

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

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент Чепіжний А.В.

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ
за першим бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Модернізація системи електропостачання котельні Сумського НАУ з розробкою системи керування насосного агрегату»

Виконав

_____ (підпис)

Зін'єв Д.Д.
(прізвище, ініціали)

Група

ЕТЕС 2001

Керівник:

_____ (підпис)

Кравченко В.О.
(прізвище, ініціали)

Суми – 2024

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

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент _____ Чепіжний А.В.
(підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Зінов'єв Данііл Дмитрович
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема (бакалаврського) проекту: «Модернізація системи електропостачання котельні Сумського НАУ з розробкою системи керування насосного агрегату»

керівник проекту: *Кравченко Володимир Олексійович, к.ф.-м.н., ст. викладач*
затверджено наказом по університету від «26» лютого 2024 р. № 573/ОС.

2. Термін подання здобувачем закінченого проекту «20» травня 2024 р.

3. Вихідні дані до проекту Матеріали обстеження об'єкту, технічна література, нормативна документація, державні стандарти.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

Вступ.

1 Аналіз організації системи тепlopостачання різноманітних приміщень СНАУ.

2 Загальна частина кваліфікаційного проекту.

3 Модернізація системи освітлення котельної.

4 Розробка автоматизації насосного агрегату котельної.

5 Охорона праці.

6 Техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень.

Висновки та пропозиції проекту.

Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень)

1. Котельня. Силове електрообладнання. Схема електрична розміщення

Котельня. Установа освітлювальна. Схема електрична розміщення

Схема котельні. Схема кінематична

Автоматизація насосного агрегату. Схема електрична принципова

Техніко-економічні показники. Таблиця

6. Консультанти розділів проекту (з вказівкою розділів, що відносяться до проекту)

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційного проекту	Строк виконання етапів кваліфікаційного проекту	Примітки
1	Збір інформації про діяльність господарства	05.09.2023 р. – 30.09.2023 р.	
2	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	02.10.2023 р. – 02.12.2023 р.	
3	Складання плану роботи	04.12.2023 р. – 09.12.2023 р.	
4	Написання вступу та розділу 1	11.12.2023 р. – 21.12.2023 р.	
4	Написання розділів 2 та 3. Підготовка листа 1 та 2 графічної частини.	05.02.2024 р. – 02.03.2024 р.	
5	Написання розділів 4, 5 та 6. Підготовка листів 3 та 4 графічної частини.	04.03.2024 р. – 06.04.2024 р.	
6	Написання розділів 7, 8 та 9. Підготовка листа 5 та 6 графічної частини.	08.04.2024 р. – 04.05.2024 р.	
8	Написання висновків	06.05.2024 р. – 11.05.2024 р.	
9	Подання проекту на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 13.05.2024 р.	
10	Подання проекту на рецензування	до 20.05.2024 р.	
11	Подання до попереднього захисту	до 27.05.2024 р.	

Здобувач вищої освіти

_____ (Зінов'єв Д.Д.)
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційного проекту

_____ (Кравченко В.О.)
(підпис) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Модернізація системи електропостачання котельні Сумського НАУ з розробкою системи керування насосного агрегату. Кваліфікаційний проект / Зінов'єв Данііл Дмитрович – Суми: СНАУ, 2024 р. – 41 с.

В роботі виконано аналіз основних котелень Сумського НАУ та виконано вибір об'єкту для проведення реконструкції з модернізацією. Запропоновано основні особливості використання автоматизації для завантаження котельного агрегату паливом.

Виконано розрахунки основного силового електрообладнання та наведено визначення особливостей модернізації системи електроосвітлення в приміщеннях котельних.

Запропоновано схему для автоматизації системи керування насосним агрегатом подачі теплоносія по загальній тепловій мережі.

Виконано аналіз основних заходів по охороні праці при роботі на котельній. Виконано економічне обґрунтування запропонованих рішень. Наведено висновки по роботі.

Ключові слова: котельня, котел, тепла мережа, мережевий насос, автоматизація, освітлення, силове обладнання, щит керування, продуктивність

Іл. 5

Бібл. 20

Табл. 5

					<i>КП.06.03.002.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Зінов'єв Д.Д.</i>			<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кравченко В.О.</i>					5	41
						<i>СНАУ, 2024</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Рибенко І.О.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Чепіжний А.В.</i>						

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ РІЗНОМАНІТНИХ ПРИМІЩЕНЬ СНАУ.....	8
1.1 Аналіз кліматичних умов розміщення університету.....	8
1.2 Особливості організації опалення в Сумському НАУ.....	8
1.3 Опис особливостей організації електропостачання котельні.....	10
1.4 Висновки з постановки подальшої модернізації.....	11
2 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЕКТУ.....	12
2.1 Особливості виконання технології опалювання університету.....	12
2.2 Опис приміщення котельні та технологічного обладнання.....	15
2.3 Перевірочний розрахунок електричного двигуна насосного агрегату.....	18
3 МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ КОТЕЛЬНОЇ.....	20
3.1 Визначення показників освітлення котельної університету.....	21
3.2 Параметри мережі освітлення котельні.....	26
4 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗАЦІЇ НАСОСНОГО АГРЕГАТУ КОТЕЛЬНОЇ.....	30
4.1 Опис загальної системи керування автоматизацією насосного агрегату.....	30
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	33
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБІРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ.....	35
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ПРОЕКТУ.....	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	40

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Основною проблемою станом на сьогодні для різноманітних ВУЗів України є проблема забезпечення тепловою та електричною енергією власних будівель, корпусів, різноманітних навчальних приміщень та інших структурних підрозділів.

Виходячи з такої проблематики виникає необхідність в розробці нових котелень на твердому паливі та модернізацію різноманітного обладнання, що дозволяє виконувати транспортування теплоносія до навчальних, виробничих та інших приміщень.

Основним обладнанням, що використовується на котельні є насоси, що повинні задовольняти доволі великій кількості вимог, оскільки необхідно працювати з теплоносієм з значними температурами та іншими параметрами, що мають значний вплив на роботоздатність всього обладнання.

Іншим проблемним питанням є питання проведення автоматизації різноманітних насосних агрегатів, що працюють у котельні. При цьому необхідною мірою автоматизації є врахування температурних регулювань в тепловій мережі з врахуванням особливостей роботи з різноманітним обладнанням котлів та синхронізацією з ним. Необхідно зазначити, що дана особливість роботи насосного обладнання доволі сильно диктує вимоги для проведення автоматизації.

Першочерговою умовою для ефективної роботи котельні є необхідність проведення модернізації системи електропостачання котельні для роботи в першу чергу з твердопаливними котлами та додатковим обладнанням для їх роботи, а отже необхідною умовою є попередній аналіз основного обладнання з врахуванням особливостей його розташування.

Вирішення всіх цих питань дає можливість проведення якісного забезпечення тепловою електричною енергією всіх приміщень ВУЗів в тому числі і для умов Сумського НАУ.

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ РІЗНОМАНІТНИХ ПРИМІЩЕНЬ СНАУ

1.1 Аналіз кліматичних умов розміщення університету

Для розуміння основних процесів при роботі різноманітного котельного обладнання необхідно виконувати аналіз кліматичних умов. Це дозволить визначитись з режимністю роботи котелень.

Станом на сьогодні Сумський НАУ знаходиться на території міста Суми. Всі приміщення територіально знаходяться на невеликій відстані одне від одного, а отже і організація системи опалення відбувається на невеликих відстанях.

Географічно клімат на території міста є помірно-континентальним та характеризується певного роду м'яким зимовим періодом. Літо при цьому також є теплим.

Аналізуючи температури повітря можна сказати, що її середнє значення становить $6,8^{\circ}\text{C}$. При цьому найменшого значення набуває в січні та становить $-6,3^{\circ}\text{C}$. Найвищу температуру отримуємо в липні з значенням $19,8^{\circ}\text{C}$. Зазначимо, що нам необхідно також зрозуміти особливості клімату для холодної пори року.

Опалювальний сезон починається з по різному, але з настанням мінусових значень температури навколишнього середовища. Необхідно зазначити, що мінусові значення температури починаються ще в листопаді і закінчуються фактично лише в березні. Виходячи з такого розміщення температури необхідною умовою виникає організація опалювального сезону саме в ці періоди.

1.2 Особливості організації опалення в Сумському НАУ

На території університету до 2016 року існувала лише одна котельня, що опалювала всі приміщення та прилеглі будинки. Особливістю цієї котельні є робота на газу. Але основною проблемою, що виникла станом на опалювальний сезон 2016 року є проблеми з забезпеченням газовим паливом.

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи з такої проблематики виникнула необхідність в вирішенні питання відмови від газового опалення. Відповідно до цього було прийнято рішення, що сприяло побудові мережі твердопаливних котелень різної потужності для всіх наукових, навчальних, виробничих та адміністративних будівель. В кваліфікаційному проекті не планується розглядати модернізацію газової котельні через те, що університет планує відмовитись від опалення газовим паливом.

В результаті було створено мережу твердопаливних котелень, які опалюють різноманітні приміщення. Для опалення було обрано тверде паливо в вигляді дров та паливних брикетів з торфу. В якості котлів для опалення було обрано котельні агрегати типу РЕТРА-3М.

Вирішення питання кількості котельні, потужності та їх розміщення виникло в результаті аналізу розміщення об'єктів на території університету. Першою в експлуатацію була запущена котельня потужністю 3 МВт з трьома котлами РЕТРА-3М кожен з яких потужністю 1МВт. Дана котельня опалює головний корпус, інженерно-технологічний корпус, економічний корпус, будівельний корпус та церкву Св. Валентини.

Інша твердопаливна котельня є дещо менш потужною і територіально розміщена на території Green Center. Дана котельня має дещо меншу потужність, яка становить 2МВт та забезпечує тепlopостачання до тепличного комплексу, будівлі Green Center, будиночку фермера, гаражів та корпусу ветеринарної медицини. Кількість котлів, що встановлено в даній котельні становить 1 шт. з потужністю 1МВт. Типи котлів використовуються такі ж як і в попередній котельні.

На системі опалення газової котельні залишились чотири гуртожитки, житловий будинок ОСББ «Піраміда», будинок «Малютки» та корпус факультету агротехнологій та природокористування.

Всі будівлі та корпуси поєднуються з котельнями за допомогою вже існуючих теплових мереж, що прокладені під землею. Зазначимо, що під'єднання виконано таким чином, що вся тепла мережа зациклена зі всіма котельними, а отже є можливість переключення системи опалення на газову котельню.

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи з такого розподілу найбільш ефективно та раціонально виконувати модернізацію твердопаливної котельні потужністю 1МВт з одним котлом РЕТРА-3М, адже вона є найменш модернізованою на території Сумського НАУ.

1.3 Опис особливостей організації електропостачання котельні

Виходячи з теми кваліфікаційного проекту нами заплановано вирішення задач пов'язаних з модернізацією системи електропостачання котельної. Для аналізу нами було обрано твердопаливну котельню, що є менш потужною на території університету (з потужністю 1МВт).

Для розуміння особливостей живлення даної котельні пропонується розглянути особливості загальної схеми живлення Сумського НАУ. Отже загальна кількість підстанцій від яких виконується живлення всіх будівель та корпусів університету становить 3 шт.

Перша підстанція 10/0,4 кВ розміщена в будівлі інженерно-технологічного корпусу від неї кабельними лініями виконано живлення саме даного корпусу та головного корпусу, корпусів будівельного факультету та факультету економіки та менеджменту. Також від даної підстанції здійснюється і живлення церкви та будівлі їдальні.

Друга підстанція 10/0,4 кВ живить гуртожитки, приміщення стадіону та корпус факультету агротехнологій та природокористування. Територіально дана підстанція розміщується поблизу гуртожитків.

Третя підстанція територіально розміщується між будівлею факультету ветеринарної медицини та тепличним комплексом. Відповідно дана підстанція виконує живлення всіх інших об'єктів території університету.

Кожна з даних підстанцій має потужність 250 кВА. Живлення в університеті виконано все майже кабельними лініями. Величина напруги в університеті становить в своїй більшості 380/220 В. При цьому нейтраль є глухозаземленою на кожній з трансформаторних підстанцій. Дана величина в повній мірі відповідає всім вимогам в проведенні навчального процесу та для всіх виробничих процесів. Всі кабельні лінії та підстанції знаходяться в задовільному стані.

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зазначимо, що обрана для аналізу котельня здійснює живлення від третьої трансформаторної підстанції за допомогою кабельної лінії електропередачі.

1.4 Висновки з постановки подальшої модернізації

Проведений аналіз вказує на напрямки, для проведення всіх необхідних заходів для вирішення кінцевої мети кваліфікаційного проекту:

- виконання розробки необхідних заходів по модернізації системи електрифікації котельної університету;
- вирішення питання покращення освітлюваності виробничих приміщень котельні;
- визначення особливостей та характеристик роботи насосів з розробкою системи автоматизації;
- провести аналіз особливостей заходів з охорони праці з розглядом екологічних питань;
- виконання економічного обґрунтування запропонованих рішень.

					<i>КП.06.03.002.ПЗ</i>	Арк.
						11
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЕКТУ

2.1 Особливості виконання технології опалювання університету

Як зазначалось в першому розділі, опалювання навчальних приміщень Сумського НАУ виконано з використанням в основному за допомогою твердопаливних котелень. Твердопаливні котельні розподілені відповідно до теплового навантаження, що необхідне для опалювання корпусів.

Найменшу потужність має обрана для модернізації котельня і становить 1МВт. Котли, що використовуються на твердопаливних котельнях всі однакові і мають тип РЕТРА-3М. Кожен котел має потужність 1МВт. Всі котельні використовуються лише для потреб опалення будівель, корпусів та виробничих приміщень. Гаряче водопостачання на території університету забезпечується з використанням бойлерів різноманітної потужності. Виходячи з цього, котельне обладнання використовується лише обмежений період часу – опалювальний період.

Загальний вигляд котлів РЕТРА-3М наведено нижче на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – загальний вигляд котла РЕТРА-3М

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Даний тип котлів має міцну конструкцію, що виконання з листового типу металу. Котел розроблено таким чином, щоб променесприймаючі поверхні мали максимально розвинену конструкцію. За своєю структурою котел є трикамерним.

Найбільшою камерою є перша камера, до якої здійснюється завантаження палива. При цьому такий розмір камери дає можливість забезпечити максимальний час горіння для одинарного завантаження паливом.

Всі наступні камери є меншими за розмірами та виконують роль теплоприймальних елементів з забиранням тепла від отриманих продуктів згорання.

В першій камері встановлено розрихлувач палива механічного типу, яким працівник може виконати розрихлення палива для рівномірного горіння з рівномірним його перегоранням.

На кожний з котлів встановлюється мінімум два вентилятори для подачі повітря в камери горіння. Виходячи з цього котел працює під тиском. Така компоновка підтримує високу ефективність та інтенсивність процесу горіння різноманітного палива.

Для підвищення ефективності котла та зменшення витрати тепла, котел виконано з тепловою ізоляцією.

Реалізація управління всім обладнанням котла, в тому числі і регулюванням вентиляторів виконана за допомогою блоку керування з пам'яттю для реалізації різноманітних програм. Дані програми дозволяють швидко обирати програму для реалізації найбільш ефективного спалювання різних типів палива. Також даний блок виконує функції сигналізації за допомогою звуків та віртуально. Подібна сигналізація вмикається за умови виникнення аварійних ситуацій. Контроль різноманітних температурних режимів також здійснюється з допомогою даного блоку керування.

Паливом для даного котла слугує вугілля різних типів, брикети, пелети та різноманітні відходи. Слід зауважити, що котел здатен ефективно працювати з паливом вологість якого може бути вище 60 %. В залежності від особливостей палива коефіцієнт корисної дії для котла варіюється від 86 до 93 %.

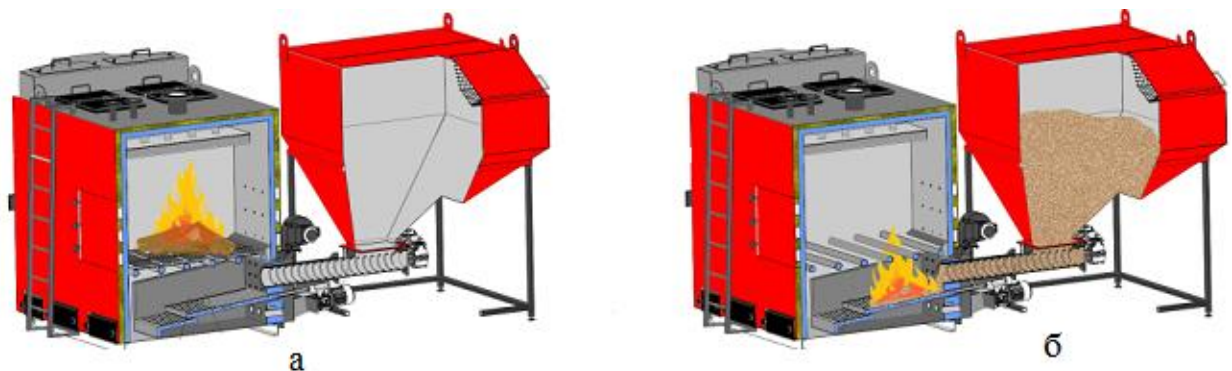
Для розгляду котла в розрахунках та аналізу особливостей технічних характеристик наведемо їх в таблиці 2.1.

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики котла РЕТРА-3М

Назва параметру	Значення
Номінальна теплопродуктивність, МВт	1
Площа теплообмінника, м ²	73,76
Об'єм водяної рубашки, л	1970
Об'єм верхньої камери згорання, м ³	3,80
Розмір верхньої камери згорання (Д×Ш×В), мм	1450×1950×1345
Розмір горловини завантажувального люку (Ш×В), мм	635×365
Вихід під димову трубу (Ш×В), мм	750×412
Приєднувальний розмір до труб опалення,	Dу 150
Кількість і з'єднувальний розмір запобіжного клапана	2 шт фланець ду 80
Робочий тиск теплоносія, МПа	0,4
Розрідження за котлом, Па	100
Діаметр труби димохода / висота, м	700 / 25
Споживана потужність (не більше 220 В / 50 Гц), Вт	1545

Зазначимо, що для реалізації особливостей модернізації системи теплопостачання додатково пропонується встановлення системи для автоматичної подачі палива. Загальний вигляд пристроїв для автоматизованої подачі наведено на рисунку 2.2. Необхідно зазначити, що подібні пристрої використовують в основному для подачі пелет або палива однаково невеликого за розміром. При чому обираємо пристрої з можливістю ручного режиму роботи.



а – ручний режим роботи; б – автоматичний режим

Рисунок 2.2 – Пристрої автоматичної подачі палива до котла РЕТРА-3М

Наступним кроком є необхідність вибору пальника, що дозволяє забезпечити відповідну запропоновану автоматизацію. З різних типів обираємо факельний тип пальників, що має високі показники надійності та безпечності експлуатації, а також

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

дозволяє забезпечити ефективність роботи до 95 %. При цьому даний тип пальника доволі гарно підходить до даного типу котлів.

Необхідно зазначити, що всі електродвигуни котлів входять в його перелік обладнання і синхронізовані з автоматикою котла. Вносити зміни в конструкцію та обладнання котельного агрегату заборонено.

Наступним електричним двигуном насосного агрегату є система прокачування теплоносія по системі тепlopостачання. Виходячи з цього необхідною умовою є вибір електродвигуна саме для цього насосного агрегату.

2.2 Опис приміщення котельні та технологічного обладнання

Котельня складається з двох приміщень (топкова, склад палива). Всі системи водопідготовки, та інші розміщені в приміщенні топкової. Необхідно зазначити, що системи електрифікації потрібно виконувати з врахуванням підвищеної температури з великою кількістю працівників, що виконують різноманітні роботи.

При виконанні монтажних робіт необхідно враховувати, що підлога в приміщенні котельної – бетонна. Також необхідно врахувати, що в приміщенні топкової частково розміщується паливо для завантаження котла. Сумарна площа всіх приміщень котельної становить 200 м² з висотою приміщень – 4 м. Стіни виконано з бетонних панелей (плит), що приварені до металевого каркасу. В котельні відвід тепла, захід проводів живлення.

З недоліків, в приміщенні котельні повністю відсутня електрощитова, а розміщення щитової виконано на стіні приміщення топкової.

Для подальших розрахунків необхідною умовою є перелік всього технологічного обладнання приміщення котельної та складу для палива. Загальний опис обладнання наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Паспортні дані обладнання котельної

№ з/П	Найменування	Розмірність	Значення
1	2	3	4
1	Котельна установка		РЕТРА-3М
	- кількість котлів в котельній	шт.	1

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
	- встановлена потужність	кВт	1,545
2	Насос мережі		WILO IL65/120-4/2
	- кількість	шт.	1
	- потужність	кВт	4
3	Насос байпасу		WILO BL65/210-3/4
	- кількість	шт.	1
	- потужність	кВт	4
4	Бойлер		GARANT AB 2000
	- об'єм бойлера	л	2000
1	Котельна установка		РЕТРА-3М
	- кількість котлів в котельній	шт.	1
	- встановлена потужність	кВт	1,545
2	Насос мережі		WILO IL65/120-4/2
	- кількість	шт.	1
	- потужність	кВт	4
3	Насос байпасу		WILO BL65/210-3/4
	- кількість	шт.	1
	- потужність	кВт	4
4	Бойлер		GARANT AB 2000
	- об'єм бойлера	л	2000
	- максимальна температура води	°С	120
	- максимальний тиск	бар	3
5	Обладнання водопідготовки		Ecosoft MO 6500
	- продуктивність	м ³ /год	0,28
	- кількість / тип мембран	шт.	1 / XLE-4040
	- потужність насоса	кВт	1,5
	- тиск на вході	атм	2-42
	- споживання води в робочому режимі	м ³ /год	0,4-0,6
6	Система автоматичної подачі пелет		
	- вентилятор подачі повітря		Elektror S-LP 160/62
	- номінальна швидкість обертання	об/хв	2840
	- номінальна продуктивність	м ³ /хв	22,5
	- ККД вентилятора	%	83
	- потужність двигуна вентилятора	кВт	0,55
	- потужність двигуна шнеку подачі пелет	Вт	25

Необхідно також додатково враховувати основні вимоги до процесів, що відбуваються при всіх технологічних операціях з опалювання корпусів. Для

									Арк.
									16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КП.06.03.002.ПЗ				

проведення модернізації електрифікації необхідно враховувати основні особливості процеси, що відбуваються в котельній. Проведенню електрифікації підлягають обладнання водопідготовки з системою подачі палива. Також за умови зміни кількості електрообладнання також необхідно проводити реконструкцію системи електрифікації.

Виходячи з ситуації по виконанню модернізації насосного агрегату проводимо вибір електричного двигуна для виконання постачання теплоносія по тепловій мережі. Необхідно зазначити, що вибір потрібно виконувати відповідно до оточуючого середовища, де застосовується двигун, кліматичні умови використання, захист та інше.

Необхідно зазначити, що даний насосний агрегат працює в середовищах з високою температурою та значною вологістю. Отже обираючи електричний двигун для насосного агрегату котельної необхідно користуватись наступними вимогами: кліматичним виконанням, ступенем захисту, виконанням охолодження та за оточуючим середовищем.

Необхідно зазначити, що для насосного агрегату котельної ступінь захисту потрібно обирати IP44. Всі насосні агрегати приводяться в дію від трифазних електродвигунів, що живляться від напруги 380 В, а також з частотою 50 Гц. Більшість насосних агрегатів вже комплектуються електродвигунами, а отже доцільно виконати перевірку відповідності потужності.

Далі пропонується виконати розгляд основних технічних параметрів електродвигуна насосного агрегату для котельної Сумського НАУ. В насосному агрегаті використовується електричний двигун типу АІР132S4.

Таблиця 2.3 – Данні електродвигуна насосного агрегату

Параметр	Значення
1	2
Потужність	7,5 кВт
Частота обертання	1500 (1450) об/хв
Напруга	380/660 В
Сила струму	15,6 А
ККД	87,0 %
Коефіцієнт потужності	0,84
Співвідношення моментів, M_n / M_n	2,3
Співвідношення моментів, M_{max} / M_n	2,3

1	2
Співвідношення струмів, I_n / I_H	7,0
Момент інерції	0,0227 кг·м ²
Рівень шуму	71 дБ(А)
Габаритні розміри:	
- довжина	65 см
- ширина	36 см
- висота	41 см
Маса нетто	64 кг
Маса брутто	64 кг

Далі проводимо виконання перевірки потужності електродвигуна насосного агрегату для котельної, що виконує транспортування теплоносія по електричній мережі.

2.3 Перевірочний розрахунок електричного двигуна насосного агрегату

Необхідною умовою забезпечення надійної та безпечної роботи обраного електродвигуна насосної станції потрібно враховувати вищерозглянуті параметри, такі як:

$$Q_B = 7,5 \cdot 10^3 \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$Q_B = 392 \cdot 10^{-6} \text{ МПа}$$

$$P_p = \frac{Q_B \cdot H}{\eta_B \cdot \eta_n} \quad (2.1)$$

$$P_p = \frac{7,5 \cdot 10^3 \cdot 392 \cdot 10^{-6}}{0,85 \cdot 0,5} \text{ кВт}$$

$$P_H \geq P_{\text{розр}} \quad (2.2)$$

$$K_3 = 7 \cdot 1,05 = 7,35 \text{ кВт}$$

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи з вищенаведених розрахунків отримані данні відповідають заданим параметрам насосного агрегату.

Отже в результаті проведення модернізації системи електрифікації нами обрано наступні рішення для котельної:

- необхідність передбачення електричного проводу для всього обладнання;
- забезпечити централізоване керування всім обладнанням котельні з відповідним розміщенням шаф керування та щитів електропостачання;
- виконати штучне освітлення для всіх приміщень котельної.

Наступним кроком є складання плану розміщення всього силового електрообладнання котельні та наведемо його на листі графічної частини кваліфікаційного проекту.

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ КОТЕЛЬНОЇ

В приміщенні котельної, необхідно передбачити наступні типи освітлення, тобто загальна система освітлення, місцеве освітлення біля робочої зони котельного агрегату. При цьому особливістю котельної є те, що застосовувати лише один вид освітлення заборонено, оскільки є доволі велика кількість небезпечних факторів, а отже необхідне чітке підсвічування кожної з зон. Додатково необхідно враховувати аварійне освітлення приміщення котельної.

Відповідно до основних норм освітлення в котельні необхідно врахувати показник рівня освітленості на рівні 30 лк. Коефіцієнт врахування запасу для світильників в котельні приймаємо рівним 1,15 для ламп розжарювання, а 1,3 відповідно для газорозрядних ламп.

Необхідно обрати для всіх приміщень котельної нормативні значення освітленості та зведемо їх в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Вибір показників освітленості приміщень котельної

№ п\п	Назва приміщення	Нормована освітленість E_n , Лк
1	Паливний склад	30
2	Топкова	30
3	Електрощитова	50

Основними показниками вибору освітлювальних приладів є економічні показники та показники ефективності їх використання. В більшості рекомендацій по вибору освітлювальних приладів рекомендується обирати газорозрядні лампи. За умови неможливості використання газорозрядних ламп або при їх економічних показниках, що є не вигідними дозволяється використовувати лампи розжарювання. Слід зазначити, що рекомендовано використовувати лампи розжарювання саме для складських приміщень, а отже пропонується використовувати їх в приміщенні складу для палива. В якості напруги мережі освітлення слід обирати значення на рівні 220 В.

Додатковим параметром є вибір світильників, що обираються залежно від характеристики приміщення чи оточуючого середовища, а також необхідно

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

враховувати спосіб їх установки. Також необхідно враховувати і особливості організації технічного обслуговування освітлювальних приладів.

3.1 Визначення показників освітлення котельної університету

Загальні розміри приміщення становлять довжиною 12,5 м, а шириною 6,5 м. Як зазначалось вище висота приміщення становить 4 м. Необхідною умовою є забезпечення значення нормативної освітленості 30 Лк.

Для освітлення приміщень котельної пропонуємо обрати локальну систему. Пропонуємо обрати для котельної лампи Г220-200 з світловим потоком на рівні 2920Лм. Для вирішення всіх вищенаведених питань по організації системи освітлення пропонується виконати підвішування освітлювальних приладів на спеціальних кронштейнах вздовж всіх стін приміщення.

Для початку виконаємо визначення висоти на якій виконується підвішування освітлювальних приладів:

$$H_p = H - h_z - h_p \quad (3.1)$$

де H – величина висоти котельної, м;

h_z – значення відстані від стелі і відповідно до центру світла, м;

h_p – висота розміщення робочої зони від підлоги, м;

$$H_p = 4 - 1,5 - 0 = 2,5\text{ м}$$

Відповідно до нормативних даних проводимо вибір відстані між різними світильниками. Пропонується обрати відстань від 1,8 до 2,6 м, що є оптимальним для приміщення котельної.

Оптимальне значення відстані між освітлювальними приладами визначимо з рівняння:

$$L = \lambda \times H_p = 2 \times 2,5 = 5 \text{ м} \quad (3.2)$$

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наступним параметром є визначення числа рядів для приміщення котельної де розміщуються світильники:

$$n_p = \frac{B}{L} = \frac{6,5}{5} = 1,3 \quad (3.3)$$

Дане значення необхідно скоригувати відповідно до розміщення обладнання котельної, а отже пропонується прийняти значення рівним 2 ряди.

З кількості рядів необхідно визначити число освітлювальних приладів, що буде оптимальним для одного ряду:

$$n_a = \frac{A-2l_c}{L} + 1 \quad (3.4)$$

де A – значення, що характеризує довжину котельної, м;

l_c – величина відстані від стіни до світильників, що розміщуються на краях рядів.

Для розрахунків приймаємо значення $l_c = 2$ м

$$n_a = \frac{12,5 - 2 \times 2}{5} + 1 = 2,7$$

Дане значення коригуємо округлюючи в більший бік $n_a = 3$.

Далі визначаємо кількість світильників, що необхідна для всього приміщення котельної:

$$N = n_a \cdot n_p \quad (3.5)$$

$$N = 2 \cdot 3 = 6 \text{ шт}$$

Далі необхідно виконати побудову точки М, що є контрольною. Дану точки наносимо на плані приміщення.

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

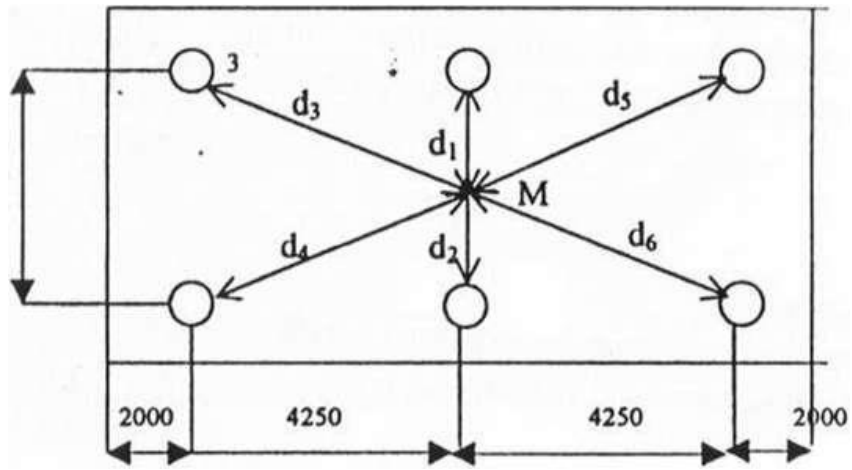


Рисунок 3.1 – Загальна схема котельні для визначення контрольних точок та розміщення приладів освітлення

Наступним кроком є визначення величини проєкцій приладів освітлення до обраної точки М. Розрахунки проводимо відповідно до виразів:

$$d_1 = d_2 = 3 \text{ м} \quad (3.6)$$

$$d_3 = d_4 = d_5 = d_6 = \sqrt{4,25^2 + 3^2} = 5,2 \text{ м} \quad (3.7)$$

Також необхідно визначити основні тангенси для обраних кутів:

$$\text{tg } \alpha_1 = \text{tg } \alpha_2 = \frac{d_1}{H_p} = \frac{3}{2,5} = 1,2 \quad (3.8)$$

$$\text{tg } \alpha_3 = \text{tg } \alpha_4 = \text{tg } \alpha_5 = \text{tg } \alpha_6 = \frac{d_3}{H_p} = \frac{5,2}{2,5} = 2,08 \quad (3.9)$$

Відповідно до отриманих значень продовжуємо визначення параметрів:

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 50,2; \cos \alpha_1^3 = 0,262 \quad (3.10)$$

$$\alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = \alpha_6 = 64,32; \cos \alpha_3^3 = 0,081 \quad (3.11)$$

Величина сили для світла приладів освітлення визначаємо з умови:

$$(I_{\alpha_1}) = 79 \text{ кД}; \quad (I_{\alpha_3}) = 70 \text{ кД}$$

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проводимо відповідні значення сили для світла:

$$I_{\alpha 1} = I_{\alpha 2} = \frac{(I_{\alpha 1}) * \Phi_{\text{л}}}{1000} \quad (3.12)$$

$$I_{\alpha 1} = I_{\alpha 2} = \frac{79 * 2920}{1000} = 230,7 \text{ кд}$$

$$I_{\alpha 3} = I_{\alpha 4} = I_{\alpha 5} = I_{\alpha 6} = \frac{(I_{\alpha 3}) * \Phi_{\text{л}}}{1000} = \frac{70 * 2920}{1000} = 204,4 \text{ кд} \quad (3.13)$$

$$I_{\alpha 3} = I_{\alpha 4} = I_{\alpha 5} = I_{\alpha 6} = \frac{70 \cdot 2920}{1000} = 204,4 \text{ кд}$$

В результаті можна визначити рівень освітленості в обраній точці М:

$$E_{\text{ф}} = \frac{I_{\alpha 1} * \cos \alpha_1^3}{H_{\text{р}}^2 * K} + \frac{I_{\alpha 2} * \cos \alpha_2^3}{H_{\text{р}}^2 * K} + \frac{I_{\alpha 3} * \cos \alpha_3^3}{H_{\text{р}}^2 * K} + \frac{I_{\alpha 4} * \cos \alpha_4^3}{H_{\text{р}}^2 * K} + \frac{I_{\alpha 5} * \cos \alpha_5^3}{H_{\text{р}}^2 * K} + \frac{I_{\alpha 6} * \cos \alpha_6^3}{H_{\text{р}}^2 * K} \quad (3.14)$$

$$E_{\text{ф}} = \frac{230,7 \cdot 0,262}{2,5^2 \cdot 1,3} + \frac{230,7 \cdot 0,262}{2,5^2 \cdot 1,3} + \frac{204,4 \cdot 0,081}{2,5^2 \cdot 1,3} + \frac{204,4 \cdot 0,081}{2,5^2 \cdot 1,3} + \frac{204,4 \cdot 0,081}{2,5^2 \cdot 1,3} + \frac{204,4 \cdot 0,081}{2,5^2 \cdot 1,3} = 24,7 \text{ Лк}$$

Знаючи рівень фактичної освітленості необхідно визначити показник відхилення від нормативного значення:

$$\Delta E = \frac{E_{\text{ф}} - E_{\text{н}}}{E_{\text{н}}} * 100 \quad (3.15)$$

$$\Delta E = \frac{24,7 - 30}{30} * 100 = -7,6\%$$

Отримане значення не повинно виходити за межі від мінус 10 % до плюс 20%. Отримане нами значення не виходить за наведені межі, а отже пропонується для полегшення розрахунків округлити його до значення 8.

З врахуванням округленого значення проводимо коригувати розрахунків потужності приладу освітлення:

$$P_{\text{у}} = P_{\text{св}} \cdot N \quad (3.16)$$

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_y = 200 \cdot 8 = 1600 \text{Вт}$$

Відповідно до наведеного методу виконуємо розрахунки для інших приміщень котельної.

Далі пропонуємо створити щитову, що має розміри 4 м – довжина; 3 м – ширина та висотою 3 м. Освітлення в даному приміщенні виконуємо з використанням ламп розжарювання типу Б 215-200 з потужністю 200 Вт.

Для початку знаходимо висоту на якій необхідно підвісити світильники

$$h = H - h_{зв} - h_{рп} \quad (3.17)$$

де H – висота електрощитової, м;

$h_{зв}$ – значення віддаленості стелі від світильника, м;

$h_{рп}$ – значення віддаленості горизонтальної поверхні від світильника, м.

$$h = 3 - 0,5 - 0,5 = 2 \text{м}$$

Для подальших розрахунків необхідно знати площу приміщення електрощитової. Відповідно до розмірів вона становить 12 м^2 . Значення нормативної освітленості для даного приміщення повинно становити 50 Лк, а значення питомої потужності становить 31 Вт/м^2 .

Виходячи з обраних значень загальна величина потужності приладів для освітлення електрощитової становить:

$$P_{осв} = S \cdot \Delta P = 12 \cdot 31 = 372 \text{ Вт}; \quad (3.18)$$

Необхідна кількість світильників для електрощитової визначається з рівняння:

$$N = \frac{P_{осв}}{P_{л}} \quad (3.19)$$

					<i>КП.06.03.002.ПЗ</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{372}{200} = 1,9$$

Дане значення повинно бути цілим, а отже округляємо його до значення 2 шт приладів освітлення.

3.2 Параметри мережі освітлення котельні

Зазначимо, що втрати значення напруги в освітлювальній мережі котельної не повинні бути більшими за 5%, а величина спаду напруги не повинна бути більшою за значення 2,5 %.

Переріз проводів необхідно обирати з умови:

$$I_{\text{доп}} > I_{\text{мах.роб}} \quad (5.20)$$

Значення $I_{\text{мах.роб}} = I_{\text{н.роб}}$ доцільно приймати для відгалуджень мережі до окремих електроприймачів.

Отже кінцевий вибір проводів необхідно виконувати за виконання ряду умов, що наведені нижче.

Значення робочого струму для мережі, що є однофазною знаходимо з рівняння:

$$I_{\text{н.роб}} = \frac{P}{U_{\phi} \cos \varphi_{\text{н}}} \quad (3.21)$$

де P – значення потужності освітлювальної групи, Вт;

U_{ϕ} – фазна величина значення напруги в електричній мережі, В;

$\cos \varphi_{\text{н}}$ – коефіцієнт врахування величини потужності.

Відповідно до даної умови переріз нульового проводу пропонується прийняти рівним значенню фазного.

Знаходимо робочі значення струму для першої групи приладів освітлення:

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{н.роб(1)} = I_{н.роб(2)} \quad (3.22)$$

$$I_{н.роб(1)} = \frac{1200}{220 \cdot 1} = 5,45A$$

Далі визначаємо робоче значення струму для третьої групи освітлювальних приладів:

$$I_{н.роб(3)} = \frac{400}{220 \cdot 1} = 1,8A$$

Рекомендовано в приміщеннях котельних застосовувати проводи з перерізом не менше 2,5 мм². При цьому не рекомендовано використовувати сталі труби для монтажу. Виходячи з вищенаведених розрахунків пропонується обрати проводи марки ПВ з двома жилами та перерізом 2,5 мм².

З умови (5.20) проводимо перевірку: 27A > 5,45A

Далі виконуємо перевірку з умови допустимих втрат напруги:

$$\Delta U_p > \Delta U_{доп} \quad (3.23)$$

де ΔU_p – значення розрахункових втрат параметрів, %;

$\Delta U_{доп}$ – допустима величина втрат параметру напруги, %

$$\Delta U = \frac{\sum PL}{CS} \quad (3.24)$$

де S – величина площі поперечного перерізу для обраного проводу, мм²;

$\sum P$ – загальне значення потужності на обраній ділянці. кВт;

L – загальна довжина обраної ділянки мережі освітлення, м;

C – значення коефіцієнту, що залежить від живлення та матеріалу мережі.

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

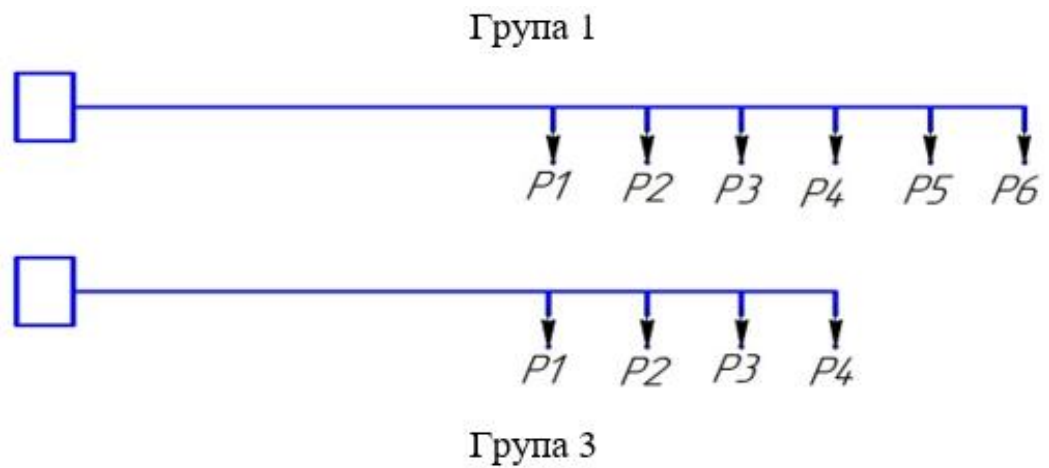


Рисунок 3.2 – Схема для навантаження, що наведена для проведення розрахунків

$$\Delta U_{p(1)} = \Delta U_{p(2)} = \frac{\sum PL}{CS} \quad (3.25)$$

$$\Delta U_{p(1)} = \frac{14,7 \cdot 0,2 + 8,3 \cdot 0,2 + 8,3 \cdot 0,2 + 6 \cdot 0,2 + 8,3 \cdot 0,2 + 8,3 \cdot 0,2}{12 \cdot 2,5} = 0,35\%$$

Величина спаду напруги в мережі визначаємо з рівняння:

$$0,35\% < 2,5\%$$

$$\Delta U_{p(1)} = \frac{2,7 \cdot 0,2 + 2,1 \cdot 0,2}{12 \cdot 2,5} = 0,032\%$$

З умови $0,032\% < 2,5\%$ можна зробити висновок, що величина спаду знаходиться у межах встановленої норми.

Наступним параметром, що підлягає розробці є необхідність вибору захисної апаратури та пускової апаратури. Всі автоматичні вимикачі пропонується обрати відповідно до наступних умов:

$$U_{н.авт} \geq U_{мер} \quad (3.26)$$

$$I_{н.авт} \geq I_{н.гр} \quad (3.27)$$

$$I_{тр} \geq I_{н.гр} \quad (3.28)$$

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи з наведених умов обираємо автомати для 1 групи приладів освітлення:

$$U_{\text{н.авт}} \geq U_{\text{мер}}; \quad 220\text{В} = 220\text{В}$$

$$I_{\text{н.авт}} \geq I_{\text{н.гр}}; \quad 16\text{А} \geq 5,45\text{А}$$

$$I_{\text{тр}} \geq I_{\text{н.гр}}; \quad 6,3\text{А} \geq 5,45\text{А}$$

$$I_{\text{н.авт}} \geq I_{\text{т.р}}; \quad 16\text{А} \geq 6,3\text{А}$$

Для даної електричної мережі обираємо вимикачі типу АЕ2020. Даний вимикач має значення номінальних струмів, що становлять 16А. Відповідно для другої групи пропонується обрати аналогічний тип автомата.

Для третьої групи обираємо автомати відповідно до умов:

$$U_{\text{н.авт}} \geq U_{\text{мер}}; \quad 220\text{В} = 220\text{В}$$

$$I_{\text{н.авт}} \geq I_{\text{н.гр}}; \quad 16\text{А} \geq 1,8\text{А}$$

$$I_{\text{тр}} \geq I_{\text{н.гр}}; \quad 2,0\text{А} \geq 1,8\text{А}$$

$$I_{\text{н.авт}} \geq I_{\text{т.р}}; \quad 16\text{А} \geq 2,0\text{А}$$

Автоматичний вимикач для монтажу на ввіді в освітлювальний щит:

$$U_{\text{н.авт}} \geq U_{\text{мер}}; \quad 220\text{В} = 220\text{В}$$

$$I_{\text{н.авт}} \geq I_{\text{н.гр}}; \quad 63\text{А} \geq 12,7\text{А}$$

$$I_{\text{тр}} \geq I_{\text{н.гр}}; \quad 16\text{А} \geq 12,7\text{А}$$

$$I_{\text{н.авт}} \geq I_{\text{т.р}}; \quad 63\text{А} \geq 16\text{А}$$

Для даного щита обираємо вимикач типу АЕ2040М, що відповідає даним умовам. А для виконання щита освітлення пропонується обрати щиток Щ041 – 5101 – 4ЗУЗ. Основні дані по системі освітлення котельної наведено на аркуші графічної частини.

					<i>КП.06.03.002.ПЗ</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗАЦІЇ НАСОСНОГО АГРЕГАТУ КОТЕЛЬНОЇ

Для проведення транспортування теплоносія по тепловій мережі використовуються насосні агрегати на основі електродвигунів. Необхідно зазначити, що в котельні Сумського НАУ включення циркуляційних насосів відбувається в режимі ручного керування. Необхідно зазначити, що такий режим керування не задовольняє всі процеси. Процеси регулювання температури теплоносія включають особливості регулювання подачею і зміною температури. Таку систему автоматизації можливо реалізувати встановленням додаткового обладнання. Дане обладнання повинно вирішити питання комбінованого керування насосним агрегатом в ручному та відповідно автоматичному режимі, а також забезпечити необхідну безпеку для працівників котельної. При цьому необхідною умовою є зручність в користуванні запропонованої системою автоматизації.

Основним параметром, що пропонується контролювати при розробці схеми автоматизації є тиск в системі. Пропонується застосувати систему керування насосною установкою на базі перетворювача частоти.

4.1 Опис загальної системи керування автоматизацією насосного агрегату

Для організації частотного регулювання насосним агрегатом теплової мережі необхідно обрати перетворювач частоти з відповідним додатковим обладнанням. Частотне перетворення дозволяє виконувати безступінчасте регулювання потужності насоса, а отже дозволить виконати певне регулювання потужності. Це дозволяє регулювати величину подачі насосного агрегату в тепловій мережі. В результаті застосування частотного перетворювача можемо відмовитись від використання гідроаккумуляторів в системі роботи насоса, або можна використати малі за об'ємом гідроаккумулятори.

Частотні перетворювачі дозволяють виконати плавний пуск насоса, з подачею на нього частоти в 25 Гц в момент пуску. При цьому запуск насоса

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проходить повільно з малим споживанням електричної енергії. Частотний перетворювач пропонується запрограмувати на значення тиску в тепловій мережі 3 атм. При цьому необхідною умовою є узгодження тисків системи з тиском теплоносія в котлі. А отже автоматика котла буде регулювати температуру теплоносія в системі а насос дозволить підтримувати постійний тиск в системі.

При цьому частотний перетворювач дозволяє захистити насос від перенавантаження, або у випадку пориву на тепловій мережі відбудеться відключення насосу. У випадку несправностей насосного агрегату також відбудеться відключення.

Розглянемо особливості частотного регулювання. При включенні насосу відбудеться плавна зміна частоти його обертання поки насос не вийде на робочий режим. Програмування режиму роботи дає можливість використання розбігу насосу, а також його плавний пуск та зупинку.

Загальна схема виконання автоматизації насосу з використанням частотного регулювання наведена на рисунку 4.1.

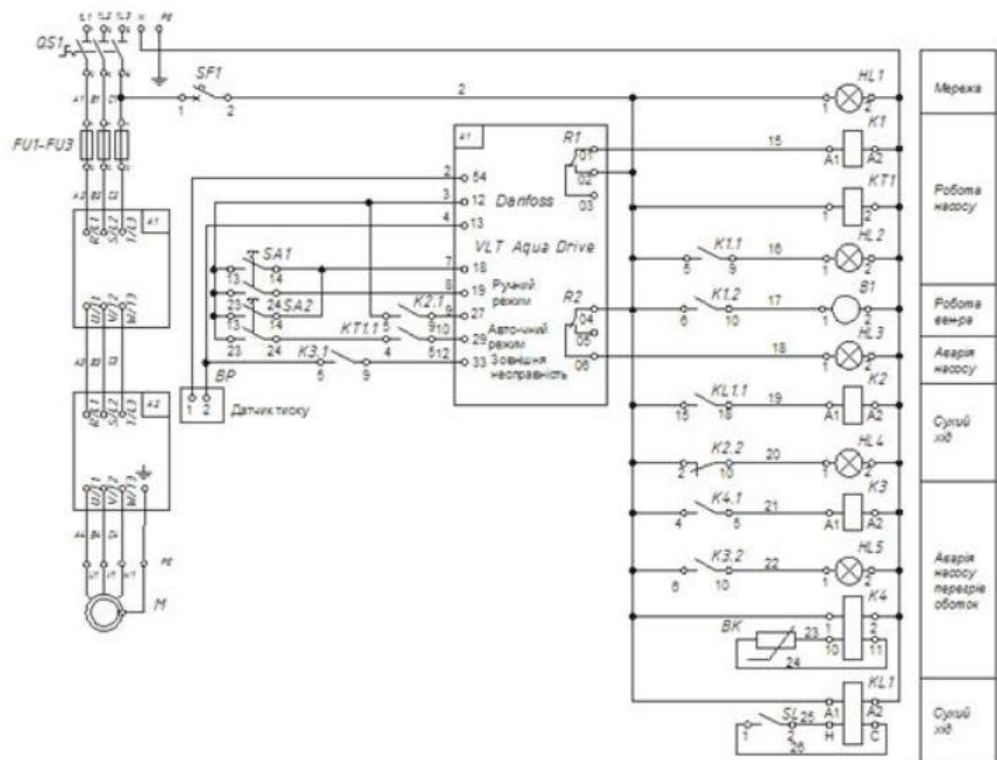


Рисунок 4.1 – Принципова схема частотного регулювання насосу

Дана схема забезпечує плавність пуску та виконання плавного гальмування насосним агрегатом, автоматичне керування за параметром тиску, автоматичне

									Арк.
									31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КП.06.03.002.ПЗ				

вимкнення насосного агрегату, захист від різноманітних перенапруг та сигналізацію про режим роботи насосу та аварійний режим роботи.

Для забезпечення даного регулювання пропонується обрати частотний регулятор типу DRIVE FC202.

Додатковий захист насосів виконується відповідно до вмонтованих датчиків температури, що встановлюються в обмотках електричного двигуна, а сигнальні лампи сигналізують про певні аварійні режими роботи насосного агрегату.

					<i>КП.06.03.002.ПЗ</i>	Арк.
						32
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Система тепловодопостачання є доволі складним технологічним процесом. Особливої уваги з точки зору охорони праці потребують саме системи централізованого типу. Оскільки в даних системах присутня доволі велика кількість різноманітних небезпечних факторів та елементів.

Основними небезпечними факторами в системі тепловодопостачання є:

- робота в умовах підвищених температур оточуючого середовища;
- підкидання твердого палива в топку для підтримання стабільності горіння;
- можливість ураження електричним струмом різної напруги;
- пожежонебезпечність;
- травмонебезпечність.

Це лише невелика кількість різноманітних небезпек, що виникають при роботі працівників на котельні. Додатково виникає ще велика кількість різноманітних небезпек що можуть призвести не лише до виникнення травмонебезпечних ситуацій, а і до летальних випадків.

Необхідно зазначити, що навіть неправильна експлуатація котельного агрегату здатна привести для вибуху котельного агрегату. При використанні різноманітного обладнання з котельним агрегатом різноманітного обладнання, що забезпечує ефективні роботу котла необхідно враховувати особливості синхронізації.

Виходячи з вищенаведеного, до працівників висувається доволі велика кількість різноманітних вимог. Даними вимогами не дозволяється нехтувати. Отже основними з цих вимог є те, що до виконання будь яких робіт не допускаються працівники, що не пройшли відповідного навчання для роботи на обладнанні котельні. Також необхідною умовою є проходження всіх інструктажів перед початком роботи.

До роботи не можна допускати працівників, що знаходяться в стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння, а також не допускаються особи які немає 18 років.

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наступним обов'язковим елементом з точки зору охорони праці є обов'язкове забезпечення засобами індивідуального захисту для всіх працівників, що працюють в котельні.

Особливості використання котлів РЕТРА-3М потребують також дотримання правил з охорони праці. Оскільки в котел подається повітря саме в топку, то при завантаженні палива необхідно обов'язково їх зупиняти. При недотриманні даних вимоги з відключення подачі повітря в топку та подальшим завантаженням палива, виникає небезпечна ситуація по ураженню працівника полум'я з топки.

Також необхідно зазначити, що в результаті відсутності примусової циркуляції теплоносія в системі може виникнути перегрів котельного агрегату. При цьому виникає неконтрольоване пароутворення, що може призвести до виникнення вибухонебезпечних ситуацій.

За умови проведення завантажувальних робіт з паливом обов'язково потрібно враховувати особливості кожного виду палива. Завантажувати паливо в котел без використання засобів захисту чи спеціального інструменту забороняється. Також необхідно чітко дотримуватись норми завантаження топки з використанням потрібного режиму для завантаженого палива.

Наступним доволі вагомим показником є використання електричного струму поруч з елементами по яким циркулює вода. Оскільки при неправильній експлуатації та відсутності заземлення може виникнути пробій на воду і в результаті може виникнути ураження електричним струмом не лише працівників котельної а і всіх людей, що користуються даною електричною мережею. Виходячи з цього всі елементи обладнання котельної повинні бути заземлені у відповідності до існуючих вимог електробезпеки.

Все електрообладнання, що розміщується в топковому приміщенні котельної повинно бути виконано з врахуванням особливостей та умов роботи, особливо високих температур та ін.

Дотримання всіх правил охорони праці дозволяє значно знизити травмонебезпечні ситуації на котельні та уникнути летальних випадків. Контроль за виконанням заходів з охорони праці покладається на головного інженера університету.

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

Необхідно зазначити, що величина економічного ефекту від запровадження автоматизації подачі теплоносія знаходять з виразу:

$$E_{\text{еф}} = V(c_T \cdot \Delta Q - E) - K \quad (6.1)$$

де K – величина капіталовкладень за умови затрати на закупівлю нового обладнання, грн.

E – значення експлуатаційних затрат, грн.

Капіталовкладення включають в себе закупівлю всіх елементів, що розглянуті в попередніх розділах.

Величину експлуатаційних витрати визначаємо з рівняння:

$$E = E_{\text{рег}} + E_{\text{екс}} + З + А \quad (6.2)$$

де $E_{\text{рег}}$ – витрати на електричну енергію, що споживають прилади системи автоматизації, грн/рік.

Дану величину можна обрахувати з рівняння:

$$E_{\text{рег}} = c_B(0,01 + 0,1 - 0,05) \quad (6.3)$$

c_B – вартість витраченої електроенергії, грн;

$E_{\text{екс}}$ – витрати коштів на електричну енергію від двигунів, грн.

Величину $E_{\text{екс}}$ визначаємо з рівняння:

$$E_{\text{екс}} = c_B - n_{\text{опт}} \frac{H_{\text{нас}} \cdot G_{\text{на}}}{367\eta} \quad (6.4)$$

де $H_{\text{нас}}$ – значення напору, що може видати насосне обладнання, м;

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$G_{\text{на}}$ – витрата теплоносія, що проходить через насосний агрегат, т/год;

η – величина ККД насосного агрегату.

Затрати на виплату заробітної плати становлять:

$$З = \Phi_{\text{річ}} \cdot K_{\text{соц}} \cdot \frac{1}{\eta_{\text{ш}}} \quad (6.5)$$

де $\Phi_{\text{річ}}$ – величина річного фонду з зарплати, грн.;

$K_{\text{соц}}$ – величина відрахувань на соціальне страхування;

$\eta_{\text{ш}}$ – чисельність теплових пунктів на території університету, що працюють з даною котельнею та обслуговуються 1 працівником.

A – значення витрат амортизації;

Для визначення величини економії теплової енергії пропонується використати рівняння:

$$\Delta Q_{\text{нек}} \cdot Q_{\text{річ}} \quad (6.6)$$

При цьому річне значення споживання теплоти знаходимо з виразу:

$$Q_{\text{річ}} = \frac{0,0864 \cdot Q \cdot S}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} \quad (6.7)$$

де Q – значення потужності опалювальної системи, кВт.

S – чисельність градусо-днів в опалювальному сезоні.

$t_{\text{з}}$ – значення температури зовнішнього повітря, °С;

$t_{\text{в}}$ – значення температури внутрішнього повітря, °С;

Результатом розрахунку є визначення терміну окупності вкладених коштів:

$$T_o = \frac{\mu \cdot K \cdot \varphi}{(c_t \cdot \Delta Q - E) Y} \quad (6.8)$$

					<i>КП.06.03.002.ПЗ</i>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Економічна доцільність будь яких енергозберігаючих пропозицій виконується за умови, що термін окупності буде меншим за 12,5 років.

Проведемо визначення економічного ефекту від впровадження автоматизації керування насосним агрегатом теплоносія.

Основними розрахунковими даними є: $Q = 2,3\text{МВт}$; $t_b = 18^\circ\text{C}$; $S = 3512$ градусо – діб; $t_3 = -22^\circ\text{C}$; $n_{\text{опт}} = 187$ діб.

Сума капіталовкладень на все необхідне обладнання становить: $K = 35250$ грн.

Витрати на електричну енергію складуть:

$$E_{\text{рег}} = 2,6(0,01 + 0,1 - 0,05) \cdot 187 \cdot 24 = 175\text{грн}$$

Оскільки кількість теплових пунктів на території університету складає 10 шт, то відповідно приймаємо, що робітник може виконувати їх обслуговувати. Виходячи з цього річний фонд заробітної плати складає:

$$\Phi_{\text{річ}} = 2 \cdot 8500 = 17000\text{грн}$$
$$З = 17000 \cdot 1,047 \frac{1}{10} = 1780\text{грн}$$

Для визначення величини амортизаційних відрахувань скористаємось виразом:

$$A = a_{\text{авт}}(K_{\text{рег}} + K_{\text{дод}}) + a_{\text{обл}} \cdot K_{\text{ро}} \quad (6.9)$$
$$A = 0,125(15000 + 450) + 0,08 \cdot 1800 = 2150\text{грн}$$

Загальна величина експлуатаційних затрат складає:

$$E = 15000 + 439,74 + 1780 = 17219,7\text{грн}$$
$$Q_{\text{річ}} = \frac{0,0864 \cdot 2300 \cdot 3572}{18 - 22} = 11745,7\text{ГДж}$$

					<i>КП.06.03.002.ПЗ</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta Q = 0,08 \cdot 11745,7 = 939,7 \text{ ГДж}$$

$$E_{\text{еф}} = 150748,1 \text{ грн}$$

$$T_o = \frac{1,82 \cdot 3750 \cdot 40}{(14,4 \cdot 939,7 - 859,5)12,5} = 1,73 \text{ року}$$

Виходячи з отриманих даних умова ефективності застосування енергозберігаючих заходів виконується адже: 1,73 років < 12,5 років.

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ПРОЕКТУ

Проведений аналіз особливостей системи теплопостачання Сумського НАУ виявив проблеми з котельнею 1МВт, що викликані необхідністю проведення модернізації котельні. Визначено основне обладнання котельні та запропоновано систему автоматизованого завантаження котла паливом. В результаті виконано розрахунки та наведено вибір проводів та засобів для забезпечення ефективної роботи котельні.

Наступним рішенням, є вирішення питання освітлення всіх приміщень котельної, яке здатне забезпечити виконання всіх робіт в комфортному режимі з необхідним рівнем освітлення.

Для вирішення питання автоматизації насосного агрегату необхідною умовою є розуміння особливостей роботи загальної мережі теплопостачання. Нами запропонована схема частотного регулювання насосним агрегатом для системи теплопостачання котельної.

Виконано аналіз основних заходів з охорони праці для зменшення основних небезпечних ситуацій та уникнення травмування працівників.

Ефективність використання модернізації насосного агрегату дає можливість виконати загальний принцип енергозбереження в котельній твердопаливній. В результаті запропоновані рішення підтвержені техніко-економічними показниками.

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Василега П.О. Електропостачання: Навчальний посібник. – Суми: СумДУ, 2019. – 521 с.
2. Правила улаштування електроустановок. – 5-те вид., перероблене і доповнене (станом на 21.07.2017). – Міненерговугілля України, 2017. - 617 с
3. Каталог виробів ООО «Кабельний завод Енергопром», 2017. – 100с.
4. Характеристики напруги електроживлення, постачаної розподільчими мережами загального призначення: ДСТУ EN 50160:2010 (EN 50160:2007, IDT). [Чинний з 1.07.2012]. – К.: Держстандарт України, 2012. – 39 с.
5. Яндульський О.С., Труніна Г.О. Підходи до оптимального керування режимами розподільних електричних мереж з розосередженою генерацією. Вісник Вінницького політехнічного Інституту. Вінниця, 2013. №6. С.62-64.
6. Яндульський О.С., Нестерко А.Б., Труніна Г.О., Тимохін О.В. Зменшення кількості спрацювань системи РПН трансформатора в електричній мережі з джерелами розосередженого генерування. Вісник Вінницького політехнічного інституту. Вінниця, 2017. №5. С.69-73
7. Яндульський О.С., Нестерко А.Б., Труніна Г.О. Зменшення кількості перемикань системи РПН трансформатора в електричній мережі з джерелами розосередженого генерування. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Кременчук, 2017. №3(104).Частина 1. С. 33-38.
8. Варецький Ю. Перенапруги коротких замикань на землю промислової мережі середньої напруги / Юрій Варецький. // Національний університет "Львівська політехніка". – 2019. – С. 6.
9. Димитріадіс П. Вплив перенапруги на споживання енергії: дис. техн. наук / Димитріадіс Панайотис – Лондонський університет Брунеля Великобританія, 2015. – 242 с.
10. Стогній Б. С. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їхнє технологічне забезпечення [Текст] / Б. С. Стогній, О. В. Кириленко, С. П. Денисюк // Технічна електродинаміка. – 2010. – № 6. – С. 44–50.

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Пантелєєва І.В. Особливості регулювання електродвигунів пристроями силової перетворювальної техніки промислового електроприводу/ І.В. Пантелєєва, Ю.С. Олійник // Комунальне господарство міст. – Х.: 2013 – Вип. 109. С. 89-95.

12. Шматько Н.М. Формування механізму стратегічного управління потенціалом підприємства / Н.М. Шматько, М.С. Пантелєєв // Вісник економіки транспорту і промисловості.- 2013.-№41.-С.209-215

13. Возняк О. М. Дослідження графоаналітичного методу визначення стандартних W- параметрів чотиріполюсника / О. М. Возняк, А. А. Видмиш, А. А. Штуць. // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2019. – С. 67–78

14. Денисюк С. П. Аналіз проблем впровадження віртуальних електростанцій/С. П. Денисюк, Д. С. Горенко.//Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2016. – №2. – С. 25–33.

15. Building the firmware - NodeMCU Documentation. URL: <https://nodemcu.readthedocs.io/en/dev/en/build/> (дата звернення 10.10.2021 р.).

16. Диспетчерська інформація УкрЕнерго. URL: <https://ua.energy/diyalnist/dyspetcherska-informatsiya/dobovuj-grafik-vyrobnytstva-spozhyvannya-e-e/> (дата звернення 14.06.2021 р.)

17. Луцків А.М., Волощук А.В., Мельник Ю.Р. Принципи організації розумних електричних мереж. Матеріали Х міжнародної науково - технічної конференції молодих учених і студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (24-25 листопада 2021 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль: ТНТУ. 2021. С. 104.

18. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. Телекомунікаційні системи та мережі. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. 384 с.

19. Bazyuk T., Blinov I., Butkevich O., Denysiuk S. et al. Intelligent Power Networks: Elements and Modes / By ed. acad. NAS of Ukraine O. Kyrylenko. – K.: IED of NAS of Ukraine, 2016. – 400 p.

20. Denysiuk S. Energy transition – requirements for quality changes in energy sector development // Power engineering: economics, technique, ecology. – 2019. – № 1. – p. 7–28.

					КП.06.03.002.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		