстві	42
7.2	Небезпечні та шкідливі виробничі чинники	42
7.3	Оцінка умов праці	43
7.4	Рекомендації щодо поліпшення умов праці.....	43
7.5	Висновки та пропозиції.....	44
8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....		
ВИСНОВКИ		
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		
ДОДАТКИ.....		

1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОСББ «ВЧИТЕЛЬ»

1.1 Загальна характеристика ОСББ «ВЧИТЕЛЬ»

Об'єднання співвласників багатоквартирного будинку ОСББ «Вчитель по вул.Кірова,134 в м. Суми» - це об'єднання, яке створили самі власники квартир будинку № 134 на вулиці Г. Кондратьєва в Сумах. Воно працює відповідно до Закону України. Це означає, що ОСББ має певні права (як зазначено у статтях 16 і 17 Закону «Про об'єднання співвласників багатоквартирного будинку») і, звісно, виконує обов'язки, передбачені статтею 18 цього ж Закону.

Створення об'єднання має на меті комплексне забезпечення прав співвласників та контроль за дотриманням ними своїх обов'язків. Це включає належне утримання та раціональне використання спільного майна будинку, а також організацію своєчасного збору всіх передбачених Статутом фінансових внесків.

1.2 Аналіз господарської діяльності

Господарче забезпечення діяльності об'єднання здійснюється власними силами об'єднання. Керівництво об'єднання приймають рішення щодо проведення капітального ремонту будинку, реконструкції або його відновлення, зведення господарських споруд тощо. Будинок має 119 квартир із загальною площею 5768 кв.м.. підвальні приміщення, приміщення електрощитової, приміщення теплопункту (майстерні). Основним технічним приміщенням на підприємстві є майстерня, всередині якої знаходиться пункт подачі тепла. Централізоване опалення будинку забезпечує обігрів всіх приміщень.

На Голову правління ОСББ покладено обов'язок забезпечувати належний стан теплового господарства, а також технічну справність та безпечну

експлуатацію всіх відповідних установок і мереж. У зв'язку з цим, він/вона повинен здійснювати контроль за:

Належним технічним станом усього обладнання в майстерні.

Правильну експлуатацію та обслуговування теплових установок і мереж відповідно до всіх чинних норм: правил, вимог нормативно-правових актів з охорони праці, промислової безпеки, користування тепловою енергією, а також пожежної та техногенної безпеки, та інших нормативних документів.

Запобігання неефективному використанню та необґрунтованим втратам теплової енергії. Впровадження енергоощадних технологій та обладнання.

Організацію інструктажів та перевірки знань персоналу, який працює в майстерні або обслуговує теплові установки та мережі, з питань цих Правил, нормативних документів з охорони праці, пожежної та екологічної безпеки.

Своєчасне виконання приписів представників Держенергонагляду.

1.3 Аналіз стану електрифікації

Будинок побудований в 1972 р. З цього часу не проводились реконструкції і капітальні ремонти споруд та комунікацій. Тому виникла потреба реконструкції електричних та теплових мереж. Керівниками підприємства було прийняте рішення, що до проведення додаткового освітлення теплового пункту і суміжних приміщень і автоматизації в майстерні індивідуального теплового пункту . Рішення приймалось з метою реконструкції застарілих мереж , економії енергоресурсів і зменшення фінансового навантаження співвласників багатоквартирного будинку. В приміщеннях повинно бути штучне освітлення для 6 групи розряду зорової роботи та чергове освітлення. Для майстерні вимикач освітлення встановлюються назвні. Температура повітря в робочій зоні не повинна перевищувати 30°C.

Для реконструкції теплового вузла ОСББ споживач повинен подати

заявку теплопостачальній організації про видачу технічних умов.

Технічні умови, що надаються теплопостачальною організацією, повинні виконуватись. Термін їх дії для приєднання до теплових мереж становить два роки. У разі затримки в будівництві об'єкта, споживач зобов'язаний заздалегідь, до закінчення терміну дії, ініціювати процедуру продовження цих умов через звернення до теплопостачальної організації. Якщо таке звернення не відбулося з поважних причин, умови вважаються недійсними. Якщо ж у процесі проектування виникає необхідність відступити від початкових технічних умов, споживач повинен погодити ці зміни з теплопостачальною організацією, яка видала документ.

Будь-яке несанкціоноване втручання в діючі системи електричних мереж, теплопостачання або теплоспоживання не дозволяється.

Нова, реконструйована система теплоспоживання приймається в експлуатацію рішенням відповідної комісії установленим порядком.

1.4 Висновки та пропозиції

Внесені пропозиції про облаштування додаткового освітлення в майстерні та суміжних приміщень. Основні інструменти і устаткування щодо майстерні не потребує реконструкцій, тому обраний напрямок реконструкції електрифікації є автоматизована система подачі тепла Кліматичний показник для розрахунку опалення $T = -25 \text{ } ^\circ\text{C}$; Температурний графік теплових мереж $110 - 70 \text{ } ^\circ\text{C}$; Розрахунковий температурний графік системи опалення будинку $90 - 70 \text{ } ^\circ\text{C}$; Тиск на подачі теплоносія $P1 = 0,67 \text{ МПа}$; $P2 = 0,31 \text{ МПа}$

Даним проектом передбачається капітальна реконструкція електрифікації майстерні а також системи опалення 8-ми під'їзного житлового будинку (автоматизація регулятора теплового потоку і встановлення насосного вузла змішування).

2.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Перелік та найменування робочих приміщень

Таблиця 2.1 – Характеристики тех. приміщень ОСББ

№ п/п	Назва приміщення	За умовою навколишнього середовища	За ступенем ураження електричним струмом
1	Майстерня	сухе	без підвищеної небезпеки
2	Електрощитова	сухе	з підвищеною небезпекою
3	Кладова	сухе	без підвищеної небезпеки
4	Кімната для відпочинку	сухе	без підвищеної небезпеки

2.2 Основні положення енергоживлення

Даний розділ вносить теоретичні відомості щодо проектування саме електричної частини майстерні.

Перед початком проектування нової системи автоматизації подачі тепла слід зазначити основні вимоги та положення.

Арматура, подавального трубопроводу (паропровід), має бути позначена непарним номером, а на зворотному трубопроводі (конденсатопровід) відповідна їй арматура - парним, наступним за ним номером.

Розміщення маркувальних табличок та написів є обов'язковим на розгалуженнях трубопроводів, біля вентилів, засувок, клапанів, контрольно-вимірювальних приладів, у місцях проходів труб крізь стіни, а також на входах та виходах з виробничих будівель. Напрямок потоку середовища в теплових мережах позначається гострим кінцем стрілок на маркувальних табличках або безпосередньо на трубопроводах. Важливо, щоб форма та розмір стрілок

відповідали формі та розміру маркувальних табличок. Для тексту маркування та стрілок слід використовувати білий або чорний колір, який забезпечує максимальний контраст з основним забарвленням труб. Для маркувальних написів і стрілок застосовують білий або чорний колір, що найбільш контрастує із основним забарвленням трубопроводів.

Тепломережа: подавальний трубопровід-колір зелений, кільця жовті, напис «П.М.», стрілка;

Зворотний трубопровід – колір зелений, кільця коричневі, напис «З.М.», стрілка.

З метою безпеки персоналу, всі доступні елементи трубопроводів, що мають температуру зовнішньої стінки понад 43°C, підлягають обов'язковій ізоляції. При цьому, температура зовнішнього шару ізоляції не повинна бути вищою за 43°C.

При будівництві теплових мереж рекомендується використовувати сталеві труби та запірну арматуру. Водночас, для систем з температурою теплоносія до 115°C та робочим тиском не більше 1,5 МПа (15 кгс/см²), дозволяється монтаж неметалевих труб. Ця умова дійсна за умови, що якість цих труб відповідає санітарно-гігієнічним вимогам і вони сумісні з параметрами теплоносія.

Для фланцевих з'єднань використовують паронітові прокладки.

Для сальників слід використовувати азбесто-графітову або термостійку гумову набивку. Важливо регулярно обслуговувати рухомі частини сальникових компенсаторів та штоки засувки, змащуючи їх графітовим мастилом. Ця процедура проводиться у міру потреби, але щонайменше щомісяця.

2.3 Вимоги до запірної арматури мереж будинку і технічна документація.

Маркування вентилів і засувок теплопроводів вимагає:

Зазначення їх номерів відповідно до оперативної схеми та експлуатаційних інструкцій.

Наявність показчиків напрямку руху теплоносія та обертання маховика для відкриття/закриття.

Забезпечення дистанційного керування (механічного або електричного) у випадках, коли доступ до вентилів є обмеженим, незручним або потенційно небезпечним для персоналу.

Уся встановлена на теплових мережах запірна арматура повинна постійно перебувати у справному стані, що гарантує її повне відкриття та закриття, а також відсутність будь-яких витоків через фланцеві з'єднання та сальникові ущільнення.

Категорично забороняється використовувати запірну арматуру для регулювання параметрів теплоносія.

Для забезпечення ефективного та безпечного функціонування, усе обладнання теплового господарства (включно з тепловими установками та мережами) має бути укомплектоване обов'язковою документацією. Цей пакет містить:

- Повний комплект проєктів теплопостачання (для мереж, теплових пунктів, внутрішніх систем та обліку тепла).

- Виконавчі креслення та схеми теплопостачання.

- Паспорти обладнання з усіма даними про випробування, огляди, ремонти та акти введення в експлуатацію.

- Технічні креслення устаткування.

- Документи, що підтверджують якість виготовлення та монтажу (сертифікати, свідоцтва);

- Детальні виконавчі схеми трубопроводів, із зазначенням арматури (з нумерацією), КВП, діаметрів, місць розташування опор, компенсаторів, спускових та дренажних пристроїв.

-Всі необхідні інструкції (з експлуатації, ліквідації аварій, ремонту, а також з питань пожежної, техногенної безпеки та охорони праці).

-Розроблені плани для локалізації та ліквідації як аварійних ситуацій, так і самих аварій.

Актуальність схем та креслень повинна відповідати реальному стану теплових установок та мереж. Будь-які зміни в обладнанні необхідно оперативно відображати на відповідних схемах/кресленнях, документуючи, хто, коли та чому їх здійснив.

Оперативні схеми підлягають підписанню керівником об'єкта (підрозділу) та затвердженню технічним керівником або керівником підприємства.

Регулярний перегляд схем проводиться щонайменше раз на два роки.

2.4 Експлуатаційні інструкції.

Керівник об'єкта (підрозділу) підписує інструкції, які потім затверджуються технічним керівником або керівником підприємства.

Інструкції переглядаються щонайменше раз на три роки, а також за потреби-при зміні умов експлуатації, оновленні схем/обладнання, впровадженні нових технологій чи появі нових керівних документів.

Усі оновлення інструкцій обов'язково повідомляються співробітникам, чия робота вимагає їх знання.

2.5 Оснащення технологічного приміщення.

Майстерня оснащена технологічним обладнанням по загальноцільовому ремонту : паяльна станція для пвх труб, точило, сверлильний станок, зварювальний апарат, набір слюсарних інструментів, набір інструментів електрика.

Комплекс автоматизації оснащений ключовими компонентами, що забезпечують його функціонування та безпеку. До них належать: сталева запірна арматура на головних вводах; відвідники повітря та дренажні пристрої у відповідних точках системи; прилади для обліку споживання теплової енергії.

Для моніторингу параметрів встановлені манометри (до та після запірної арматури на вводі, після вузла змішування, на колекторах, до та після фільтрів) та термометри (після запірної арматури на вводі, після вузла змішування, на зворотних лініях, на колекторах, а також для вимірювання температури зовнішнього повітря).

Система також включає грязьовики на подавальних і зворотних лініях, автоматичні засоби регулювання, контролю та захисту, пристрій для промивання мережі, а також необхідне робоче й аварійне освітлення та припливно-витяжну вентиляцію.

Вимоги до манометрів

Підбір манометрів здійснюється таким чином, щоб максимальний робочий тиск не перевищував дві третини шкали за постійного навантаження, та половину шкали- за змінного.

Мінімальний вимірюваний тиск рекомендовано підтримувати в діапазоні не менше однієї третини шкали.

Манометри встановлюються таким чином, щоб персонал міг зручно зчитувати їхні показники. Їх слід захищати від прямого теплового випромінювання та замерзання. Монтаж приладів здійснюється через триходовий кран або спеціальний пристрій, що дозволяє проводити перевірку показників за допомогою контрольного манометра.

Якщо манометри встановлюються на висоті від 2 до 3 метрів, діаметр їхнього корпусу повинен бути не меншим ніж 160 мм. На шкалі манометра червоною рисою позначається максимально допустимий тиск. При цьому забороняється наносити червону риску безпосередньо на скло приладу.

Після реконструкції, перед введенням в експлуатацію, обладнання теплового пункту та опалювальної системи обов'язково підлягає гідравлічному випробуванню:

Елеваторний вузол випробовується тиском, що становить 1,25 робочого, але не менше 1 МПа (10 атмосфер).

Системи опалення з чавунними приладами перевіряються тиском 1,25 робочого, проте не більше 0,7 МПа (7 атмосфер).

Для гідравлічного випробування, яке повинно виконуватись після ремонтних робіт і перед опалювальним сезоном кожного року, в тепло пункті встановлюємо обладнання для виконання гідравлічного випробування теплової мережі. В устаткування входить водяний насос і ємність об'ємом 200 л. для заповнення водою.

2.6 Установка та експлуатація приладів комерційного обліку.

Щоб фіксувати обсяги відпуску та споживання теплової енергії, слід використовувати комерційні лічильники, які офіційно зареєстровані або атестовані метрологічною службою. У чинних теплових системах, теплопостачальна компанія відповідає за придбання та монтаж приладів комерційного обліку, що є основою для взаємних розрахунків, за умови, що це передбачено умовами укладеної угоди. Якщо ж фінансування придбання та встановлення цих приладів здійснюється з інших джерел, права та обов'язки сторін (теплопостачальника та споживача) визначаються окремим договірним актом, що відповідає законодавчим нормам.

Після технічного огляду вузла обліку теплопостачальна організація видає акт про його прийняття в експлуатацію. Споживач за показами вузла обліку визначає обсяг спожитої теплової енергії та параметри теплоносія і заносить ці дані до журналу обліку споживання теплової енергії.

Облік обсягу спожитого тепла та його параметрів ведеться на межі відповідальності теплових мереж між постачальником та споживачем, або ж в іншому погодженому місці.

Якщо комерційні лічильники відсутні, пошкоджені чи несправні, розрахунок оплати здійснюється відповідно до договірних навантажень. При цьому враховуються середньомісячні показники температури теплоносія, зовнішнього повітря, а також фактичний час роботи теплового обладнання протягом розрахункового періоду.

2.7 Перевірка стану готовності системи до опалювального періоду.

З метою контролю готовності теплових об'єктів споживачів до роботи в опалювальний період, власники або уповноважені ними органи до першого вересня поточного року організовують спеціальні комісії. На чолі цих комісій мають стояти керівники або їхні заступники.

Копії наказів щодо перевірки готовності до опалювального періоду надаються протягом п'яти днів до центральних органів виконавчої влади або уповноважених структур, яким підпорядковані споживачі.

Комісії споживачів формуються з числа лідерів та кваліфікованих працівників виконавчого апарату, а також провідних кадрів і експертів власних теплових господарств споживачів. До їхнього складу також обов'язково включаються представники підприємства, що постачає тепло, та уповноважені особи відповідних державних контролюючих органів..

За згодою, до складу цих комісій також можуть бути включені представники центральних органів виконавчої влади або уповноважених структур, яким підпорядковані споживачі.

Терміни перевірки:

Підготовку теплового обладнання споживачів до опалювального періоду потрібно перевірити та завершити до 25 вересня цього року. Остаточне

рішення про відповідність теплових господарств до роботи приймається утвореними комісіями.

Якщо теплові системи споживачів повністю відповідають вимогам готовності до опалювального сезону, комісії видають акт готовності до 25 вересня поточного року. Копії цих документів надсилаються уповноваженим структурам, а також організації-постачальнику теплової енергії та відповідній державній інспекції.

В разі невиконання окремих умов готовності до роботи в опалювальний період акт готовності до роботи в опалювальний період може бути виданий за узгодженим рішенням комісії та відповідної державної інспекції із зауваженнями в акті перевірки готовності та за умови їх усунення у визначений приписами термін.

Якщо під час перевірки виявляються значні недоліки, які впливають на готовність до опалювального періоду, видача акту про готовність відкладається до їх повного усунення.

Поточна конфігурація майстерні включає елеваторний тепловий вузол, що обслуговує під'їзди з 1 по 8, але не має автоматизованих засобів регулювання теплової енергії.

Щоб підвищити енергетичну ефективність та інтегрувати високоякісне погодозалежне регулювання в опалювальну систему, було вирішено замінити елеваторний вузол на насосний змішувальний вузол та встановити регулятор для контролю теплоспоживання.

Висновки.

Заміна елеваторного змішувального вузла на насосний не вплине на загальну теплову потужність системи опалення, не змінить принципи обліку, склад вузла обліку, і не вимагатиме внесення змін до проєкту вузла обліку теплової енергії.

3. РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

3.1 Вибір силового електрообладнання для стандартного технологічного обладнання.

Автоматизовані процеси в майстерні та їх ефективна робота потребують використання правильно підбраного та розрахованого силового електрообладнання, гарантуючи безперебійне та надійне функціонування системи.

Розділ покаже основні принципи розрахунку необхідних параметрів зокрема насосів з урахуванням специфіки роботи майстерні та її інтегрованої системи управління теплопостачанням.

Силове обладнання заживлено напругою 380В частота змінного струму 50 гц, також повинне мати клас захисту не менше IP 20.

3.2 Перевірочний розрахунок гідравлічної потужності насосу

Для перевірки двигуна з мокрим ротором будемо використовувати формулу гідравлічної потужності, що записується наступним чином:

$$P_{гидр} = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H \quad (3.1)$$

Де:

Густина рідини що перекачується $\rho = 970 \text{ кг/м}^3$

Об'ємна витрата $Q = 25 \text{ м}^3/\text{г} = 0.00694 \text{ м}^3/\text{с}$;

Прискорення вільного падіння $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

Висота переміщення $H = 10 \text{ м}$

$$P_{гидр} = 970 \cdot 0,00694 \cdot 9,81 \cdot 10 \approx 660 \text{ Вт}$$

$$P_{гидр} = \frac{660}{1000} = 0.66 \text{ кВт}$$

Споживана електрична потужність:

$$P_{\text{спож}} = \frac{P_{\text{зідр}}}{\eta} \quad (3.2)$$

Де η –ккд насосу, зазвичай робота насосів є малоефективною і їх ккд варіюється від 30-50%, приймаємо $\eta=45\%$

$$P_{\text{спож}} = \frac{0,66}{0,45} = 1,45 \text{ кВт}$$

Системою не передбачена тривала робота двигуна.

За цими параметрами обираємо насос Wilo-TOP-S 65/15 характеристики приведені в таблиці 3.1

Таб. 3.1.- Паспортні дані електродвигуна

$P_{\text{НОМ}}, \text{ВТ}$	п об./хв.	$P_{\text{СПОЖ}}, \text{кВт}$	$I_{\text{НОМ}}, \text{А}$	$\cos\phi$	$I_{\text{П}}/I_{\text{Н}}$	$M_{\text{П}}/M_{\text{Н}}$
1300	2700	1500	2,52	0,78	2,5	0.5

Так як тиск в системі майже не впливає на пусковий момент(подолання тертя з теплоносієм) В даних умовах пусковий момент за рахунок незначного опору, завод виробник не вказує цей параметр.

Більш вагомим є пусковий струм, що знайдемо за формулою:

$$I_{\text{пуск}} = I_{\text{ном}} \cdot \left(\frac{I_{\text{н}}}{I_{\text{н}}} \right) \quad (3.3)$$

$$I_{\text{пуск}} = 2,59 \cdot 2,5 = 6,47 \text{ А}$$

Саме низька кратність свідчить, що в момент пуску двигун не навантажений, тому як правило проблем з пуском не виникає.

3.3 Складання схеми розташування силового електрообладнання

Все зазначене обладнання розташоване в основному приміщенні майстерні.

Схема знаходиться в графічній частині додатку.

4.РОЗРОБКА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

4.1 Опис технологічного процесу та складання технологічних вимог до проекту автоматизації.

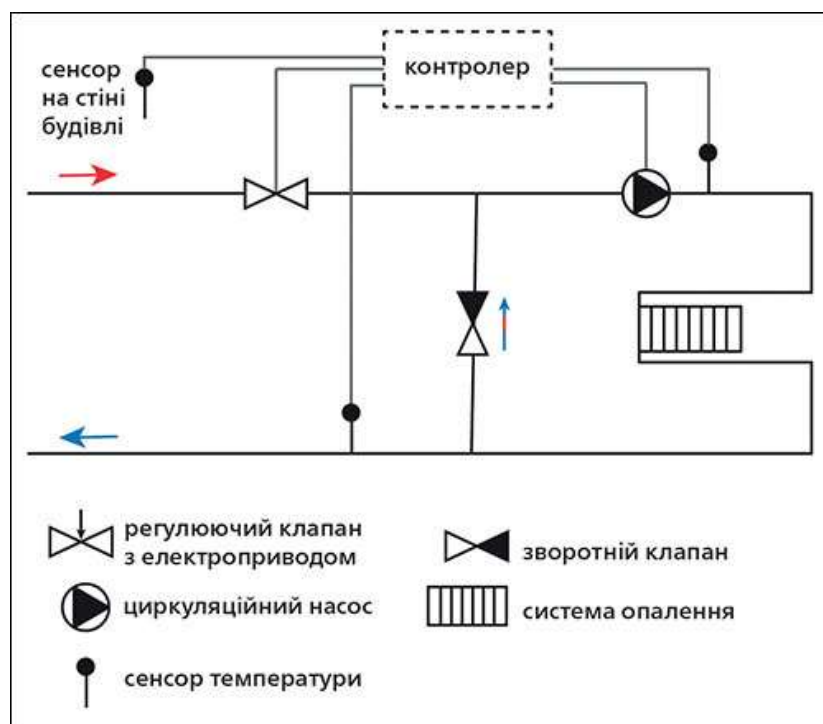
На схемі (рис, 4.2) зображений основний об'єкт автоматизації в майстерні.

Тепловий вузол являє собою керований комплекс обладнання що забезпечує раціональну регуляцію подачі тепlopостачання мешканцям житлового будинку. На рисунку 4.1 зображена спрощена наочна схема функціонування.

Головною задачею автоматизації є енергозбереження, що досягається шляхом пристосування температури теплоносія відповідно до показань зовнішньої температури..

Для реалізації використовують такий комплекс обладнання:

1. Циркуляційні насоси
2. Електрично керовані регулюючі клапани
3. Контролер (терморегулятор електронний)



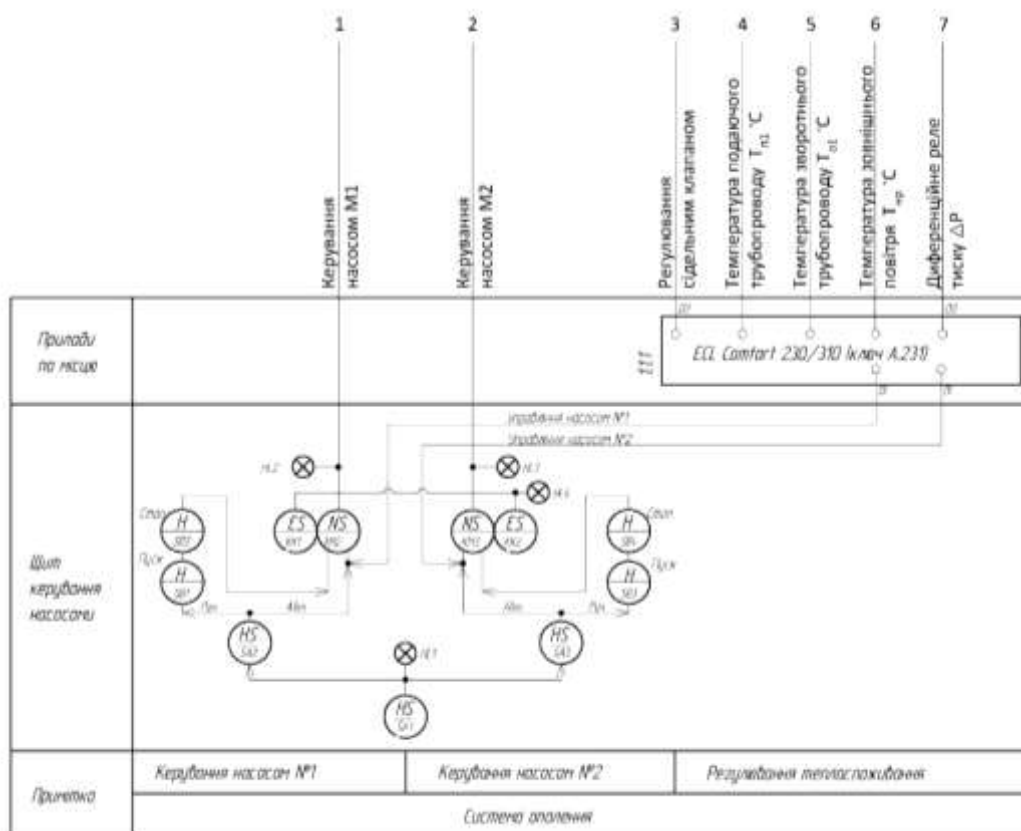
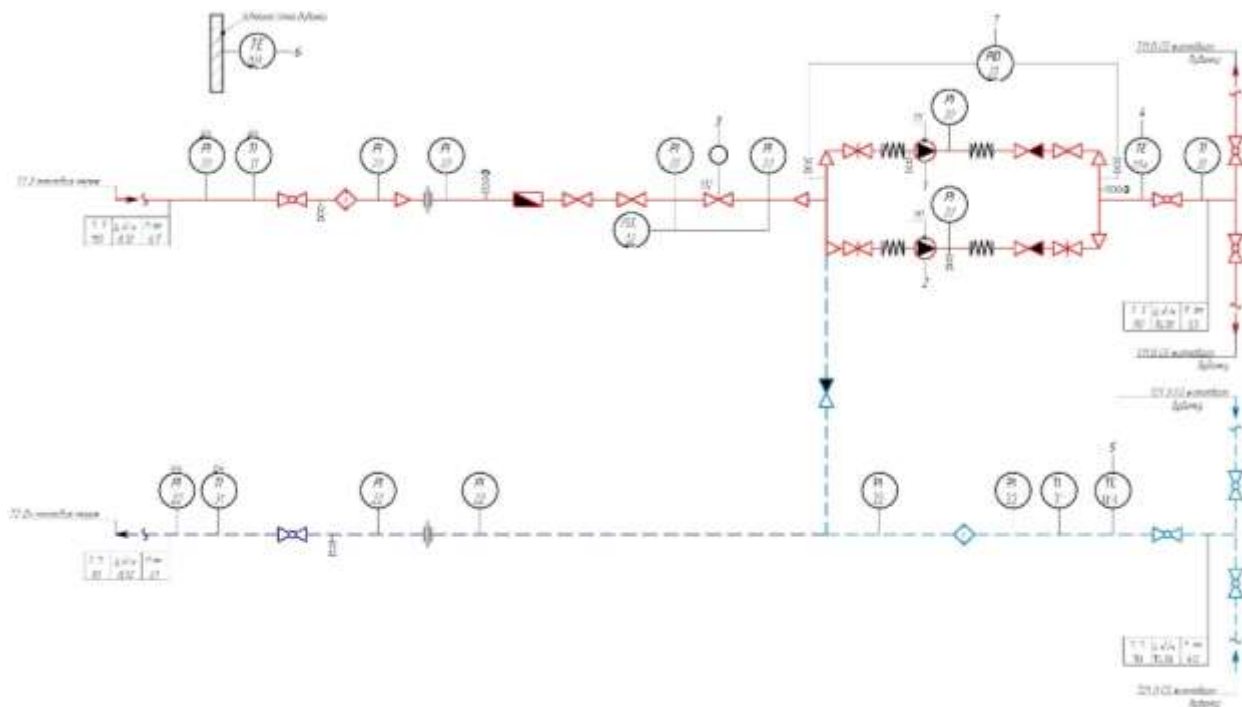


Рис. 4.2 - Схема електрична функціональна

Робота включає такі положення, що гарантують безперервне функціонування та надійність обладнання, встановленого у тепловому пункті майстерні:

Температурний регулятор Danfoss, модель: **ECL Comfort**

Реле тиску Danfoss RT 262A, яке забезпечує автоматичне вимкнення працюючих насосів, якщо показники тиску в напірному трубопроводі знижуються за допустимий рівень.

Активацію запасного насоса, яка відбувається автоматично при зупинці основного.

Затримку часу для активації запасного насоса після вимкнення основного.

Систему контролю фаз для захисту насосів від нерівномірності фазних напруг;

4.2 Технологічні вимоги до схеми автоматизованого керування процесом

На основі обраної технології проектування електричних систем до схеми автоматизації ІТП висуваються такі вимоги:

-Схема повинна забезпечувати можливість роботи як в автоматичному, так і в ручному режимах.

-Для оперативного інформування обслуговуючого персоналу про стан роботи системи необхідно передбачити світлову індикацію.

-Теплове реле, яке запобігає надмірним струмовим навантаженням на робочі насоси.

- Електричні пристрої майстерні автоматично вимикаються для захисту від втрати напруги на фазі та струмів короткого замикання (т.к.з).

-Система повинна включати захист електрообладнання від перевантажень і коротких замикань, а також забезпечувати електробезпеку персоналу.

4.3 Складання автоматизованої схеми керування

Схема електрична принципова представлена на рисунку 4.3 а також на листі графічної частини роботи

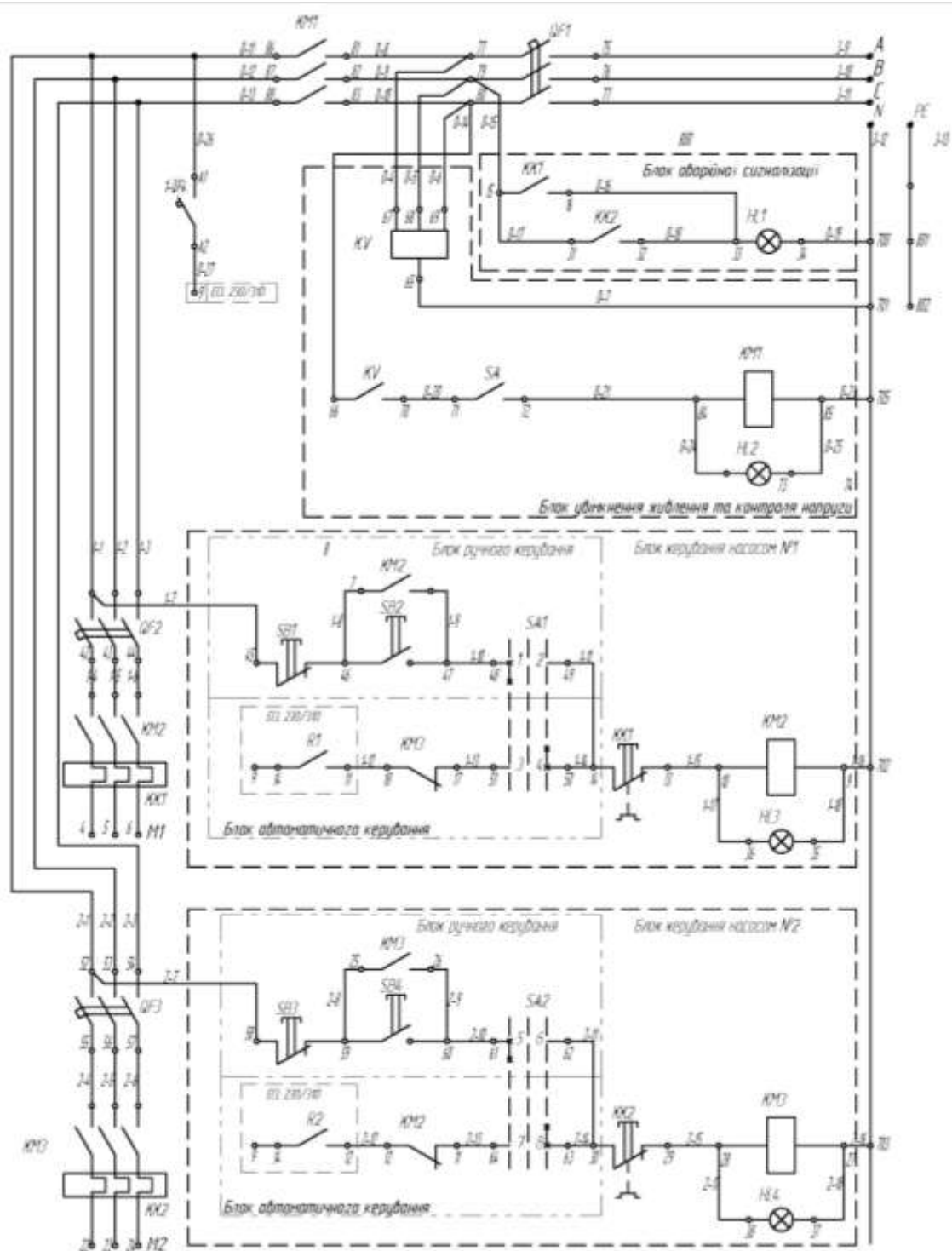


Рис. 4.3 – Схема електрична принципова автоматизації керування системою циркуляції теплоносія

Представлена принципова схема знаходиться в розподільчому щиті та відповідає за управління насосами та аварійною сигналізацією а також їх живлення з трифазної мережі 380 В

Спочатку живлення подається ввідний автоматичний вимикач QF1, який у разі перенавантажень та короткого замикання по електромагнітному та тепловому принципу розмикає схему. Далі заживлено реле контролю напруги KV, що контролює наявність 3-фазної напруги 380В та різницю напруг між лініями, зафіксувавши відхилення від норми реле KV1 розмикає свій контакт, знеструмлюючи катушку загального магнітного пускача KM1 і в свою чергу блокує керування насосами 1 та 2. QF2, QF3 - триполюсні автоматичні вимикачі електродвигунів. QF4 комутує температурний контролер ECL Comfort 310

Основними силовими елементами, що керують роботою електродвигуна основного насосу M1 та резервного M2 є магнітні пускачі KM2, KM3. Кожний пускач за наявності струму в котушці управління спрацьовує та замикає силові контакти приводячи в дію насос. катушки живляться від блоку керування. За наявності 3 позиційних перемикачів SA1, SA2 на схемі реалізований ручний режим, що призводить до неперервної циркуляції, та автоматичний, що керується контролером згідно температурного графіку та показів приладів вимірювання температури на вулиці.

Лампи HL1, HL2, HL3: HL1 знаходиться в блоці живлення та сигналізує про наявність напруги на силових лініях, лампа HL2 сигналізує про роботу двигуна основного насосу M1 (KM2), HL3 - при вмиканні резервного насосу M2 (KM3).

4.4 Складання електричної схеми підключень.

Схеми з'єднань і підключень зовнішніх проводів зображені на графічній частині та на рис. 4.4, з'єднання слід розглядати сумісно з електричною принциповою схемою.

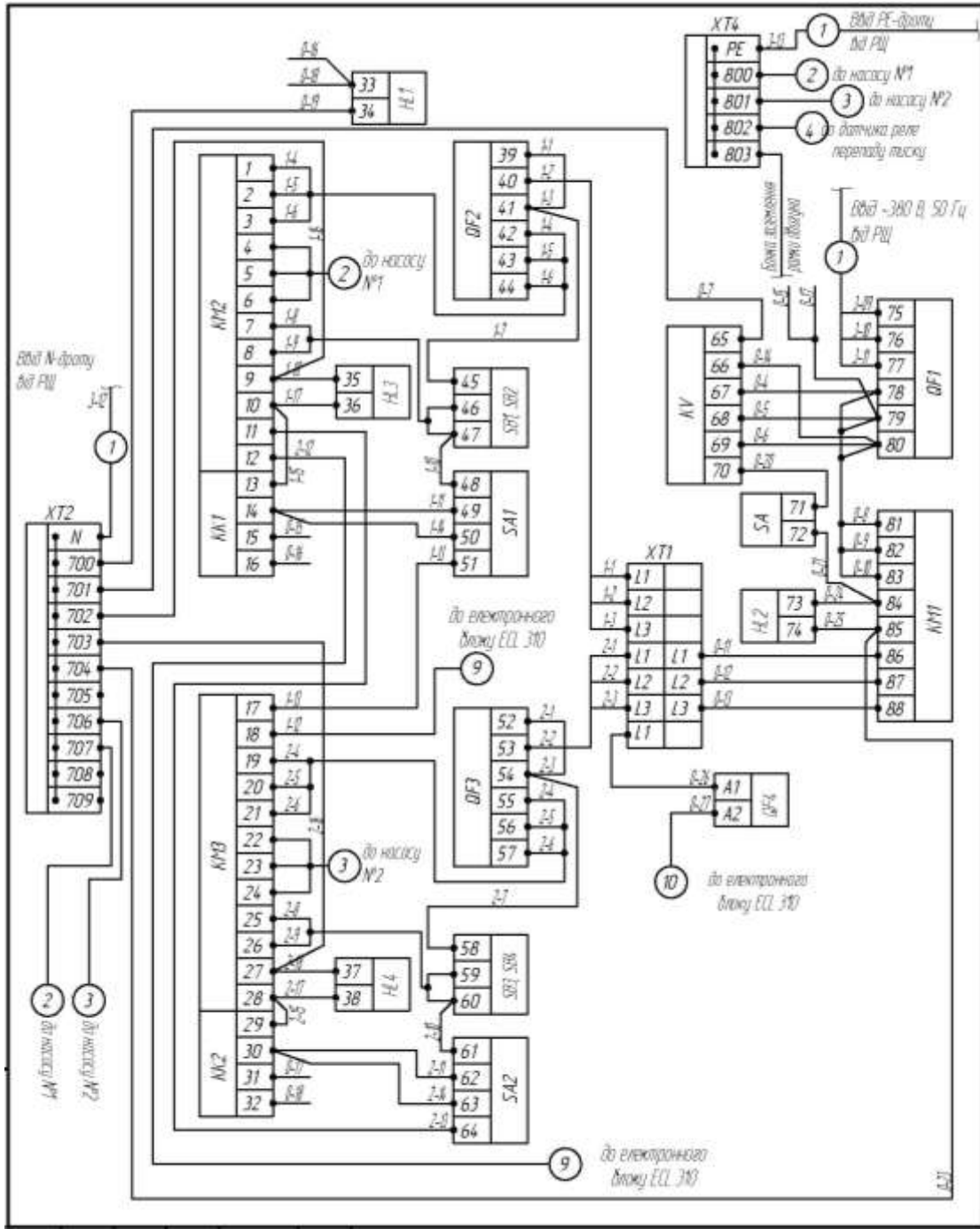


Рис.4.4- Схема з'єднань і підключень

4.5 Створення ескізу розподільчого щита

Всі необхідні пристрої та обладнання знаходяться всередині розподільчого щита «ЩР АС», його ескіз зображений на рис.4.5

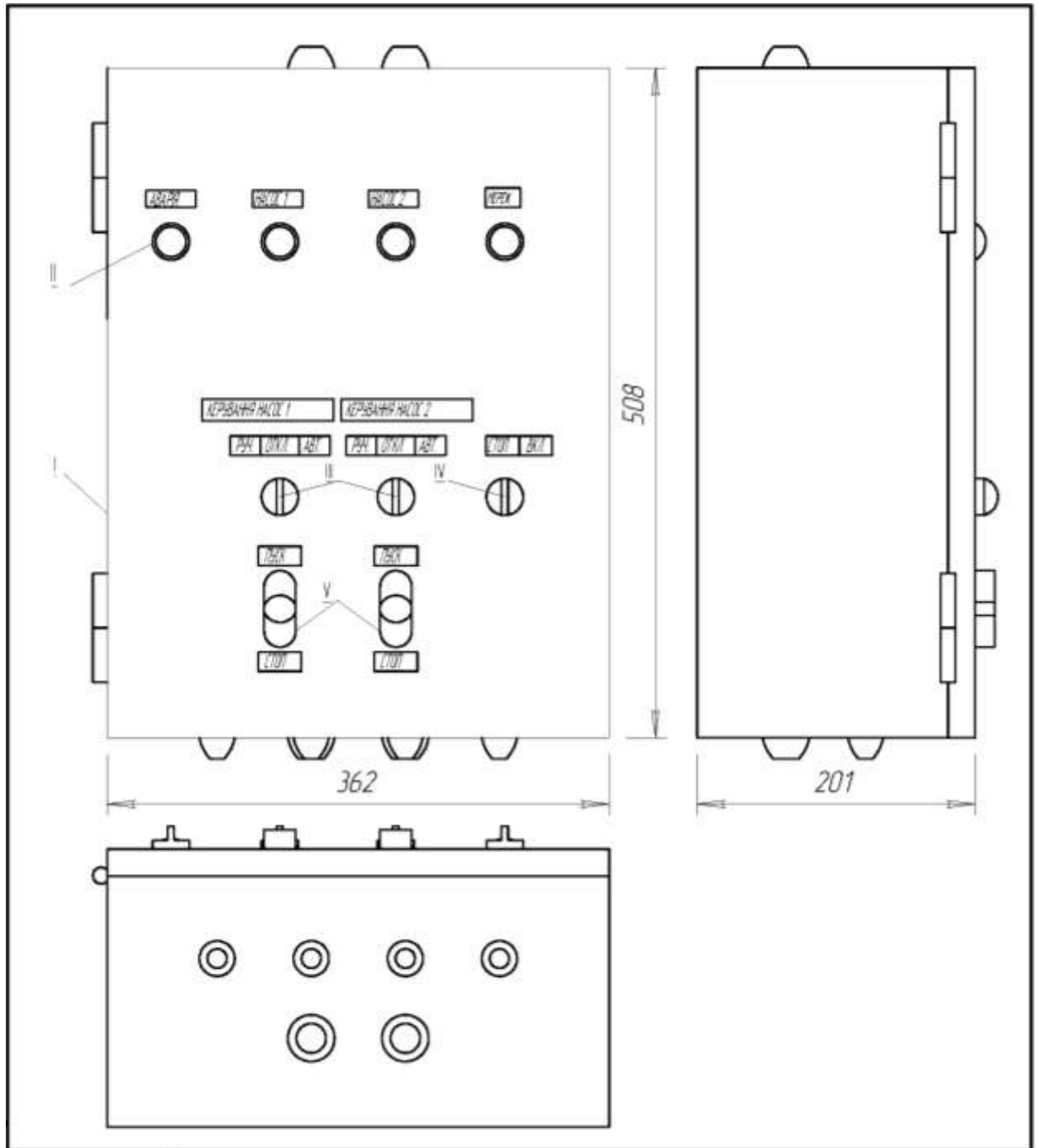


Рис 4.5 – Ескіз розподільчого щита

4.6 Складання специфікації на матеріали та обладнання.

Специфікація на пристрої принципової електричної схеми наведена нижче в таблиці 4.1

Таблиця 4.1- Специфікація обладнання та матеріалів для схеми автоматизованого керування системою циркуляції теплоносія

Позначення	Найменування	Кількість	Приміт.
SA	Перемикач на 3 положення	1	
SA1, SA2	Перемикач на 3 положення	2	
SB1, SB2	Кнопковий пост «пуск-стоп» TS EN AC15	1	
SB3, SB4	Кнопковий пост «пуск-стоп» TS EN AC15	1	
KK1, KK2	Теплове реле РТ – 1308	2	
KV	Реле контролю фаз РНПП – 311М	1	
HL1, HL2	Світлодіодна лампа 8LP2T ILM4	2	
HL3, HL4	Світлодіодна лампа 8LP2T ILM4	2	
KM1	Магнітний пускач ПМ1-12	1	
KM2, KM3	Магнітний пускач ПМ1-09	2	
QF1	Автоматичний вимикач Eaton PL6-C6	1	
QF2, QF3	Автоматичний вимикач Eaton PL6-C4	2	
QF4	Автоматичний вимикач Eaton PL6-C4	1	

5. ПРОЄКТУВАННЯ ВНУТРІШНЬОЇ СИЛОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

5.1. Вибір схеми живлення силових електроприймачів

Схема розподільча майстерні показана на рис. 5.1

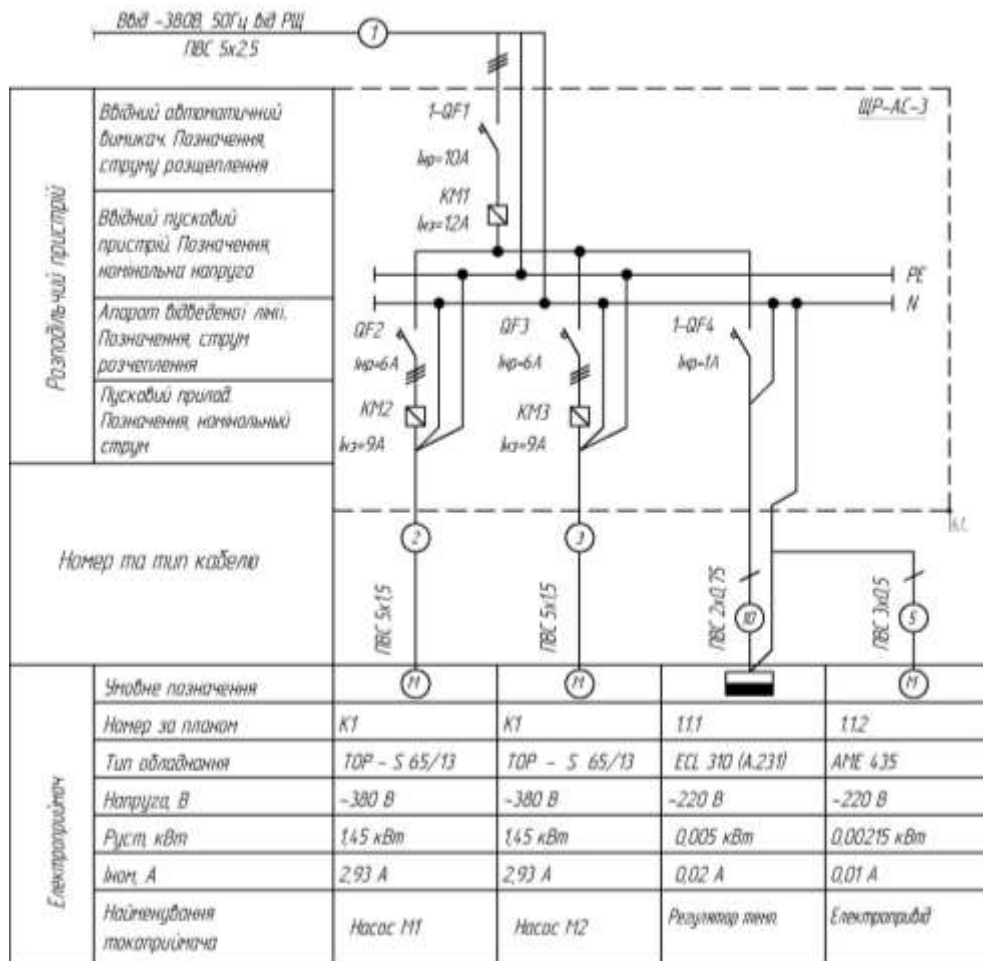


Рис. 5.1 - Розрахунково монтажна таблиця розподільчої електричної мережі

Для електроприймачів даної системи обираємо заземлення типу TN-C-S в якій нейтральний провідник та заземлюючий з'єднані на початковій ділянці лінії від вводу до споживача (глухозаземлена нейтраль), причому заземлення і нейтраль розходяться на місці встановлення електричного щита. Цей принцип зарекомендував себе як економічно вигідний. Щит під напругою ~

380 / 220В Підключення здійснено мідними кабелями, що прокладені в 4 окремих гофрованих трубах.

5.2 Розрахунок навантажень на окремих ділянках внутрішньої силової електричної мережі

У цьому розділі здійснено розрахунок електричних навантажень електричних приймачів майстерні та вибір відповідного перерізу кабелів відповідно до схеми внутрішньої силової мережі.

Основними електроприймачами є циркуляційні насоси, регулятор температури та електропривід клапана. Найменування обладнання та відповідні параметри наведені нижче в табл. 5.1

№	Найменування обладнання	Потужність, кВт	Напруга, В	Кількість	Довжина лінії, м
	Насос циркуляційний М1	1.45	380	1	15
	Насос резервний М2	1.45	380	1	15
	Регулятор Температури Danfoss ECL310	0.005	220	1	8
	Електричний клапан АМЕ 435	0.00275	220	1	10

Таблиця. 5.2- Електроприймачі

Розрахунок струму споживачів.

Струм кожного електроприймача визначений за формулою:

$$\text{Для трифазних споживачів } I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (5.1)$$

Для однофазних
$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} \quad (5.2)$$

Приймаємо :

$\cos \varphi = 0,85$ (для насосів, реактивна складова)

$\cos \varphi = 1$ (для активних навантажень)

Насоси М1 та М2 :

$$I_{M1, M2} = \frac{1,45 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85} = 2,59 A$$

Регулятор температури ECL 310:

$$I_{рег.} = \frac{0.005}{220 \cdot 1} = 0.02 A$$

Електропривід клапана АМЕ435

$$I_{рег.} = \frac{0.005}{220 \cdot 1} = 0.02 A$$

5.3 Підбір кабелів живлення для електроприймачів

Розрахунок кабелю виконаємо по принципу тривалості струму, порівняємо струм ділянки з тривалим допустимим струмом кабелю:

$$I_{Tr} \geq I_{розр} \quad (5.3)$$

Розрахуємо струм на ділянці вводу за формулою:

$$I_{ввід} = I_{M1} + I_{рег.} + I_{ел.прив.} \quad (5.4)$$

$$I_{ввід} = 2,75 + 0,09 + 0,045 = 2,88 A$$

Обраний кабель ВВГ (4x1,5) витримує тривалий струм 19А, оскільки $19A > 2,88$ кабель обрано вірно зі значним запасом.

Для контролеру обрано кабель (2x0,75) з допустимим струмом до 13 А $13A > 0,09A$, для електроприводу обрано (3x0,5) $8A > 0,045A$.

Для електродвигунів насосів М1, М2 обираємо кабель ПВС $5 \times 1,5 \text{ мм}^2$

Іном: $2,93 \text{ А} < 19\text{А}$

Довжина: 15м

Розрахунок падіння напруги:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot 2,93 \cdot 15 \cdot 0,018}{1,5} = 1,05 \text{ В} \quad (5.5)$$

$$\frac{1,05}{380} \cdot 100\% = 0,27\%$$

Падіння напруги в межах норми, кабель може бути використаний на ділянці. Аналогічно проведена перевірка для решти електроприймачів.

5.4 Вибір автоматичних вимикачів, магнітних пускачів для управління силовими електроприймачами

Пускозахисну апаратуру обираємо за прикладом основного циркуляційного насосу та ввідного автомату:

Автоматичний вимикач QF2 обираємо перш за все по струму спрацювання: в момент пуску струм на обмотках двигуна в деякій кратності перевищує номінальне значення, коли ротор асинхронного двигуна в момент пуску ще не обертається, то електромагнітне поле не витрачається на обертання ротору, це призводить до короткочасного стрибку струму, якщо ж ротор не матиме можливості розкрутитися то це еквівалентно режиму короткого замикання.

Двигуни насосів як правило не схильні до великих струмів пуску.

З цього слідує, що автоматичний вимикач підбираємо з характеристикою С (затримка на спрацювання) та враховуючи умови:

$$1) I_{\text{ном.авт.}} > I_{\text{розр.навантаження.}} \quad (5.6)$$

$$2) U_{\text{ном.авт.}} > U_{\text{розр.}} \quad (5.7)$$

- 3) Кількість полюсів;
- 4) Тип розчіплювача та його наявність;
- 5) Селективність;
- 6) Струм при короткому замиканні;
- 7) Кліматичне виконання;
- 8) Ступінь захисту;

Враховуючи результати розрахунків обираємо автоматичний триполюсний вимикач Eaton PL6-C4, $I_{\text{ном}} = 4\text{A}$, $4\text{A} > 2.59$ що частково перевищує номінальний струм насосу. Струмовею характеристику обираємо «С»

Вимикач відключає Струм 3кА при короткому замиканні

Кліматичне виконання: У 3

Помірний клімат – «У», приміщення закрите – «3»

ступінь захисту-IP20 (мінімальний для монтажу у щиті)

Для ввідного автомату обираємо вимикач Eaton PL6-C6 з ном. струмом $6\text{A} > 2.88\text{A}$, Селективність для цього автомату повинна виконуватись, а саме ввідний автомат повинен бути з найбільшими номінальними показниками,

У разі випадкового ручного включення резервного двигуна M_2 максимальний струм мережі буде $2.88 + 2.59 = 5.47\text{A}$, запас оптимальний.

Вимикаюча здатність 6кА,

Кліматичне виконання: У 3, ступінь захисту-IP20.

Щоб обрати магнітні пускачі потрібно врахувати важливі умови, а саме

1) Номінальна Напруга пристрою

$$U_{\text{МП.ном.}} \geq U_{\text{м}} \quad (5.8)$$

2) Напруга на котушці магнітного пускача

$$U_{н.кот.} \geq U_M \quad (5.9)$$

3) За номінальним струмом

$$I_{МПном.} \geq I_{розр} \quad (5.10)$$

4) Струм тепло-реле

$$I_{тепл.ном.} \geq I_{розр} \quad (5.11)$$

Враховуючі ці критерії, для загального пускача КМ1 М₁, М₂ обираємо триполюсний ПМ1-12-10 $U_{МПном.} = 660$, $U_{н.кот.} = 230В$, $I_{МП.ном.} = 12А$

Для комутації насосів використовуємо ПМ1-09-01 $U_{МПном.} = 660$
 $U_{н.кот.} = 230В$, $I_{МП.ном.} = 9А$, IP20 використовується для комутації
 електродвигунів $P \leq 4кВт$, абсолютно задовільняє потребу.
 Теплові реле обираємо РТ 1308 (2.5-4А), $U_{тепл.реле.} = 660В$

5.5 Складання специфікації на матеріали та обладнання.

Результати вибору внесені до специфікацій таблиць 5.1, 5.2

Таблиця 5.2-Специфікація на обрані кабелі живлення

Назва кабелю	Тип	Одиниці виміру	Довжина
Кабель силовий ВВГ 4×2.5мм ² , мідний, пвх ізоляція	ВВГ	м	35.0
Кабель силовий ВВГ 5×1.5 мм ² , мідний, пвх ізоляція	ВВГ	м	15.0
Кабель силовий ВВГ 2×0.75мм ² , мідний, пвх ізоляція	ВВГ	м	8.0
Кабель силовий ВВГ 3×0.5мм ² , мідний, пвх ізоляція	ВВГ	м	10.0
Кабель силовий ВВГ 2×0.5мм ² , мідний, пвх ізоляція	ВВГ	м	25.0

6. ПРОЄКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

6.1 Вибір системи і виду освітлення.

Згідно ДБН В.2.5-28:2018. «Природне і штучне освітлення» та [1] для майстерні обираємо у всіх приміщеннях наступний вид освітлення - робоче.

Система освітлення: у всіх приміщеннях - загальна рівномірна

6.2 Вибір джерела світла та типу світильника.

Згідно рекомендацій [1] в усіх приміщеннях обираємо до установки люмінесцентні лампи низького тиску типу ЛБ.

Зовнішнє освітлення виконуємо лампами розжарювання.

6.3 Вибір нормованої освітленості.

Значення саме нормованої освітленості приміщень наведено в таблиці 1.1 [2].

Таблиця 6.1 - Характеристики приміщень

№ п/п	Назва приміщення	Довжина А, м	Ширина В, м	Висота Н, м	Нормована Освітленість, лк
1	Майстерня	7	4	3	200
2	Електрощитова	2	3	3	200
3	Кладова	5	4	3	100
4	Кімната для відпочинку	4	4	3	100

Вибір нормованої освітленості виконується відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018 з урахуванням характеру та категорії зорової роботи в майстерні

6.4 Розрахунок розміщення світильників.

Проектуючи систему освітлення, слід враховувати вимоги щодо створення найкращих робочих умов, скорочення протяжності кабельних ліній, а також забезпечення зручності встановлення та безпеки використання..

В усіх приміщеннях світильники розміщуємо рівномірним способом.

6.5 Розрахунок робочого освітлення в приміщенні

План приміщення №1 наведено на рисунку 6.1.

1. Приміщення має наступні розміри: висоту $H = 3$ м, ширину $B = 4$ м, довжину

$A = 7$ м. По умовам навколишнього середовища та ступеню захисту персоналу від ризику ураження струмом. дане приміщення відноситься до сухих та без підвищеної небезпеки. Приміщення повинно мати достатню освітленість, не передбачена також тривала робота осв. установки.

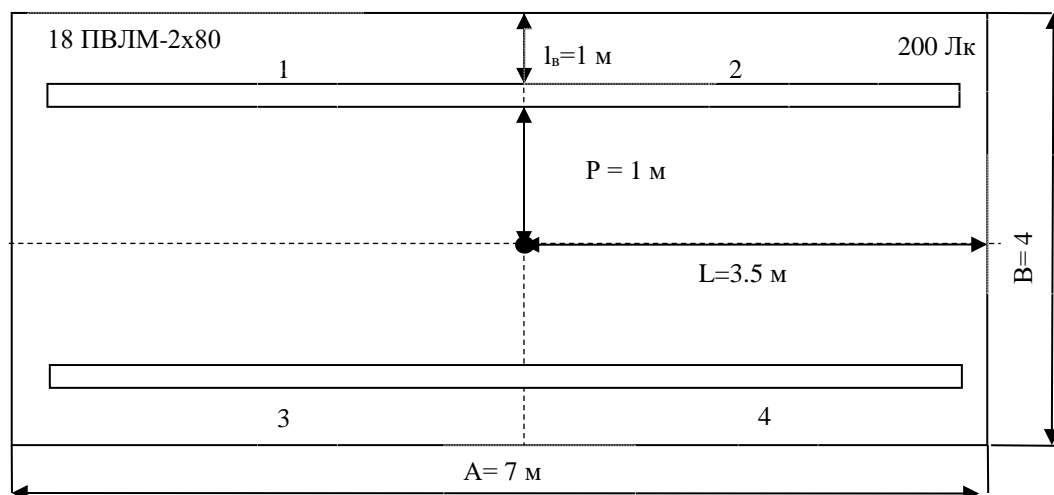


Рисунок 6.1 - План розміщення світильників приміщення №1

2. Згідно рекомендацій [2] для даного приміщення повинно бути передбачено:

- вид освітлення – робоче;
- система освітлення – загально-рівномірна.

3. Згідно рекомендацій [2], в якості джерела світла обираємо газорозрядну люмінесцентну лампу низького тиску.

Розрахунок робочого освітлення в залі проведемо точковим методом лінійних ізолюкс.

4. По таблиці [2] вибираємо світильник ПВЛМ з кривою світла – Д1.

5. По таблицям [2] визначаємо :

- нормовану освітленість $E_n = 200$ лк;

- Площина, де нормується освітленість, позначається як $\Gamma - 00$, що відповідає нульовій висоті робочої поверхні ($h_{p.n.} = 0$ м).

6. По таблицям [2] визначаємо коефіцієнт по запасу $k_3 = 1,3$.

7. Коефіцієнт нерівномірності $Z = 1,1$ [2].

8. Визначення та розрахунок значень висот:

- висота підвісу $h_{п.} = 3$ м

- висота звісу $h_{зв.} = 0,2$ м

- висота даної робочої поверхні $h_{p.п.} = 0$ м

Розрахункова висота:

$$H_{розр} = H - H_{зв} - H_{рп} \quad (6.1)$$

де H – висота приміщення, м, $H = 3$ м;

h_3 – висота звісу світильника, $h_{зв} = 0,2$ м. [2];

$h_{p.п.}$ – висота робочої поверхні, м, $h_{p.п.} = 0$ м. [2].

$$H_{розр} = 3 - 0,2 - 0 = 2,8 \text{ м}$$

9. Визначення найвигідніших світлотехнічної та економічної відстані між рядами світильників.

$$\lambda_c = 1,0 \dots 1,6; \lambda_e = 1,6 \dots 2,1$$

10. Оптимальний інтервал між світильними рядами:

$$L_B = (\lambda_c - \lambda_e) \cdot H_{розр} \quad (6.2)$$

$$L_B = (1,4 \dots 2,1) \cdot 2,8 = 3,92 \dots 5,88 \text{ м};$$

Прийmemo $L_B = 6$ м.

11. Визначаємо відстань ряду світильників від стіни:

$$l_b = (0,25 \dots 0,3) \cdot L_B \quad (6.3)$$

$$l_b = (0,25 \dots 0,3) \cdot 6 = 1,5 \dots 1,8 \text{ м}$$

Приймаємо $l_b = 1,5 \text{ м}$

12. Число рядів освітлювальних приладів

$$N_B = \frac{B - 2l_b}{L_B} + 1 \quad (6.4)$$

Приймаємо $N_B = 2$ ряди.

13. Визначаємо довжину півряду L

$$L = \frac{A}{2} \quad (6.5)$$

$$L = \frac{7}{2} = 3,5 \text{ м}$$

14. Щоб знайти відстань p між розрахунковою точкою та світловим рядом, ми розміщуємо розрахункову точку посеред приміщення, рівновіддалено від рядів світильників.

$$P = \frac{L_b}{2} \quad (6.6)$$

$$P = \frac{6}{2} = 3$$

15. Визначаємо співвідношення p^*

$$P^* = \frac{p}{H_p} \quad (6.7)$$

$$P^{*1} = \frac{3}{2,8} = 1,07$$

16. Визначаємо співвідношення L :

$$^*L^* = \frac{L}{H_p} \quad (6.8)$$

$$L^{*1} = L^{*2} = \dots = L^{*4} = \frac{3,5}{2,8} = 1,25$$

17. Розрахунок умовної освітленості виконується з використанням графіків лінійних ізолюкс.. Результати заносимо у таблицю 1.2. [2].

Таблиця 6.2–Розрахунок умовної освітленості

полуряди	L,м	L*	P, м	P*	E,лк	ΣE,лк
1,2,3,4	3.5	1.25	3	1,07	60*4	240

18. Коли точка А освітлюється кількома рядами або частинами цих рядів, відносну освітленість для кожного ряду визначають окремо, а потім підсумовують отримані значення.

$$\sum e = 240 \text{ лк.}$$

19. Потрібний світловий потік, що генерується одним метром світлової лінії.

$$F' = \frac{1000 \cdot E_n \cdot k_3 \cdot H_{\text{розр}}}{\Sigma e_A \cdot \mu}, \quad (6.9)$$

де μ – коефіцієнт додаткової освітленості, який враховує дію віддалених світильників і відбитий світловий потік, в нашому випадку,

$$\mu = 1,3;$$

k_3 - коефіцієнт запасу, для люмінесцентних ламп $k_3 = 1.3$;

Σe_A – Повна відносна освітленість, виміряна у контрольній точці, $\Sigma e_A = 240$ лк

$$F' = \frac{1000 \cdot 200 \cdot 1,3 \cdot 2,8}{240 \cdot 1,1} = 3336 \frac{\text{лм}}{\text{м}}$$

20. По таблицям обираємо світильники з двома лампами ЛБ 80-4 із світловим потоком $\Phi_{\text{л}} = 5220$ лм, номінально потужністю $P_{\text{лн}} = 30$ Вт кожна, довжина світильника $l_{\text{св}} = 1,514$ м.

21. Необхідний світловий потік для ряду

$$F_{\text{ряда}} = F' \cdot A \quad (6.10)$$

$$F_{\text{ряда}} = 3336 \cdot 7 = 23356 \text{ лм.}$$

22. Визначаємо світловий потік 1 світильника

$$F_{св} = \Phi_{л} \cdot n \quad (6.11)$$

$$F_{св} = 5220 \cdot 2 = 10440 \text{ лм}$$

23. Кількість світильників в ряду

$$N_{ряда} = \frac{F_{ряда}}{F_{св}}, \quad (6.12)$$

$$N_{ряда} = \frac{23356}{10440} = 2.2 \text{ св.}$$

Приймаємо 2 світильники.

24. Інтервали між світильниками у кожному ряду

$$\Delta l = \frac{A - l_{св} \cdot N_{ряда}}{N_{ряда}}, \quad (6.13)$$

$$\Delta l = \frac{7 - 1,514 \cdot 2}{2} = 1.98 \text{ м}$$

25. Умова неперервності ряду

$$\Delta l_{фак} < 0,5 H_p \quad (6.14)$$

$$0,65 < 1,4$$

Умова виконується, ряд неперервний.

26. Встановлена потужність

$$P_{вс} = 1.25 \cdot P_{св} \cdot N \cdot n \cdot Nb \quad (6.15)$$

$$P_{вс} = 1.25 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 2 = 150 \text{ Вт}$$

27. Питома потужність

$$P_{нум} = \frac{P_{вс}}{S} \quad (6.16)$$

$$P_{нум} = \frac{150}{32} = 4.68 \text{ Вт / м}^2$$

Отримані розрахунки фіксуємо у світлотехнічній відомості.

Розрахунки проведені для основного робочого приміщення, для всіх інших приміщень встановлене типове освітлення наведене в таблиці 6.3

6.6 Складання специфікації на матеріали та обладнання

Таблиця 6.3 - Обране світлове обладнання

Поз. Позн.	Найменування	Кількість, шт.	Примітка
A2	Щит освітлювальний ЩО-6В	1	
A1	Ввідний щит ПР11-3054-54У3	1	
A3	Світильники ПВЛМ ДСТУ EN 61195:2016	4	
A4	Лампи люмінесцентні ЛБ-80 ДСТУ EN 61199:2014	3	

У розділі розглянуто питання вибору та розрахунку системи електричного освітлення приміщень ремонтної майстерні ОСББ «Вчитель». Вибір типу освітлення здійснено відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018 з урахуванням категорії зорової роботи. Для основного приміщення майстерні прийнято рівномірне робоче освітлення з нормованою освітленістю 200 лк.

На основі технічних і світлотехнічних характеристик було обґрунтовано використання люмінесцентних світильників типу ПВЛМ з лампами ЛБ-80, що забезпечують належний рівень освітленості при оптимальних витратах електроенергії. Розміщення світильників виконано з дотриманням вимог рівномірності освітлення, безпеки обслуговування та енергоефективності.

Розрахунки підтвердили відповідність параметрів системи освітлення встановленим нормативам. Складено специфікації обладнання, а також електричну схему освітлення. Запропонована система забезпечує комфортні умови праці, безпеку та ефективне енергоспоживання.

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Організація роботи з охорони праці на підприємстві

Управління охороною праці в ремонтній майстерні ОСББ «Вчитель» здійснюється головою правління ОСББ. Організаційна структура охоплює планування заходів з охорони праці, інструктажі, забезпечення засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) та контроль за технічним станом обладнання. Для обслуговуючого персоналу проводяться періодичні інструктажі, передбачені «Типовим положенням про навчання з питань охорони праці».

На підприємстві ведеться журнал реєстрації інструктажів, а також акти з перевірки технічного стану устаткування. Працівники забезпечуються спецодягом згідно з діючими нормами. Спостерігається низький рівень виробничого травматизму. Аварійність обладнання не фіксувалась протягом останнього року.

7.2 Небезпечні та шкідливі виробничі чинники

-У роботі ремонтної майстерні наявні такі потенційно небезпечні та шкідливі фактори:

-Електричний струм: наявність відкритих струмопровідних елементів у щиті керування насосами, можливість ураження при порушенні ізоляції.

-Механічні травми: при роботі з паяльними станціями, точилами, свердлильними верстатами.

-Підвищений рівень шуму та вібрацій: джерела-насосне обладнання та інструменти.

-Температурні фактори: гарячі поверхні труб та арматури в системі теплопостачання.

-Штучне освітлення: у приміщенні майстерні встановлено освітлення відповідно до 6-го розряду зорової роботи, виконано у вологостійкому виконанні.

Ризик опіків: можливий при обслуговуванні трубопроводів із температурою понад 43 °С - обов'язкова термоізоляція згідно з нормами.

Усі роботи виконуються згідно з інструкціями з охорони праці для електромонтерів, слюсарів та операторів інженерних систем.

7.3 Оцінка умов праці

-Робоче місце в майстерні відповідає основним вимогам безпеки:

-Планування: площа майстерні відповідає нормативам, забезпечено вільний прохід.

-Мікроклімат: температура не перевищує 30 °С, наявна припливно-втяжна вентиляція.

-Освітлення: використовується комбіноване (природне та штучне), джерела світла відповідають нормам (освітленість - 300 лк).

-Електробезпека: система заземлення TN-C-S; передбачено заземлення всіх корпусів насосів; використовуються УЗО.

-ЗІЗ: наявні діелектричні рукавички, інструменти з ізольованими ручками, окуляри.

-Мережа живлення: трифазна, 380 В, 50 Гц. Встановлено автоматичні вимикачі та пристрої захисту від перенапруги.

7.4 Рекомендації щодо поліпшення умов праці

Для забезпечення безпечних і комфортних умов праці пропонується:

1. Установити екрани або теплоізоляційні кожухи на ділянках труб з температурою поверхні понад 43 °С.

2. Використовувати додаткову акустичну ізоляцію для зниження рівня шуму біля насосів.
3. Регулярно проводити перевірку опору ізоляції, заземлення та працездатності захисних пристроїв (1 раз на 6 місяців).
4. Застосувати механізми дистанційного керування для арматури, розташованої у важкодоступних місцях.
5. Організувати місце відпочинку персоналу з належним мікрокліматом.
6. Провести навчання з пожежної безпеки та встановити пожежні сповіщувачі і вогнегасники в майстерні.

7.5 Висновки та пропозиції

Оцінка стану охорони праці в ремонтній майстерні ОСББ «Вчитель» засвідчує задовільний рівень організації та дотримання вимог безпеки. Проте, для зниження потенційних ризиків, доцільно впровадити додаткові заходи: модернізацію систем електрозахисту, термоізоляцію труб, посилення вентиляції та акустичного захисту.

8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Розглянемо оцінку економічної ефективності заміни застарілої системи централізованого теплопостачання впровадженням індивідуального пункту тепла 8- під'їзного 120 квартирного будинку.

Питома витрата енергії на одну квартиру до реконструкції становить: 0.8 Гкал/місяць

Вартість на теплову енергію прийматимемо 1521.21грн/Гкал

Наявний досвід інших будинків показує зниження витрати теплової енергії на значну частку 20-30%, таким чином з досвіду встановлення аналогічних систем за обсягом опалюваної площі, загальна вартість системи з монтуванням складатиме 500000 грн.

Для розрахунку приймаємо В середньому на 1 квартиру в місяць витрачається 0.8 Гкал енергії, опалення триває 3 місяці.

1 Розрахунок поточних витрат.

1.1 Споживання тепла за місяць - $E_n \cdot N_{\text{кв.}}$

$$120 \cdot 0.8 = 96 \text{ Гкал}$$

1.2 Спожито за опалювальний сезон: $T_c \cdot E_{\text{спож}}$

$$96 \cdot 3 = 288 \text{ Гкал}$$

1.3 Витрати на опалення за сезон до встановлення ІТП:

$$288 \cdot 1521.21 = 438108 \text{ грн}$$

2 Розрахунок економії тепла після встановлення системи.

2.1 Економію тепла припустимо мінімальне значення 20%

$$288 \cdot 0.2 = 57.6 \text{ Гкал}$$

2.2 Економія в грошовому еквіваленті: $57.6 \cdot 1521.21 = 87621.70 \text{ грн}$

2.3 Витрати на опалення

$$438108.48 - 87621.70 = 350486.78$$

3 Розрахунок терміну окупності установки

Де: вартість установки - 473500 грн

$$\frac{473500}{87621,70} = 5.4 \text{ років.}$$

Висновки. Проведений економічний аналіз показав доцільність впровадження індивідуального теплового пункту у 8-під'їзному житловому будинку на 120 квартир як ефективного заходу з підвищення енергоефективності об'єкту автоматизації. Загальна вартість реалізації роботи, включаючи монтажні роботи, становить 473000 грн.

Розрахунки свідчать, що до реконструкції сезонне споживання теплової енергії становило 288 Гкал, що відповідало витратам у розмірі 438108 грн. Враховуючи мінімальний прогнозований рівень економії після встановлення ІТП на рівні 20%, річна економія коштів становитиме 87621,70 грн.

Таким чином, орієнтовний термін окупності роботи становить близько 5,7 років, після чого витрати на опалення для мешканців суттєво зменшуються. Протягом 10 років експлуатації система дозволить заощадити орієнтовно 876 217 грн, що підтверджує економічну ефективність і доцільність впровадження ІТП.

Окрім прямої економії коштів, впровадження ІТП сприятиме стабілізації температурного режиму в приміщеннях, зниженню гідравлічних втрат у системі, підвищенню рівня енергозбереження та комфортних умов проживання мешканців.

ВИСНОВКИ

На початку роботи проведено дослідження і аналіз функціонування підприємства, основні обов'язки керівництва та робочого персоналу.

Досліджено вимоги охорони праці та прийнятих технологій ремонту і технічного обслуговування систем підприємства

Розроблений план з реконструкції електрифікації, освітлювальних мереж, розроблена система електрифікації та автоматизації технологічного процесу подачі тепла

Підібрано силове обладнання а саме насоси серії Wilo TOP, модель 65/15, виконана на базі асинхронного електродвигуна потужністю 1,45 кВт короткозамкненим ротором, проведено розрахунок в цілях перевірки насосного обладнання на гідравлічну потужність, знаючи споживану потужність в певному режимі роботи визначено ккд насосу, підтверджено його технічну придатність до використання в процесі, розроблена схема розташування силового електрообладнання

Розроблена функціональна схема та описано технологічний процес автоматизації, далі створено і описано принципову схему автоматизованого процесу керування, що включає сучасний керуючий контролер марки Danfoss, розроблено схему з'єднань, ескіз електричної шафи

Наступним кроком обрана найбільш економічно і практично доцільна система заземлення. Створена схема живлення силових електроприймачів приміщення. Сумісно з розрахунком навантажень на окремих ділянках мережі, від трансформатору до вводу щита обрано 4 жильний кабель ВВГ оптимальний переріз якого в 1.5 мм^2 , для електродвигунів обрано 5 жильний ПВС 1.5 мм^2 . Результатами розрахунків та критеріїв підбору є - вибір оптимального пускового апарату для всього обладнання: магнітний пускач ПМ1-12-10 встановлений в схемі аварійного захисту і сигналізації. Для комутації електродвигунів обрано магнітний пускач ПМ1-09-01, де 09-номінальний робочий струм 10А, На вводі щиту встановлено автоматичний

вимикач Eaton PL6-C6 $I_{ном} = 6A$, що перевищує сумарний струм в 2.88 A, також враховуючи необхідну селективність мережі для електродвигунів встановлено автоматичні вимикачі Eaton PL6-C4 $I_{ном} = 4A$

Розраховано освітлювальну мережу приміщень, дотримання рекомендованої освітленості, місця розташування світильників

За результатами економічних розрахунків енергоефективність системи дозволяє зменшити фінансові витрати на 20-35% , економія за 1 сезон роботи обладнання становить 87621 тис. грн, а повна окупність буде досягнута майже за 5 років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будівель та споруд. Проектування електроосвітлення. - К.: Мінрегіонбуд України, 2010.
2. ДСТУ EN 60204-1:2015 Безпека машин. Електрообладнання машин. Частина 1. Загальні вимоги. – К.: Мінекономрозвитку України, 2015.
3. ДБН В.2.5-39:2008 Проектування теплових пунктів. - К.: Мінрегіонбуд України, 2008.
4. ПУЕ (Правила улаштування електроустановок). - 7-е видання. - К.: Техніка, 2020.
5. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕС). - К.: Мінпаливенерго України, 2006.
6. Скловська Є.Г., Сердюк Б.М., Бахмачук С.В., Шевченко Т.Є. Економіка Енергетики: Підручник. - К.: Каравела, 2020. - 492 с
7. Казанський С. В., Кирик В. В., Паненко О. М. Автоматизовані системи керування та оптимізація режимів енергосистем. Київ: НТУУ «КПІ», 2014. - 52 с.
8. Зінь М. М. Методичні вказівки для виконання самостійної роботи з курсу «Автоматизовані системи управління й оптимізація режимів енергосистем» Тернопіль: ТНТУ, 2023. - 15 с.
9. Карташов В. В. Посібник з лекцій із дисципліни "Автоматизовані системи керування технологічними процесами" Тернопіль: ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2017. - 148 с.
10. Програмний комплекс AutoCAD Electrical. Довідкові матеріали та документація - Autodesk, 2021.
11. Куцик А. С., Місюренко В. О. Автоматизовані системи керування на програмованих логічних контролерах Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. - 200 с.

12. Каталоги та технічна документація виробників обладнання Danfoss, Siemens, Schneider Electric, Wilo (2020-2024 pp.).
13. Mohan N. Electric Power Systems: A First Course. - Wiley, 2023.
14. Maschler B., Weyrich M. Deep Transfer Learning for Industrial Automation: A Review and Discussion of New Techniques for Data-Driven Machine Learning. - 2020.
15. Scherz P., Monk S. Practical Electronics for Inventors (4th ed.). - McGraw-Hill Education, 2016. - 1056 с.
16. Дубовик В.Г., Городецький В.Г. Автоматизація технологічних процесів, установок і комплексів-1. Елементи та пристрої автоматики: лаб. практикум. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. - 81 с.
17. Ельперін І.В., Пупена О.М., Сідлецький В.М., Швед С.М. Автоматизація виробничих процесів: підручник, 2-ге вид. Київ: Ліра-К, 2017. - 378 с.
18. Кіт Л. Я. Основи рятування і збереження життя людини, яка перебуває у невідкладному стані : навч. посібник / Л. Я. Кіт, Н. В. Наливайко. - Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. - 132 с.
19. Муратов В. Г. Метрологія, технологічні вимірювання та прилади: навчальний посібник - Одеса: ОНТУ, 2023. - 390 с.
20. «Економіка підприємства»: Підручник. - 6-те вид., перероб. і доп. Київ: Центр учбової літератури, 2021. - 520 с.

ДОДАТКИ