

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: «Реконструкція системи електрифікації
ремонтної майстерні електричного устаткування
ПП «Електрокабель» м. Шостка Сумської області з
розробкою пристрою для сушіння ізоляції електричних
машин»

Виконав

(підпис)

Шитік Р. О.
(прізвище, ініціали)

Група

ЕТЕС 2201 с.т.

Керівник:

(підпис)

Сіренко Ю. В.
(прізвище, ініціали)

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

Шитіку Роману Олександровичу
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема (бакалаврського) проекту: «Реконструкція системи електрифікації ремонтної майстерні електричного устаткування ПП «Електрокабель» м. Шостка Сумської області з розробкою пристрою для сушіння ізоляції електричних машин»

керівник проекту: *Сіренко Юлія Володимирівна, Ph. D., доцент*
затверджено наказом по університету від «08» лютого 2024 р. № 407/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)

1. Аналіз виробничої діяльності ремонтної майстерні

2. Технологічна частина

3. Розрахунок внутрішньої електричної мережі майстерні

4. Розробка системи електричного освітлення виробничих приміщень

5. Розробка принципової електричної схеми пристрою для сушіння ізоляції електричних машин

6. Охорона праці.

7. Екологія

8. Техніко-економічні розрахунки

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

1. Майстерня з ремонту електроустаткування. Електрообладнання технологічне та силове. Схема електрична розташування.

2. Майстерня з ремонту електроустаткування. Установка освітлювальна. Схема електрична розташування.

3. Майстерня з ремонту електроустаткування. Розрахункова схема силової та освітлювальної мережі. Схема електрична принципова.

4. Пристрій для контролю та сушіння ізоляції електричних машин. Схема електрична принципова

5. Показники техніко-економічні. 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 графічної частини.	05.02.2024 р. – 02.03.2024 р.	
5	Написання розділів 4, 5 та 6. Підготовка листів 3 та 2 графічної частини.	04.03.2024 р. – 06.04.2024 р.	
6	Написання розділів 7 та 8. Підготовка листа 4 та 5 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

(підпис)

(Шумік Р. О.)

(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційного проекту

(підпис)

(Сіренко Ю. В.)

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Реконструкція системи електрифікації ремонтної майстерні електричного устаткування ПП «Електрокабель» м. Шостка Сумської області з розробкою пристрою для сушіння ізоляції електричних машин. Кваліфікаційний проект / Шитік Роман Олександрович– Суми.: СНАУ, 2024 р. – 58 с.

Дипломний проект присвячений аналізу та реконструкції системи електрифікації ремонтної майстерні ПП «Електрокабель». Проект містить аналіз виробничої діяльності підприємства, стану існуючої системи електрифікації та пропозиції щодо її оптимізації. У технологічній частині описано операції ремонтної майстерні, приміщення та обладнання, а також вимоги до системи електрифікації.

Розрахунок внутрішньої електричної мережі майстерні включає розробку схеми живлення, вибір пускозахисної апаратури, проводів, кабелів, ввідних та розподільчих щитів. Особливу увагу приділено системі електричного освітлення виробничих приміщень, розрахунку освітленості, вибору джерел світла та щита керування освітленням.

Проект також містить розробку принципової електричної схеми пристрою для сушіння ізоляції електричних машин, враховуючи методи контролю стану ізоляції та способи захисту від зволоження. Розроблено схему пристрою для сушіння обмоток електродвигунів та специфікацію його елементів.

Розділи з охорони праці та екології включають заходи з безпеки та екологічного захисту.

Ключові слова: ремонтна майстерня, електродвигун, обмотка, пристрій для сушіння ізоляції, енергоефективність, пускозахисна апаратура.

Ілл. 2

Табл. 10

Бібл. 22

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ РЕМОНТНОЇ МАЙСТЕРНІ ..	9
1.1. Загальна інформація про ПП «Електрокабель».....	9
1.2. Аналіз виробничої діяльності майстерні по ремонту електроустаткування.....	11
1.3. Аналіз існуючого стану системи електрифікації майстерні	12
1.4 Висновки та пропозиції.....	13
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	14
2.1. Опис операцій, що виконуються в ремонтній майстерні.....	14
2.2. Опис експлуатаційно-ремонтної технічної документації	14
2.3. Характеристика приміщень майстерні.....	18
2.4. Паспортні дані технологічного обладнання майстерні.....	19
2.5. Технологічні вимоги до системи електрифікації майстерні з ремонту електроустаткування.....	20
3. РОЗРАХУНОК ВНУТРІШНЬОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ МАЙСТЕРНІ.....	21
3.1. Розробка схеми живлення електроприймачів майстерні	21
3.2. Вибір пускозахисної апаратури.....	21
3.2.1. Вибір запобіжників	22
3.2.2. Вибір автоматичних вимикачів	25
3.2.3. Вибір магнітних пускачів	28
3.3. Вибір проводів та кабелів	30
3.4. Вибір ввідних та розподільчих щитів	32

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

3.5. Розробка схеми розташування силового електрообладнання майстерні	32
4. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ.....	33
4.1. Вибір системи та виду освітлення.....	33
4.2. Нормована освітленість виробничих приміщень	33
4.3. Вибір джерел світла та розміщення їх на плані приміщень.....	34
4.4. Світлотехнічний розрахунок освітлювальної установки.....	34
4.5. Вибір щита керування освітленням.....	36
5. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ ДЛЯ СУШІННЯ ІЗОЛЯЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН.....	37
5.1. Вплив умов навколишнього середовища на роботу електричних машин.....	37
5.2. Методи та технічні засоби контролю стану ізоляції	37
5.3. Способи та технічні засоби захисту від зволоження і сушіння ізоляції електродвигунів.....	38
5.4. Розробка електричної принципової схеми пристрою для сушіння обмоток електродвигунів.....	41
5.5. Специфікація елементів схеми пристрою для сушіння електродвигунів.....	44
6. ОХОРОНА ПРАЦІ	45
7. ЕКОЛОГІЯ	49
8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	52
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	56

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ВСТУП

Реконструкція системи електрифікації ремонтної майстерні електричного устаткування ПП «Електрокабель» в місті Шостка Сумської області є важливим кроком для підвищення ефективності та якості ремонтних робіт. Сучасна система електрифікації забезпечить стабільну та надійну подачу електроенергії до всього устаткування майстерні, що дозволить уникнути перебоїв у роботі та знизити ризик аварійних ситуацій, пов'язаних з електроживленням.

Однією з ключових складових цієї реконструкції є розробка та впровадження пристрою для сушіння ізоляції електричних машин. Цей пристрій суттєво підвищить якість ремонту електричних машин, оскільки забезпечить ефективне та рівномірне висушування ізоляції після проведення ремонтних робіт. Це, в свою чергу, збільшить термін служби електричних машин та знизить ймовірність їхнього виходу з ладу внаслідок недостатньо висушеної ізоляції. Крім того, використання спеціалізованого пристрою для сушіння ізоляції сприятиме зменшенню витрат часу на ремонт, оскільки цей процес стане більш контрольованим і швидким. Це дозволить підвищити продуктивність праці та оперативність обслуговування клієнтів, що позитивно вплине на репутацію підприємства та його конкурентоспроможність на ринку.

Важливо також відзначити, що модернізація електрифікації майстерні та впровадження нових технологій відповідає сучасним стандартам енергоефективності. Це дозволить знизити енергоспоживання, зменшити витрати на електроенергію та сприяти охороні навколишнього середовища. Такий підхід відповідає загальносвітовим тенденціям сталого розвитку та є важливим елементом стратегії екологічної відповідальності підприємства.

Отже, реконструкція системи електрифікації ремонтної майстерні та впровадження пристрою для сушіння ізоляції електричних машин є важливими кроками для забезпечення надійної та ефективної роботи підприємства ПП «Електрокабель».

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ РЕМОНТНОЇ МАЙСТЕРНІ

1.1. Загальна інформація про ПП «Електрокабель»

Приватне підприємство «Електрокабель» зареєстроване в 2003 році. Розташовується підприємство в м. Шостка Сумської області.

Керівником підприємства є Головачов Віталій Сергійович, підписант – Головачов Сергій Костянтинович [1].

ПП «Електрокабель», у відповідності до КВЕД, надає послуги у наступних сферах [1]:

- виконання всіх видів ремонту та технічного обслуговування електроустаткування;
- виконання всіх видів електромонтажних робіт;
- виробництво інших видів електроустаткування;
- надання в оренду вантажного автомобільного транспорту;
- надання в оренду будівельних машин та різних видів приладдя та агрегатів.

Фінансова звітність ПП «Електрокабель» за 2021-2023 рр. представлена в таблиці 1.1. та на рисунках 1.1 та 1.2 [2].

Таблиця 1.1. – Фінансова звітність ПП «Електрокабель»

Показники	2021 рік	2022 рік	2023 рік
Дохід за рік, тис грн	2371,1	1459,7	1430,5
Чистий річний прибуток, тис. грн	79,4	-386,9	-58,1
Величина активів, тис. грн	2168	2086,5	1765,7
Кількість працюючих, чол	16	16	8

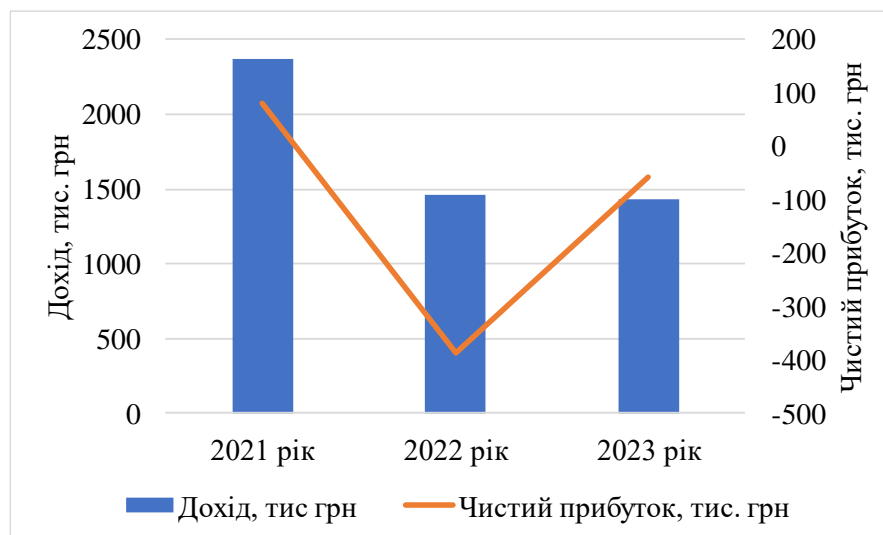


Рис. 1.1. Фінансова звітність ПП «Електрокабель» за 2021-2023 рр.

Аналіз отриманих даних табл. 1.1. та рис. 1.1 показав, що в порівнянні з 2021 роком, в 2022 звітному році доходи підприємства зменшилися практично вдвічі, що можна пояснити оголошенням військового стану в країні. Чистий прибуток компанії за 2021 рік склав 79 тис. грн, однак вже у 2022 році збитки від діяльності підприємства склали -386,9 тис. грн. В 2023 році становище підприємства трішки покращилося. Дохід за звітній період становив 1430,5 тис. грн, а чистий прибуток склав -58,1 тис. грн. Однак кількість працівників зменшилася в два рази порівняно з минулими роками.

Обсяг продажів ПП «Електрокабель» за останні 4 роки показано на рис. 1.2.

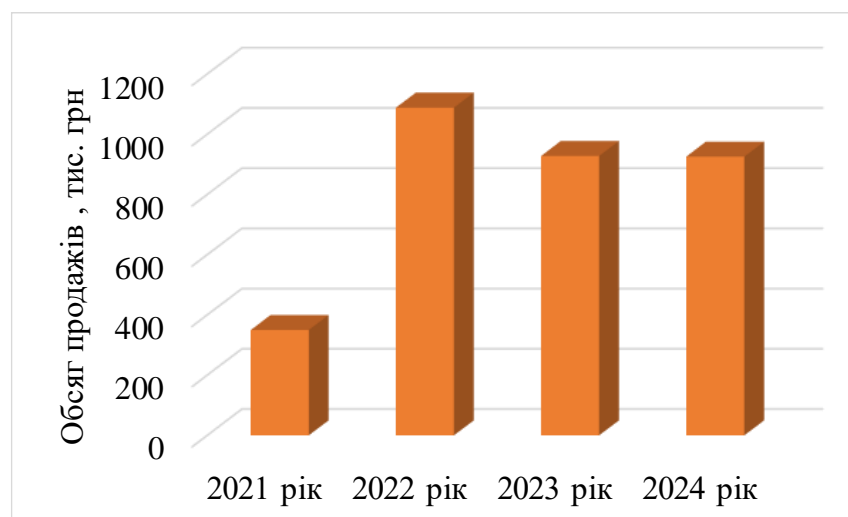


Рис. 1.2. Обсяг продажів ПП «Електрокабель» за 2021-2024 рр.

1.2. Аналіз виробничої діяльності майстерні по ремонту електроустаткування

Виробнича діяльність майстерні по ремонту електроустаткування ПП «Електрокабель» характеризується високим рівнем спеціалізації в області обслуговування та ремонту електротехнічних систем. Основний напрямок діяльності підприємства включає діагностику, ремонт та технічне обслуговування електрообладнання різної складності та призначення. Це охоплює широкий спектр послуг, від відновлення побутових приладів до ремонту промислових електроустановок.

Майстерня обладнана сучасним інструментом та технікою, що дозволяє виконувати ремонтні роботи на високому професійному рівні. Спеціалісти підприємства проходять регулярне навчання та підвищення кваліфікації, що забезпечує високу якість виконуваних робіт та відповідність сучасним стандартам у галузі електротехніки. ПП «Електрокабель» активно впроваджує інноваційні технології та використовує новітні матеріали, що дозволяє значно підвищити ефективність та надійність відремонтованого обладнання.

Діяльність майстерні орієнтована на задоволення потреб клієнтів шляхом надання індивідуальних рішень та гнучкого підходу до кожного замовлення. Підприємство забезпечує швидке виконання ремонтних робіт, що є важливим фактором для підтримки безперебійного функціонування обладнання клієнтів. Крім того, ПП «Електрокабель» надає гарантію на виконані роботи, що підвищує довіру та задоволеність клієнтів.

Важливим аспектом діяльності майстерні є забезпечення високих стандартів безпеки праці та охорони навколишнього середовища. Всі ремонтні роботи виконуються згідно з нормативними вимогами та з дотриманням правил техніки безпеки. ПП «Електрокабель» також приділяє значну увагу екологічним аспектам своєї діяльності, використовуючи екологічно безпечні матеріали та технології, що мінімізують негативний вплив на довкілля.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, виробнича діяльність майстерні по ремонту електроустаткування ПП «Електрокабель» базується на високому професіоналізмі, сучасних технологіях та орієнтації на потреби клієнтів, що забезпечує стабільний розвиток підприємства та високу якість наданих послуг.

1.3. Аналіз існуючого стану системи електрифікації майстерні

Аналіз існуючого стану системи електрифікації майстерні ПП «Електрокабель» виявляє низку проблем і потребу в оновленні для забезпечення безпеки, надійності та ефективності роботи.

Майстерня отримує електроенергію від трансформаторної підстанції ТП-15, розташованої на відстані 0,2 км від підприємства. Електроживлення здійснюється через повітряну лінію електропередачі з використанням алюмінієвого проводу марки АС-50/8. Довжина повітряної лінії становить 200 метрів. Провод АС-50/8, хоча й забезпечує необхідну потужність, є застарілим і менш ефективним порівняно з сучасними матеріалами.

Внутрішня електромережа майстерні складається з проводів марки АПВ. Прокладка проводів здійснена відкритим способом по стінах. Відкритий спосіб прокладки не тільки не відповідає сучасним вимогам безпеки та естетики, але й підвищує ризик механічних пошкоджень та виникнення пожежі.

Основними типами автоматичних вимикачів, що використовуються в майстерні, є моделі серії ВА47-29 від виробника «ІЕК». Ці вимикачі є досить надійними, проте їх кількість і розміщення не завжди відповідають поточним навантаженням та вимогам безпеки. У випадку перевантаження або короткого замикання, існує ризик недостатньої захищеності електромережі.

Для управління електродвигунами та іншими потужними споживачами використовуються магнітні пускачі типу ПМЛ-1100. Ці пускачі забезпечують необхідні функції, але їх вік та знос можуть викликати проблеми з надійністю. Для захисту електродвигунів від перевантажень використовуються теплові

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

реле типу РТЛ-101, які також можуть бути недостатньо ефективними у випадку перевантажень.

Загальний стан системи електрифікації майстерні є застарілим. Багато компонентів системи, включаючи кабелі, вимикачі, пускачі та реле, були встановлені багато років тому і не відповідають сучасним стандартам енергоефективності та безпеки. Недоліки у прокладці проводів, відсутність належного захисту від перевантажень та коротких замикань створюють додаткові ризики для роботи майстерні та безпеки персоналу.

1.4 Висновки та пропозиції

Для підвищення надійності та безпеки роботи майстерні рекомендується проведення комплексної реконструкції системи електрифікації. Це включає заміну застарілих повітряних ліній електропередачі на сучасні кабельні лінії з використанням більш ефективних матеріалів. Внутрішня електромережа повинна бути переобладнана з використанням кабелів в захисних трубах або коробах, що забезпечить додатковий захист від механічних пошкоджень і пожежі.

Слід також встановити сучасні автоматичні вимикачі з функціями захисту від перевантажень та коротких замикань, яка забезпечує високу надійність і відповідає сучасним стандартам. Для управління потужними електродвигунами та іншими пристроями рекомендується використовувати сучасні магнітні пускачі, які забезпечують надійність і тривалий термін служби.

Реконструкція системи електрифікації майстерні ПП «Електрокабель» є необхідною для забезпечення стабільної, безпечної та ефективної роботи підприємства. Це дозволить знизити експлуатаційні витрати, підвищити енергоефективність та створити більш безпечні умови праці для персоналу.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Опис операцій, що виконуються в ремонтній майстерні

Ремонтна майстерня є місцем, де здійснюється ряд важливих операцій для відновлення та налагодження різноманітних механізмів і технічних пристроїв. Основна діяльність полягає в діагностуванні поломок і пошкоджень, аналізі їх причин та розробці плану ремонту. В процесі ремонту майстри виконують розбірку та збірку складних механізмів, заміну деталей і компонентів, а також налагодження їх роботи [3, 4].

Також важливою частиною процесу є технічне обслуговування, яке включає у себе змащення, очищення та налаштування робочих одиниць та механізмів для забезпечення їх ефективної роботи. Майстри також здійснюють перевірку на витоки, тиск і температуру, зокрема в системах охолодження, опалення та гідравліки.

Ремонтна майстерня включає в себе різноманітні інструменти та обладнання для виконання ремонтних робіт, такі як верстати, свердловини, токарні, зварювальні апарати та інші спеціалізовані пристрої. Крім того, важливою складовою є дотримання технічних стандартів та норм безпеки під час виконання усіх робіт, що забезпечує якість і надійність ремонтуваних об'єктів.

Таким чином, ремонтна майстерня є ключовим елементом для збереження та відновлення робочих процесів та функціональності механізмів і технічних пристроїв, що забезпечує їх продовження експлуатації і безперебійну роботу..

2.2. Опис експлуатаційно-ремонтної технічної документації

Усі роботи, виконувані персоналом у ході обслуговування обладнання, повинні відбиватися в спеціальній експлуатаційно-ремонтній технічній документації, що ведеться на енергопідприємстві.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до діючих директивних документів і практикою експлуатації, що склалася, можна виділити чотири основні групи ремонтно-експлуатаційної технічної документації: технічна документація, пов'язана із прийманням електроустановки, що знову вводиться; технічна документація, пов'язана з ремонтом і технічним обслуговуванням устаткування; оперативна документація; інструкції.

Технічна документація по прийманню устаткування, що знову вводиться, оформляється в ході монтажу й приймання й практично не міняється в ході подальшої експлуатації обладнання [3, 5].

У комплект цієї документації в загальному випадку входять матеріали проекту установки трансформатора; документи заводу-виготовлювача; акти й протоколи монтажу, опробувань і випробувань. Після введення змонтованого обладнання в роботу технічна документація по прийманню використовується обслуговуючим персоналом як довідковий матеріал і обновляється тільки при реконструкції установки (у тому числі при заміні обладнання).

Технічна документація з ремонту й технічного обслуговування ведеться на об'єкті в ході робіт із ПЗР і технічному обслуговуванню обладнання. У комплект цієї документації входять акти й протоколи, оформлені на окремі види ремонтних робіт, опробувань і випробувань, а також спеціальні журнали й контрольно-облікові карти.

Кінцева мета ведення технічної документації з ремонту й технічного обслуговування – відобразити з достатньою повнотою конкретний зміст усіх без винятку планових і аварійних робіт, виконаних на електроустановці за період його терміну служби.

Оперативна документація ведеться оперативним (змінним) персоналом, що обслуговує установку. На відміну від попередніх двох видів документації оперативна документація ведеться не стосовно даного обладнання, а по установці в цілому (по підстанції, станції або окремому енергоблоку); однак у записах по установці в цілому в цю документацію вносяться також і записи, що відносяться до даного обладнання.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У комплект інструкцій входять інструкції з оперативного обслуговування, технічного обслуговування та ремонту обладнання. Ці документи підготовлюються до моменту введення обладнання в експлуатацію й надалі періодично переглядаються; з ними повинен бути ознайомлений і ними керується відповідний персонал, пов'язаний з обслуговуванням обладнання.

Технічна документація по прийманню. При прийманні обладнання з монтажу оформляються й передаються експлуатаційному персоналу дві основні групи документів: заводські документи, що отримали із заводу-виготовлювача в комплекті поставки обладнання, і монтажні документи, що відносяться безпосередньо до монтажу обладнання на даному об'єкті.

Технічна документація, пов'язана із прийманням обладнання, що вводиться в роботу в порядку капітального будівництва, готується приймальною комісією в ході приймання спорудженого об'єкта в експлуатацію. Для приймання обладнання в складі нового об'єкта крім документів по прийманню обладнання представляється комплект виконавчих робочих креслень, сертифікати, технічні паспорти та інші документи, що засвідчують якість матеріалів, конструкцій і деталей, застосовуваних при виробництві будівельно-монтажних робіт; акти огляду закритих робіт і акти проміжного приймання окремих відповідальних конструкцій, зокрема, фундаментів, заземлюючих пристроїв, підземних трубопроводів, колодязів; акти індивідуального випробування змонтованого устаткування, у тому числі трубопроводів, систем водопостачання, каналізації, дренажних пристроїв, систем пожежогасіння, протоколи налагодження та приймальних випробувань пристроїв РЗА, систем заземлення та захисту від перенапруг; журнали провадження робіт і авторського нагляду проектних організацій (якщо такий мав місце). У ході роботи приймальних комісій складаються акт приймання устаткування після комплексного випробування, акт робочої комісії про готовність закінченої споруди та акт Державної комісії про приймання закінченого об'єкта в експлуатацію.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Експлуатаційна документація. Основним експлуатаційним документом на обладнання є його технічний паспорт – так звана обліково-контрольна карта (ОКК) [3].

В ОКК відбиваються основні характеристики, відомості про перестановки з об'єкта на об'єкт, а також про відмови в роботі, випробуваннях і ремонтах. В ОКК вкладаються названі вище ремонтні документи й протоколи приймально-здавальних, післяремонтних і міжремонтних випробувань, у тому числі протоколи випробувань комплектуючих частин, введів, пристроїв РПН, вбудованих трансформаторів струму та ін. Сюди ж вкладаються протоколи сушіння обладнання при монтажі або ремонті, акти приймання, протоколи випробування масла, акти розслідування випадків ушкодження обладнання.

До експлуатаційної документації відноситься також і оперативна документація, що перебуває безпосередньо у оперативного персоналу.

Це, насамперед, оперативний журнал, у якому відбиваються всі дії оперативного персоналу по обслуговуванню обладнання: зміни в первинній і вторинній схемах комутації, зміни режиму його роботи, основні відомості про відмови, аварії, ремонти, огляди й т.п. Записи в оперативному журналі проводяться по мірі здійснення тих або інших дій із вказівкою дати, а при одержанні розпорядження або передачі повідомлення вказуються прізвище й посада особи, що дала розпорядження або, що прийняла повідомлення.

Крім оперативного журналу зміни в схемі первинних з'єднань умовними знаками відображаються в добовій схемі, яка ведеться протягом зміни; приймання й здача зміни оформляються підписами як в оперативному журналі, так і на добовій схемі.

Оцінки дефектів та неполадок в роботі обладнання, як і іншого устаткування енергооб'єкта, робляться в спеціальному журналі дефектів. У цьому журналі після запису оперативного персоналу про сутність дефекту керівник (начальник цеху, підстанції) указує необхідні заходи. Після усунення дефекту майстер тут же записує, що саме зроблено.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Записи параметрів, що характеризують роботу трансформатора (рівень напруги, навантаження, температура й ін.), проводяться оперативним персоналом у відомості навантаження з відмічанням дати та години, у які проводилися виміри; періодичність вимірів залежить від значимості установки, параметра та форми оперативного обслуговування установки.

Особливе місце в переліку експлуатаційної документації займають інструкції з обслуговування й ремонту обладнання і його окремих пристроїв. У комплект цих інструкцій входять заводські інструкції, що надходять із заводу-виготовлювача разом із трансформатором і комплектуючими деталями, галузеві та системні інструкції, що відбивають досвід і особливості експлуатації обладнання у галузі та у даній енергосистемі і, нарешті, місцеві інструкції, що складаються для даної конкретної установки (електростанції, підстанції) [5-8].

2.3. Характеристика приміщень майстерні

Характеристики приміщень майстерні стосовно навколишнього середовища та ступеню ураження електричним струмом, згідно з «Правилами безпечної експлуатації електроустановок електроспоживачів», наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Характеристики приміщень майстерні [9, 10]

№ п/п	Назва приміщення	За умовою навколишнього середовища	За ступенем ураження електричним струмом
1	Приміщення для персоналу	сухе	без підвищеної небезпеки
2	Душова	сире	особливо небезпечне
3	Службова кімната	сухе	без підвищеної небезпеки
4	Приміщення для ремонту електрообладнання	сухе	з підвищеною небезпекою

2.4. Паспортні дані технологічного обладнання майстерні

Технічні дані технологічного обладнання майстерні по ремонту та обслуговуванню електроустаткування наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. – Технічні дані технологічного обладнання майстерні

№	Перелік електроустаткування	P , <i>кВт</i>	I_n , А	K_3	K_n	К-ть шт.
1	Вертекально-фрезерний верстат 6Н12ПБ	10	16	0,8	7,5	1
2	Токарно-гвинторізний верстат 1А616	4,5	9	0,9	5	1
3	Стенд для випробування двигунів КИ-5278	7,5	14	0,8	7	1
4	Електричний стенд КИ-2139Б	10	16	0,8	7,5	1
5	Горизонтально-фрезерний верстат 6П80Г	7	13	0,8	7	1
6	Вертикально-свердлильний верстат 2А135	2,8	5	0,7	6	1
7	Круглошліфувальний верстат 3151	4,5	9	0,9	7	1
8	Стенд для розбирання й складання двигунів	7	13	0,8	7	1
9	Мийна машина ОМ-5362	7	14	0,7	6	1
10	Горизонтально-розточувальної верстат 262ПР1	7,5	14	0,7	6	1
11	Протяжний верстат 751ОМ	7,5	14	0,7	7	1
12	Внутрішньошліфувальний напівавтомат 3А252	7	13	0,8	7	1
13	Вертикально -зубофрезерний верстат 5Д32	2,8	5	0,7	6	1
14	Хогинкувальний верстат 3К833	4,5	9	0,9	5	1

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5. Технологічні вимоги до системи електрифікації майстерні з ремонту електроустаткування

Технологічні вимоги до системи електрифікації майстерні з ремонту електроустаткування включають наступне:

– система повинна забезпечувати надійний захист від ураження електричним струмом як для працівників, так і для обладнання шляхом застосування захисних пристроїв, таких як автоматичні вимикачі та диференціальні реле;

– електрифікація має забезпечувати стабільне та безперервне постачання електроенергії для запобігання простою в роботі та збереження функціональності обладнання;

– система електрифікації повинна відповідати всім діючим нормативам і стандартам, таким як «Правила безпечної експлуатації електроустановок електроспоживачів» та «Правилам улаштування електроустановок»;

– необхідно використовувати сучасні технології та обладнання, що дозволяють мінімізувати витрати електроенергії та підвищити енергоефективність майстерні;

– система повинна бути гнучкою для внесення змін і доповнень у разі зміни виробничих потреб або модернізації обладнання;

– обов'язково повинні бути передбачені якісні системи заземлення та ізоляції для запобігання виникнення аварійних ситуацій.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРАХУНОК ВНУТРІШНЬОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ МАЙСТЕРНІ

3.1. Розробка схеми живлення електроприймачів майстерні

При прокладанні внутрішніх електропроводок в відповідності з вимогами (ПУЕ, ПТЕ та ПТБ) повинні враховуватись такі фактори [9-12]:

- умови навколишнього середовища;
- довжина ліній;
- забезпечення пожежо- та вибухобезпечних умов праці персоналу;
- зручність експлуатації;

З врахуванням вищесказаного приймаємо такі основні рішення:

- силові мережі до стаціонарних споживачів прокладаємо проводом ПВ в сталевих трубах, а також кабелем марки ВВГ відкрито;
- систему напруг приймаємо трифазну 380 В з нульовим робочим провідником N і нульовим захисним РЕ.

3.2. Вибір пускозахисної апаратури

Для захисту електроустаткування й мереж від струмів короткого замикання й перевантажень служить пускозахисна апаратура [12, 13].

До неї відносяться:

- плавкі запобіжники (захист від струмів короткого замикання й перевантажень);
- автоматичні вимикачі (захист від струмів короткого замикання й перевантажень);
- різні захисні пристрої й реле (захист від перевантажень або знижень напруги).

Для вибору й розрахунків пускозахисної апаратури необхідно мати наступні дані:

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- номінальний струм обладнання I_n , А;
- пусковий (максимальний) струм I_n , А, який визначається за виразом:

$$I_n = I_{\max} = I_n \cdot K_n, \quad (3.1)$$

де K_n – кратність пускового струму.

- робочий струм I_p , А, який розраховується за виразом:

$$I_p = I_n \cdot K_3, \quad (3.2)$$

де K_3 – коефіцієнт завантаження.

3.2.1. Вибір запобіжників

Розрізняють умови вибору плавких вставок запобіжників:

1) для окремих відгалужень мережі плавкі вставки запобіжників вибирають по наступних двом умовам [12, 13]:

- нормальний струм плавкої вставки запобіжника I_θ , А повинен бути рівний або перевищувати його:

$$I_\theta \geq I_p. \quad (3.3)$$

Для освітлювального навантаження й асинхронних електродвигунів з фазним ротором:

$$I_B = 1,1 \cdot I_p. \quad (3.4)$$

- для лінії з одним асинхронним короткозамкненим електродвигуном з урахуванням характеру навантаження номінальний струм плавкої вставки I_θ , А визначається в такий спосіб:

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_e = I_n / \alpha, \quad (3.5)$$

де α – коефіцієнт умовної роботи електродвигуна,

$\alpha = 2.5$ – при нечастих пусках,

$\alpha = 1.6...2$ – при особливо тяжких умовах пуску (ця умова для захисту освітлювальних навантажень відпадає).

2) для мереж, що живлять кілька груп споживачів (електродвигунів), струм плавкої вставки вибирають виходячи із трьох умов.

Перша умова:

$$I \geq K_0 \cdot \sum I_{pi}, \quad (3.6)$$

де K_0 – коефіцієнт одночасності (при n – загальне число електродвигунів ≥ 3 $K_0=1$, при $n \leq 3$ $K_0 \leq 1$);

I_{pi} – робочий струм i -го двигуна, А.

Друга умова:

$$I_e \geq K_0 \cdot \sum I_{pi} + I_{n.n\bar{o}} / \alpha, \quad (3.7)$$

де $K_0 \cdot \sum I_{pi}$ – сума робочих струмів одночасно працюючих $(n-1)$ електродвигуна з найбільшим пусковим струмом;

α – коефіцієнт, що залежить від умов роботи двигуна з найбільшим пусковим струмом.

3. Умова селективності. Номінальний струм плавкої вставки кожного наступного запобіжника (від споживача до джерела живлення) повинен бути на один – два щаблі більше попереднього запобіжника.

Виберемо плавку вставку запобіжника для захисту магістральної ділянки живлення вертикально-фрезерного верстата.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо робочий струм установки за виразом (3.2):

$$I_p = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A.}$$

Визначимо пусковий струм установки за виразом (3.1):

$$I_n = 16 \cdot 7,5 = 120 \text{ A.}$$

По формулі (3.5) визначимо струм плавкої вставки:

$$I_g = \frac{120}{2,5} = 48 \text{ A.}$$

Приймаємо струм плавкої вставки 50 А і запобіжник ПН2-100 [14]. Вибір запобіжників для іншого обладнання виконуємо аналогічно. Результати вибору зводимо у таблицю 3.1

Таблиця 3.1 - Розподіл запобіжників по установках

Номер установки (згідно табл. 2.2)	Робочий струм I_p , А	Пусковий струм I_n , А	Струм плавкої вставки I_g , А	Тип запобіжника
1	12,8	120	48	ПН2-100
2	8,1	45	18	ПНП-60
3	11,2	98	39	ПНП-60
4	12,8	120	48	ПН2-100
5	3,5	30	12	ПНП-60
6	8,1	45	18	ПНП-60
7	10,4	91	36	ПНП-60

8	10,4	91	36	ПНП-60
9	9,8	84	33	ПНП-60
10	9,8	84	33	ПНП-60
11	11,2	98	39	ПНП-60
12	10,4	91	36	ПНП-60
13	3,5	30	12	ПНП-60
14	8,1	45	18	ПНП-60

3.2.2. Вибір автоматичних вимикачів

Умови вибору автоматичних повітряних вимикачів зводяться до наступного [12, 13]:

1. Номінальна напруга автоматичного вимикача $U_{н.авт}$, В, повинна відповідати напрузі мережі, тобто:

$$U_{н.авт} \geq U. \quad (3.8)$$

2. Номінальний струм вимикача $I_{н.авт}$, А, повинен бути дорівнює робочому або перевищувати його:

$$I_{н.авт} \geq I_p. \quad (3.9)$$

3. Номінальний струм розчіплювача вимикача $I_{н.розч}$, А, повинен бути рівний робочому струму електроприймача або перевищувати його:

$$I_{н.розч} \geq I_p. \quad (3.10)$$

4. Правильність спрацьовування електромагнітного розчіплювача вимикача перевіряють із умови:

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{спр.розч.} \geq 1,25 \cdot I_{max}. \quad (3.11)$$

Для вибору площ перерізу проводів знаходимо $I_{дон}$, А.

Мережі усередині приміщень, виконані відкрито прокладеними проводами з горючою оболонкою або ізоляцією, повинні бути захищені від перевантажень так, щоб:

$$I_{дон} \geq 1,25 \cdot I_{розч.} \quad (3.12)$$

Від перевантажень захищають також освітлювальні мережі в житлових будинках, а також у пожежонебезпечних зонах.

При захищеній проводці в приміщеннях нормального типу необхідний захист від коротких замикань. Так, для вимикачів з тепловими розчіплювачами $I_{т.розч.}$, А:

$$I_{дон} \geq 0,67 \cdot I_{т.розч.} \quad (3.13)$$

а для вимикачів з електромагнітними розчіплювачами $I_{е.розч.}$, А:

$$I_{дон} \geq 0,22 \cdot I_{е.розч.} \quad (3.14)$$

При цьому завжди:

$$I_{дон} \geq I_p. \quad (3.15)$$

Якщо застосований вимикач тільки з тепловим розчіплювачем, то за умовами надійного захисту від коротких замикань необхідно послідовно з ним установлювати також плавкі запобіжники.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виберемо автоматичний вимикач для захисту електроприводу вертикально-фрезерного верстата, який встановлюється безпосередньо на пульті керування верстатом. Вибір виконуємо за наведеними умовами (3.8)-(3.11). Обираємо до монтажу триполюсний вимикач серії NCN320 (3р, С, 20 А) Hager з комбінованим розчіплювачем. Струм електромагнітного розчіплювача обраного вимикача становить 200 А [15].

Вибір автоматичних вимикачів для іншого обладнання виконуємо аналогічно. Результати вибору зводимо у таблицю 3.2

Таблиця 3.5 - Розподіл автоматичних вимикачів по установках

№	Тип установки	Тип АВ	$U_{н.авт}, В$	$I_{н.авт}, А$	$I_{е.розч}$
1	Вертикально-фрезерний верстат 6Н12ПБ	NCN320 (3р,С,20А) Hager	400	20	200
2	Токарно-гвинторізний верстат 1А616	NCN310 (3р,С,10А) Hager	400	10	100
3	Стенд для випробування двигунів КИ-5278	NCN316 (3р,С,16А) Hager	400	16	160
4	Електричний стенд КИ-2139Б	NCN320 (3р,С,20А) Hager	400	20	200
5	Горизонтально-фрезерний верстат 6П80Г	NCN316 (3р,С,16А) Hager	400	16	160
6	Вертикально-свердлильний верстат 2А135	NCN306 (3р,С,6А) Hager	400	6	60
7	Круглошліфувальний верстат 3151	NCN310 (3р,С,10А) Hager	400	10	100
8	Стенд для розбирання й складання двигунів	NCN316 (3р,С,16А) Hager	400	16	160
9	Мийна машина ОМ-5362	NCN316 (3р,С,16А) Hager	400	16	160

10	Горизонтально-розточувальний верстат 262ПР1	NCN316 (3р,С,16А) Hager	400	16	160
11	Протяжний верстат 751ОМ	NCN316 (3р,С,16А) Hager	400	16	160
12	Внутрішньошліфувальний напівавтомат 3А252	NCN316 (3р,С,16А) Hager	400	16	160
13	Вертикально - зубофрезерний верстат 5Д32	NCN306 (3р,С,6А) Hager	400	6	60
14	Хогинкувальний верстат 3К833	NCN310 (3р,С,10А) Hager	400	10	100

3.2.3. Вибір магнітних пускачів

Вибір контакторів та магнітних пускачів для керування електрообладнанням майстерні робимо за умовами [12, 13]:

- по типу;
- по номінальній напрузі:

$$U_{H.M.П} \geq U_M; \quad (3.16)$$

- по величині номінального струму:

$$I_{H.M.П} \geq I_p; \quad (3.17)$$

- по виконанню: реверсивний чи неререверсивний;
- по номінальному струму неспрацьовування теплового реле:

$$I_{H.T.P} \geq I_p; \quad (3.18)$$

- по ступеню захисту;
- по наявності кнопок «Пуск» та «Стоп»;
- по числу допоміжних контактів;
- по роду струму та напруги котушки керування;
- по кліматичному виконанням та категорією розташування.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо двигун або група двигунів заживлюється від шафи керування, що поставляється комплектно з устаткуванням, то магнітний пускач для цього випадку не вибирається.

Виберемо магнітний пускач для керування електроприводом вертикально-фрезерного верстата, який встановлюється безпосередньо на пульті керування. За каталогом [15] обираємо магнітний пускач типу Hager EV01810C 3P 18A 230V AC 1NB AC-3 з номінальним струмом 18 А та напругою котушки керування 230В.

Вибір магнітних пускачів для іншого обладнання виконуємо аналогічно. Результати вибору зводимо у таблицю 3.

Таблиця 3.3. – Результати вибору магнітних пускачів

№	Тип установки	Тип МП	$U_{н.МП}, В$	$I_{н.МП}, А$	$U_{кот.кер}, В$
1	Вертикально-фрезерний верстат 6Н12ПБ	Hager EV01810C 3P 18A 230V AC 1NB AC-3	400	18	230
2	Токарно-гвинторізний верстат 1А616	Hager EV01201C 3P 12A 230V AC 1НЗ AC-3	400	12	230
3	Стенд для випробування двигунів КИ-5278	Hager EV01810C 3P 18A 230V AC 1NB AC-3	400	18	230
4	Електричний стенд КИ-2139Б	Hager EVL021C 3P 21A 230V AC- 5b	400	21	230
5	Горизонтально-фрезерний верстат 6П80Г	Hager EV01810C 3P 18A 230V AC 1NB AC-3	400	18	230
6	Вертикально-свердлильний верстат 2А135	Hager EV01201C 3P 12A 230V AC 1НЗ AC-3	400	12	230

7	Круглошліфувальний верстат 3151	Hager EV01201C 3P 12A 230В AC 1НЗ AC-3	400	12	230
8	Стенд для розбирання й складання двигунів	Hager EV01810C 3P 18A 230В AC 1НВ AC-3	400	18	230
9	Мийна машина ОМ-5362	Hager EV01810C 3P 18A 230В AC 1НВ AC-3	400	18	230
10	Горизонтально-розточувальний верстат 262ПР1	Hager EV01810C 3P 18A 230В AC 1НВ AC-3	400	18	230
11	Протяжний верстат 751ОМ	Hager EV01810C 3P 18A 230В AC 1НВ AC-3	400	18	230
12	Внутрішньошліфувальний напівавтомат 3А252	Hager EV01810C 3P 18A 230В AC 1НВ AC-3	400	18	230
13	Вертикально - зубофрезерний верстат 5Д32	Hager EV01201C 3P 12A 230В AC 1НЗ AC-3	400	12	230
14	Хогинкувальний верстат 3К833	Hager EV01201C 3P 12A 230В AC 1НЗ AC-3	400	12	230

3.3. Вибір проводів та кабелів

При захисті мережі запобіжниками припустимий струм живильних кабелів $I_{дон}$, А визначається за двома умовами [13, 13]:

$$I_{дон} \geq 0,33 \cdot I_{\epsilon}; \quad (3.19)$$

$$I_{дон} \geq I_{\rho}. \quad (3.20)$$

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При захисті мережі автоматичним вимикачем з комбінованим (тепловим і електромагнітним) розчіпвачем припустимий струм живильних кабелів $I_{дон}$, А визначається умовою:

$$I_{дон} \geq 0,67 \cdot I_{н.розч}. \quad (3.21)$$

Вибір провідників для живлення електроустаткування ремонтної майстерні виконуємо табличним способом. Результати вибору заносимо в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4. – Вибір провідників [16]

Найменування електроустаткування	Типи проводів
Вертикально-фрезерний верстат 6Н12ПБ	ППВ 4×2,5
Токарно-гвинторізний верстат 1А616	ППВ 4×2,5
Стенд для випробування двигунів КИ-5278	ППВ 4×6
Електричний стенд КИ-139Б	ППВ 4×10
Горизонтально-фрезерний верстат 6П80Г	ППВ 4×1,5
Вертикально-свердлильний верстат 2А135	ППВ 4×2,5
Круглошліфувальний верстат 3151	ППВ 4×6
Стенд для розбирання й складання двигунів	ППВ 4×6
Мийна машина ОМ-5362	ППВ 4×4
Горизонтально-розточувальний верстат 262ПР1	ППВ 4×4
Протяжний верстат 751ОМ	ППВ 4×6
Внутрішньошліфувальний напівавтомат 3А252	ППВ 4×6
Вертикально - зубофрезерний верстат 5Д32	ППВ 4×1,5
Хогинкувальний верстат 3К833	ППВ 4×2,5

3.4. Вибір ввідних та розподільчих щитів

Для живлення електродвигунів, у яких захист запобіжниками, вибираємо шафу розподільну ШР-11-4 з рубильником на вводі із числом ліній, що відходять, рівним числу обраних запобіжників (враховуючи, що в ряді випадків запобіжник заживлює 2...4 двигуна) плюс 1-2 резервні лінії.

Аналогічно, для живлення електродвигунів, у яких передбачені автоматичні вимикачі, вибираємо пункти розподільні ПР-11-4.

3.5. Розробка схеми розташування силового електрообладнання майстерні

Схема розташування силового електрообладнання майстерні по ремонту та обслуговуванню електрообладнання наведено на листі №1 графічної частини проекту. Розрахунково-монтажна схема освітлювальної та силової мережі показана на листі №3.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

4.1. Вибір системи та виду освітлення

Існують три основні системи освітлення: загальне освітлення, місцеве освітлення та комбіноване освітлення [17, 18]. Загальне освітлення поділяється на рівномірне загальне освітлення і локалізоване загальне освітлення. Комбінована система освітлення включає в себе загальне освітлення та місцеве освітлення, яке встановлюється на кожному робочому місці. Використання виключно місцевого освітлення у виробництві заборонено.

За призначенням освітлення розділяється на такі види:

- робоче освітлення, яке забезпечує нормальні умови праці;
- аварійне освітлення, необхідне для продовження певних робіт у разі аварії робочого освітлення.

У виробничих приміщеннях для економії електроенергії в нічний час використовують чергове освітлення, яке становить 10–15% від робочого освітлення. Враховуючи існуючі системи та види освітлення і їх призначення, у даному проекті приймається система загального освітлення. Вид освітлення – робоче, а також чергове освітлення для спостереження.

4.2. Нормована освітленість виробничих приміщень

Нормована освітленість виробничих приміщень майстерні наведена в таблиці 4.1 [17, 18].

Таблиця 4.1. – Нормована освітленість виробничих приміщень майстерні

№ п/п	Найменування приміщення	Нормативна освітленість, лк	Н світильника, м	Характеристика приміщення
-------	-------------------------	-----------------------------	------------------	---------------------------

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	Приміщення для персоналу	50	3	Сухе
2	Душова	20	3	Сире
3	Службова кімната	50	2	Сухе
4	Приміщення ремонту електрообладнання	200	4	Сухе

4.3. Вибір джерел світла та розміщення їх на плані приміщень

Тип світильників у приміщенні приймається відповідно до їх технічних характеристик, виходячи з умови їх застосування.

Надалі намічається число світильників у приміщенні, виходячи із прийнятої схеми розташування, що забезпечує оптимальне освітлення об'єкта.

Складається план освітлення для кожного приміщення. На ньому вказуються:

- тип світильників;
- записуються дані у вигляді дробу, у чисельнику якого добуток числа ламп на потужність кожної лампи; у знаменнику – висота підвісу світильника.

Для всіх виробничих приміщень обираємо енергоефективні світлодіодні світильники та розміщуємо їх вздовж довшої стіни приміщення.

4.4. Світлотехнічний розрахунок освітлювальної установки

У проекті розрахунки освітлювальної установки виконаємо методом питомої потужності [17, 18].

Розрахунки освітлювальної установки виконується в наступному порядку:

1. Обчислюємо площу приміщення S , м².

Для цього на плані виміряється лінійкою довжина й ширина приміщення, масштаб зображення приміщення на плані 1:200. Площа визначається за виразом:

$$S = a \cdot b, \quad (4.1)$$

де a – довжина приміщення, м;

b – ширина приміщення, м.

2. Відповідно до таблиць [00] вибираємо світильник, залежно від умов застосування.

3. Визначаємо кількість світильників у приміщенні n , шт.:

$$n = \frac{p \cdot S}{P}, \quad (4.2)$$

де n – число світильників, шт.;

p – питома потужність ламп, Вт/м²;

S – площа приміщення, м²;

P – потужність ламп розжарювання, Вт.

Виконуємо розрахунок на прикладі приміщення №1. Оскільки приміщення мають значну висоту, то для умов ремонтної майстерні обираємо світлодіодний світильник типу ЕВРОСВІТЛО 100Вт 6400К ЕВ-100-05 з кривою світла К.

Питома потужність для майстерні 6,8 Вт/м² загального рівномірного освітлення світильниками даного типу при висоті підвісу 3 м та нормованій освітленості 50 лк.

За формулою (4.2) знаходимо кількість світильників:

$$n = \frac{50 \cdot 6,8}{100} = 3,4 \text{ шт.}$$

Приймаємо до монтажу 3 світильника.

За аналогією виконуємо розрахунки по інших приміщеннях, результати зводимо до табл. 5.2.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2. – Кількість та потужність світильників у приміщеннях майстерні

Номер приміщення	Площа приміщення, м ²	Потужність світильника, Вт	Кількість світильників
1	50	100	3
2	20	100	2
3	50	100	3
4	576	100	40

Вибір провідників та пускозахисної апаратури для освітлювальної установки майстерні виконуємо за методикою, наведеною в розділі 3. Результати вибору показано на листі графічної частини роботи №2.

4.5. Вибір щита керування освітленням

Для освітлення використовуються різні освітлювальні щитки серій ОП, ОЩ, ОЩВ, УОЩВ, ЯОУ. Ці щитки призначені для розподілу електричної енергії, рідкісних оперативних увімкнень та вимкнень електричних кіл, а також захисту освітлювальних мереж трифазного змінного струму напругою 380/220 В та частотою 50 Гц від перевантажень і коротких замикань.

Шафа кожного типовиконання комплектується автоматичними вимикачами залежно від числа відхідних групових ліній.

У нашому випадку приймаємо шафу марки ОЩВ-6УХЛ4.

5. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ ДЛЯ СУШІННЯ ІЗОЛЯЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

5.1. Вплив умов навколишнього середовища на роботу електричних машин

Найпоширенішим типом електричних машин на підприємстві є трифазні асинхронні електродвигуни змінного струму. Статистика відмов електродвигунів свідчить, що вихід з ладу електродвигуна відбувається по причині підвищеної вологості ізоляції обмоток двигуна. Це свідчить про вплив навколишнього середовища на роботу електродвигунів.

Великий вплив навколишнього середовища на електродвигуни поширений в тих умовах де електрообладнання використовується і розміщується за межами приміщень, тобто серед неба. В цих умовах зволоження обмоток проходить під дією атмосферних явищ, головним чином, в період довгих сезонних простоїв на протязі року [17, 18].

5.2. Методи та технічні засоби контролю стану ізоляції

Ступінь зволоження ізоляції контролюють по вимірюванню тангенса кута діелектричних втрат, який збільшується майже пропорційно кількості поглиненої вологи. Вимірювання проводять за допомогою моста, наприклад Р 989.

Метод «ємність-частота» заснований на вимірюванні значень ємність при різних частотах і однаковій температурі. Чим більше зростає ємність зі зменшенням частоти, тим більше зволожена ізоляція. На цьому принципі працює прилад ПКВ-8, який вимірює відношення ємностей на частотах 2 і 50 Гц.

В основі методу «ємність-час» лежить явище збільшення ємності з часом при розряді зволоженої ізоляції. Чим менше вологи міститься в ізоляції, тим

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

слабкіше виражене це явище. Критерієм зволоженості є відносний приріст ємності $\Delta C/C$, що виміряється приладом ПКВ - 8.

Згідно інструкції по включенню в роботу обертових електричних машин, електродвигуни на напругу до 1000В включаються в роботу без сушіння, якщо опір ізоляції обмоток, виміряний при температурі 10 - 30°C складає не менше 0,5 МОм.

Мінімальне значення опору ізоляції обмоток нових електродвигунів серії 4А в холодному стані повинне бути не менше 5 МОм, а при робочій температурі - не менше 1 МОм.

При випробуваннях після капітального і поточного ремонтів, а також в процесі експлуатації опір ізоляції в холодному стані допускається не менше 1 МОм, а при температурі 60°C – не менше 0,5 МОм .

Слід зазначити, що абсолютні значення опору ізоляції залежать від геометричних розмірів машини, тому встановлені норми є усередненими для всіх типорозмірів низьковольтних асинхронних двигунів.

5.3. Способи та технічні засоби захисту від зволоження і сушіння ізоляції електродвигунів

Перелік заходів, направлених на зменшення негативної дії навколишнього середовища на ізоляцію, можна розділити на дві групи.

Заходи першої групи є захисними. Вони дозволяють уповільнити проникнення вологи в обмотку і накопичення її в небезпечних кількостях. Сюди відносяться:

- 1) застосування електродвигунів спеціалізованих виконань;
- 2) модернізація електродвигунів при ремонті;
- 3) розміщення двигунів в сухих опалювальних приміщеннях;
- 4) електрообігрів машин в неробочому стані.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для герметизації двигунів передбачено ущільнення підшипникових вузлів. Перевірки показали, що опір ізоляції спец. двигунів знижується у вологому середовищі в 1,5 рази повільніше, чим двигуни загального призначення.

Однак поліпшені вологозахисні властивості електродвигунів спеціалізованого виконання втрачаються в результаті старіння ізоляції в процесі експлуатації, а також після ремонту. Перевірка надійності двигунів спец. Призначення показала, що вони не забезпечили закладених в них кращих показників в порівнянні з електродвигунами загального призначення. Крім того, у складі парку двигунів в сільському господарстві експлуатується не більше 5 % електродвигунів спеціалізованих виконань при потребі в них близько 30...40 %. Отже, в умовах вологого і агресивного середовища працюють в основному двигуни загальнопромислового виконання, причому значна частина їх старих серій А, А0 і А2, А02. Модернізація електродвигунів при ремонті полягає в підвищенні вологостійкості лобових частин обмотки.

Розміщення електродвигунів в сухих опалювальних приміщеннях можливо не завжди, і для цього потрібні значні капітальні вкладення.

Відомо, що проникнення вологого повітря всередину оболонки електричної машини і, як наслідок цього, зволоження ізоляції, можливо лише після того, як температура обмотки стане рівній температурі навколишнього середовища. Отже, якщо в неробочі періоди електродвигуна підтримувати температуру його обмоток дещо вищою зовнішній температурі, то зволоження ізоляції можна уникнути. На цьому принципі заснована, робота ряду пристроїв захистного підігріву обмоток.

Існує метод електрообігріву обмоток за допомогою конденсаторів, включених паралельно головним контактам комутаційного апарату. Необхідне підвищення температури обмоток забезпечується відповідним вибором ємності конденсаторів. Перевагою цього способу є простота і можливість використання конденсаторів для компенсації реактивної потужності, недоліком - відсутність контролю за температурою обмотки.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відомий складніший тиристорний пристрій, в якому перевищення температури обмоток двигуна підтримується постійним при коливаннях температури навколишнього середовища. Для цього в оболонку двигуна встановлюється термочутливий елемент, який дозволяє вимірювати її температуру. За допомогою іншого термочутливого датчика вимірюється температура навколишнього середовища. Таким чином визначається різниця температур, пропорційно якій змінюється кут відкриття тиристора і відповідно струм в обмотках машини.

Перевагою цього пристрою є економія електроенергії, оскільки після відключення двигуна від мережі струм на його обмотці не подається аж до охолодження корпусу до температури на 5...8°C перевищуючої температуру навколишнього середовища. Основним недоліком пристрою слід рахувати необхідність вбудовування терморезистора в оболонку двигуна і виконання додаткових монтажних робіт по прокладці проводів, що сполучають терморезистор з пристроєм.

Друга група заходів щодо зменшення негативної дії навколишнього середовища на ізоляцію пов'язана з періодичним видаленням щодо накопиченої в ізоляції вологи, тобто з сушінням.

Відомі наступні способи сушіння ізоляції електродвигунів, що відволожилася:

- 1) сушіння зовнішнім нагрівом обмоток;
- 2) сушіння індукційними втратами;
- 3) сушіння робочими струмами двигуна;
- 4) електроосмотичне сушіння;
- 5) струмове сушіння.

Перевагою теплових способів сушіння є можливість повного відновлення електричних властивостей ізоляції практично при будь-якому ступені зволоження. Періодична сушка по мірі погіршення стану ізоляції економічніша, ніж безперервний захисний електрообігрів. Проте навіть найбільш

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічний струмовий спосіб сушіння – застосовується обмежено в експлуатаційній практиці через властиві йому недоліки:

- значної тривалості процесу сушки (8., 12 год);
- можливості пошкодження ізоляції внаслідок її розбирання.

Неідеальні також і технічні засоби сушіння. Вони мають наступні недоліки:

- велику масу і габарити;
- значні трудовитрати в експлуатації;
- відсутність систем контролю стану ізоляції;
- створення перешкод в мережі і ін.

Виходячи з вище викладеного, в дипломній роботі поставлена мета – підвищити експлуатаційну надійність асинхронних двигунів, що працюють в тяжких умовах середовища сільськогосподарського виробництва, шляхом розробки і впровадження ефективного способу сушіння і пристроїв для його реалізації.

5.4. Розробка електричної принципової схеми пристрою для сушіння обмоток електродвигунів.

Запропонована принципова електрична схема пристрою для сушіння електродвигунів наведена на листі графічної частини проекту №4.

Пристрій захисту починає працювати після закінчення роботи електродвигуна, коли силові контакти магнітного пускача КМ розімкнені, а допоміжні контакти КМ у колі первинної обмотки трансформатора TV1 замкнені. При цьому елементи схеми отримують живлення $\pm 15\text{В}$ від джерела живлення.

Джерело живлення – це двополярна напруга, яка стабілізована стабілізаторами DA3, DA4 (аркуш графічної частини проекту).

Паралельно силовим контактам КМ приєднаний діляк напруги R1R2. Падіння напруги на резисторах пропорційно струму витоку, а також опору цих резисторів. Падіння напруги $U_{\text{бс. VT1}}$ на резисторі R2 прикладається між базою

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та емітером транзистора VT1 та відкриває його. Транзистор включений як емітер-ний повторювач, тобто він не підсилює вхідну напругу. Діоди VD1, VD15 та конденсатор C1 утворюють однонапівперіодний випрямляч, а стабілітрон VD2 обмежує вхідну напругу, якщо вона перевищує встановлене значення. У залежності від напруги U_{bc} .VT1 струм емітера транзистора утворює падіння напруги на резисторі R3, яке є вхідним $U_{вх}$ для інвертуючого операційного підсилювача DA1.1.

Коефіцієнт підсилення DA1.1 визначається співвідношенням опорів резисторів R6/R4. Вихідна напруга $U_{вих}$ підсилювача подається на входи 9 та 13 компараторів DA1.2, DA1.3 відповідно, а також на вимірювальну голівку PA1 мікроамперметра, за шкалою якого визначають струм витoku та опір ізоляції електродвигуна. На інші входи 10 та 12 компараторів подано опорну напругу, що знімається з повзунків змінних резисторів R10, R11.

Якщо напруга $U_{вих}$ перевищує опорну напругу компаратора DA1.2, на його виході з'являється напруга, що відкриває транзистор VT2. При цьому загоряється світлодіод VH1 який сигналізує про зменшення опору ізоляції електродвигуна нижче 1 МОм (при необхідності поріг спрацювання компаратора регулюється резистором R10). Якщо напруга $U_{вих}$ перевищує опорну напругу компаратора DA1.3, на його виході з'являється напруга, що відкриває транзистор VT3. При цьому загоряється світлодіод VH2 який сигналізує про зменшення опору ізоляції електродвигуна нижче 400 кОм (при необхідності поріг спрацювання компаратора регулюється резистором R11), а також надходить напруга на вхід 2 RS-тригера зібраного на логічних елементах DD1.1, DD1.2.

RS-тригер виконує роль елементарної пам'яті – на його виході з'являється напруга логічної одиниці яка відкриває світлодіод оптопарі U1, а також

надходить до одновібратора, який виконаний на таймері DA2. Разом із світлодіодом відкривається транзистор оптопарі U1 і подає живлення до бази одноперехідного транзистора VT4. До бази цього транзистора приєднаний конденсатор C4, який заряджається від джерела живлення через терморезистори RK1, RK2 та резистор R22 змінного опору. Терморезистор RK1 встановлений

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

усередині електродвигуна (на обмотці), а RK2 на зовнішній поверхні (на статорі). Терморезистори включені послідовно, таким чином напруга, що прикладається до конденсатора С4 пропорційна різниці температур обмотки та навколишнього середовища. Як тільки конденсатор С4 зарядиться до напруги відкривання транзистора VT4, на його виході (між базою 1 та емітером) виникне імпульс напруги, який відкриє тиристор VS1, а той, у свою чергу, відкриє тиристори VS2-VS4. Ці тиристори подадуть на обмотки електродвигуна напругу, яка буде пропорційна частоті розрядки конденсатора С4. Максимальна величина напруги дорівнює половині фазної напруги, тобто 110В. Струм, що тече через обмотки електродвигуна підігріває їх, а його величина контролюється амперметром РА2.

Резистором R22 встановлюють необхідний струм сушки електродвигуна таким чином щоб перевищення температури обмоток двигуна над температурою навколишнього середовища складало 5-10° С. Резистором R21 корегують перевищення температури обмотки статора над температурою навколишнього середовища.

Тривалість подавання напруги на обмотки електродвигуна дорівнює сталій часу таймера DA2, у даному випадку вона дорівнює 1 хвилині та залежить від співвідношення ємності конденсатора С2 та опору резистора R18. Після витримки часу від таймера до входу R тригера надходить сигнал, при цьому на виході 1 буде мати місце напруга низького рівня, після чого тиристори VS2 - VS4 закриваються. Це зроблено для того, щоб пристрій мав можливість постійно контролювати струм витоку. Якщо після підігріву струм витоку зменшився – тригер не дасть команду на подальший підігрів. Напроти, якщо струм витоку не зменшився, тригер знову ввімкне тиристори VS2 – VS; процес підігріву триватиме.

Таким чином, даний пристрій контролює стан ізоляції та висушує її. Це дозволяє зберігати ізоляцію неушкодженою та сприяє збереженню її електроізоляційних властивостей. Завдяки цьому зменшується ризик порушення нормальної роботи електрообладнання та небезпека ураження персоналу електричним струмом.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.5. Специфікація елементів схеми пристрою для сушіння електродвигунів

Специфікація елементів схеми пристрою для сушіння електродвигунів наведена на листі графічної частини проекту разом із принциповою електричною схемою.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Організація роботи з охорони праці у майстерні по ремонту електроустаткування. В майстерні по ремонту електроустаткування відповідальність за організацію роботи з охорони праці несе керівник підприємства або особа, призначена наказом для виконання цих обов'язків. Ця особа зобов'язана забезпечити виконання вимог законодавства з охорони праці, створення безпечних умов праці, а також організацію навчання та інструктажів для працівників.

Першим кроком є проведення вступного інструктажу, який повинні проходити всі новоприйняті працівники, незалежно від їхнього стажу, досвіду чи посади. Вступний інструктаж проводиться спеціалістом з охорони праці і включає ознайомлення з загальними правилами безпеки, вимогами до робочих місць та основними небезпеками, що можуть виникнути під час роботи.

Наступним етапом є первинний інструктаж на робочому місці. Цей інструктаж проводиться безпосередньо на робочому місці і включає ознайомлення з конкретними умовами та правилами безпеки, що стосуються даного робочого процесу чи обладнання. Проводить його безпосередній керівник або досвідчений працівник.

Крім того, регулярні повторні інструктажі повинні проводитись не рідше одного разу на півроку. Вони необхідні для оновлення знань працівників та контролю їх дотримання правил безпеки. Позаплановий інструктаж проводиться у випадках змін в технологічних процесах, після аварій або нещасних випадків, а також при порушенні працівниками правил охорони праці.

Працівники майстерні також повинні проходити навчання з охорони праці, яке включає теоретичну підготовку та практичні заняття. Це навчання проводиться відповідно до затвердженої програми і завершується перевіркою знань з охорони праці. За результатами перевірки видається відповідний документ (посвідчення).

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Окрему увагу необхідно приділяти використанню засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), таких як ізолюючі рукавички, захисні окуляри, спецодяг та інше. Керівництво майстерні зобов'язане забезпечити наявність та справність ЗІЗ, а працівники повинні вміти правильно їх використовувати та доглядати за ними.

Організація роботи з охорони праці включає також проведення медичних оглядів працівників, особливо тих, хто працює в умовах підвищеної небезпеки. Ці огляди дозволяють вчасно виявляти та попереджати професійні захворювання.

Загалом, ефективна організація роботи з охорони праці в майстерні по ремонту електроустаткування вимагає систематичної та комплексної роботи, яка включає навчання, інструктажі, забезпечення засобами захисту та постійний контроль за дотриманням правил безпеки. [19, 20].

Небезпечні та шкідливі фактори, що можуть виникати у майстерні по ремонту електроустаткування. У майстерні по ремонту електроустаткування можуть виникати різні небезпечні та шкідливі фактори, які становлять загрозу для здоров'я і безпеки працівників. Перш за все, це електричний струм, що може стати причиною ураження при недотриманні правил безпеки або при роботі з несправним обладнанням. Також існує ризик виникнення коротких замикань та пожеж, що є серйозною загрозою в будь-якому електротехнічному середовищі.

Окрім електричних небезпек, значну загрозу можуть становити механічні фактори. Робота з електроінструментами та обладнанням передбачає можливість отримання травм, таких як порізи, удари, пошкодження кінцівок. Особливо небезпечними є рухомі частини обладнання, що можуть захопити одяг чи частини тіла працівників.

Не менш важливим є вплив хімічних речовин. У процесі ремонту електроустаткування використовуються різні хімічні сполуки, такі як розчинники, очищувачі та ізоляційні матеріали. Вдихання парів цих речовин або контакт з шкірою можуть призвести до отруєнь, опіків або алергічних реакцій.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фізичні фактори також можуть бути шкідливими. Високий рівень шуму від працюючого обладнання може викликати погіршення слуху, а тривала робота в незручних позах або підняття важких предметів - призвести до опорно-рухових порушень. Недостатнє освітлення або занадто яскраве світло можуть негативно впливати на зір працівників.

Термальні фактори включають ризик отримання опіків від гарячих поверхонь обладнання або від впливу високих температур під час пайки або інших термічних процесів. Також існує ризик перегріву працівників у разі недостатньої вентиляції приміщення.

Психофізіологічні фактори, такі як високий рівень стресу, втома та монотонність роботи, можуть впливати на концентрацію уваги і підвищувати ризик нещасних випадків. Постійне напруження та перевтома можуть призводити до хронічних захворювань та знижувати загальний рівень працездатності.

Загалом, комплексний підхід до ідентифікації та управління небезпечними та шкідливими факторами в майстерні по ремонту електроустаткування є ключовим для забезпечення безпечних умов праці та захисту здоров'я працівників..

Рекомендації щодо впровадження безпечних і здорових умов праці у майстерні по ремонту електроустаткування. Впровадження безпечних і здорових умов праці у майстерні по ремонту електроустаткування починається з розробки та впровадження комплексної системи управління охороною праці. Ця система має охоплювати всі аспекти діяльності майстерні, включаючи оцінку ризиків, розробку та впровадження заходів щодо їх мінімізації, а також постійний моніторинг і вдосконалення процесів.

Перш за все, необхідно забезпечити відповідність робочих місць усім нормативним вимогам і стандартам безпеки. Це включає належне заземлення електрообладнання, забезпечення засобами індивідуального захисту, такими як ізолюючі рукавички, захисні окуляри та спецодяг, а також регулярне проведення перевірок стану електроустаткування.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Особлива увага має бути приділена навчанням і інструктажам працівників. Вони повинні регулярно проходити навчання з охорони праці, яке охоплює як теоретичні знання, так і практичні навички безпечного виконання робіт. Вступний, первинний, повторний і позаплановий інструктажі мають бути організовані таким чином, щоб працівники постійно оновлювали свої знання та навички з безпеки.

Для мінімізації ризиків механічних травм необхідно забезпечити наявність і справність захисних кожухів на рухомих частинах обладнання, а також встановлення бар'єрів і захисних екранів там, де це необхідно. Важливою складовою є також забезпечення належного освітлення робочих місць, щоб уникнути травм через погану видимість.

Для запобігання впливу шкідливих хімічних речовин слід використовувати витяжну вентиляцію в місцях роботи з хімікатами, а також забезпечити працівників засобами індивідуального захисту дихальних шляхів та шкіри. Всі хімічні речовини повинні бути правильно марковані і зберігатися у відповідних умовах. Впровадження ефективної системи вентиляції є ключовим для забезпечення комфортних умов праці, особливо в умовах підвищеної температури чи виділення шкідливих парів. Регулярний контроль мікроклімату, включаючи температуру, вологість і якість повітря, допоможе підтримувати оптимальні умови для працівників.

Психофізіологічні фактори також потребують уваги. Організація праці має бути такою, щоб уникати монотонності і перевтоми. Необхідно забезпечити працівникам можливість для регулярних перерв та створити комфортну зону відпочинку. Також важливо підтримувати здоровий психологічний клімат у колективі, запобігати конфліктам та стресовим ситуаціям.

Висновки. Загалом, впровадження безпечних і здорових умов праці у майстерні по ремонту електроустаткування вимагає комплексного підходу, який включає технічні, організаційні та психологічні заходи. Це дозволить не тільки забезпечити безпеку працівників, але й підвищити їх продуктивність та задоволеність роботою.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. ЕКОЛОГІЯ

Вступ. В умовах сучасного світу, де екологічна безпека набуває все більшого значення, майстерні повинні відповідально ставитися до впливу своєї діяльності на навколишнє середовище. Екологічна експертиза сприяє виявленню потенційних джерел забруднення, оцінці ризиків та розробці заходів для їх мінімізації.

Проведення екологічної експертизи включає аналіз технологічних процесів, що використовуються в майстерні, оцінку використання матеріалів та ресурсів, а також визначення відходів, які утворюються в процесі роботи. Важливим етапом є оцінка ефективності існуючих систем збору та утилізації відходів, а також пошук можливостей для їх удосконалення. Експертиза також враховує потенційний вплив ремонтних робіт на повітря, воду та ґрунт, забезпечуючи розробку рекомендацій щодо запобігання негативним наслідкам [21].

Вплив. Майстерні по ремонту електрообладнання мають суттєвий вплив на навколишнє середовище, зумовлений різними аспектами їхньої діяльності. Одним з основних джерел екологічного навантаження є відходи, що утворюються в процесі ремонту та обслуговування обладнання. До них належать металеві деталі, пластмасові елементи, електронні компоненти, а також різноманітні хімічні речовини, включаючи мастила, розчинники та ізоляційні матеріали. Неналежне управління цими відходами може призвести до забруднення ґрунту, водних ресурсів та повітря.

Діяльність майстерні також пов'язана з використанням великої кількості електроенергії та води, що сприяє вичерпанню природних ресурсів. Енергоспоживання ремонтного обладнання та вентиляційних систем може бути значним, а нераціональне використання води для охолодження чи очищення деталей додає навантаження на місцеву екосистему. Крім того, відпрацьовані води, що містять забруднюючі речовини, можуть потрапляти у природні водні об'єкти, завдаючи шкоди водній флорі та фауні.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ще одним важливим аспектом є викиди забруднюючих речовин у повітря. Процеси пайки, зварювання та обробки поверхонь часто супроводжуються виділенням шкідливих газів та аерозолів, що можуть негативно впливати на якість повітря та здоров'я працівників майстерні. Крім того, використання застарілих технологій та обладнання може збільшувати кількість та токсичність цих викидів.

Потенційно небезпечним є й шумове забруднення, спричинене роботою різноманітного обладнання. Високий рівень шуму не лише впливає на комфорт та здоров'я працівників, але й може поширюватися за межі майстерні, порушуючи спокій місцевих жителів та дикої природи.

Для мінімізації негативного впливу майстерень по ремонту електрообладнання на навколишнє середовище важливо впроваджувати сучасні екологічно безпечні технології, забезпечувати належне управління відходами та раціональне використання ресурсів. Екологічна експертиза та відповідні заходи сприятимуть зниженню екологічного навантаження та забезпечать сталі функціонування підприємств.

Заходи. Для зменшення негативного впливу майстерні по ремонту електрообладнання на навколишнє середовище необхідно впровадити комплекс заходів, спрямованих на оптимізацію використання ресурсів та мінімізацію забруднення. Одним із ключових кроків є впровадження сучасних технологій та обладнання, що забезпечують більш ефективне використання енергії та знижують кількість викидів шкідливих речовин. Це може включати заміну застарілих приладів на енергоефективні аналоги, встановлення систем рекуперації тепла та використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі або вітрові генератори. Важливим аспектом є належне управління відходами. Це передбачає сортування відходів на різні категорії для подальшої переробки та утилізації, використання екологічно безпечних методів знешкодження небезпечних матеріалів, а також впровадження замкнутих циклів використання ресурсів, де відходи одного процесу можуть стати сировиною для

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

іншого. Крім того, слід зменшувати кількість відходів шляхом повторного використання матеріалів і компонентів, що ще придатні для експлуатації.

Значну увагу варто приділити мінімізації водоспоживання та очищенню стічних вод. Використання систем рециркуляції води та встановлення очисних споруд дозволить знизити витрати водних ресурсів та запобігти потраплянню забруднювачів у природні водні об'єкти. Важливо також проводити регулярний моніторинг якості води, що скидається, і дотримуватися встановлених екологічних норм. Для зменшення викидів забруднюючих речовин у повітря необхідно використовувати сучасні системи фільтрації та вентиляції, що забезпечують ефективне видалення шкідливих газів та часток. Крім того, варто оптимізувати технологічні процеси, зменшуючи кількість утворених забруднень, та застосовувати екологічно чистіші матеріали й речовини.

Ще одним важливим заходом є зниження шумового забруднення. Це можна досягти шляхом звукоізоляції обладнання, використання малошумних інструментів та встановлення шумозахисних бар'єрів. Регулярний моніторинг рівня шуму та впровадження відповідних заходів допоможуть забезпечити комфортні умови для працівників і мінімізувати вплив на довкілля.

Окрім технічних заходів, важливо також підвищувати екологічну свідомість працівників через навчання та тренінги, спрямовані на формування відповідального ставлення до навколишнього середовища.

Висновки. Зменшення негативного впливу майстерні по ремонту електрообладнання на навколишнє середовище вимагає комплексного підходу, який включає впровадження сучасних технологій, ефективне управління відходами, раціональне використання ресурсів та зниження рівня забруднення. Застосування енергоефективних приладів, систем рециркуляції води, сучасних систем фільтрації та вентиляції, а також навчання працівників екологічним практикам сприятиме покращенню екологічних показників підприємства. Такий підхід забезпечить стале функціонування майстерні, знижуючи її екологічне навантаження та сприяючи довгостроковій екологічній безпеці.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Реконструкція системи електрифікації ремонтної майстерні електричного устаткування ПП «Електрокабель» у місті Шостка Сумської області є актуальним та економічно обґрунтованим заходом, спрямованим на підвищення ефективності виробничих процесів та зниження витрат. Основною метою реконструкції є покращення якості ремонту електричного обладнання, зменшення часу на виконання робіт та зниження енерговитрат. Важливим аспектом є впровадження сучасних технологій і обладнання, які відповідають новітнім стандартам енергоефективності та безпеки.

Зокрема, розробка пристрою для сушіння ізоляції електричних машин є важливою складовою цього проекту. Сушіння ізоляції є критично важливим процесом, оскільки волога у ізоляційних матеріалах може призвести до значного зниження електричних характеристик та навіть до виходу з ладу електричних машин. Традиційні методи сушіння часто є енергоємними та неефективними, тому розробка нового пристрою дозволить значно підвищити якість сушіння при одночасному зменшенні енерговитрат.

Економічне обґрунтування проекту включає в себе аналіз поточних витрат на електрифікацію та порівняння їх з очікуваними витратами після реконструкції. Очікується, що модернізація системи електрифікації дозволить зменшити витрати на електроенергію за рахунок використання більш ефективних та сучасних технологій. Крім того, впровадження нового сушильного обладнання сприятиме скороченню часу на ремонт та обслуговування електричних машин, що в свою чергу знизить витрати на оплату праці та підвищить продуктивність майстерні.

Таким чином, реконструкція системи електрифікації ремонтної майстерні ПП «Електрокабель» з розробкою пристрою для сушіння ізоляції електричних машин є економічно вигідним проектом, який сприятиме зниженню витрат на електроенергію, підвищенню ефективності виробничих процесів та покращенню якості ремонту електричного устаткування..

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з матеріалами переддипломної практики, капіталовкладення на проект, включаючи витрати на монтаж обладнання та навчання персоналу, складатимуть близько 105 тис. грн. Річне електроспоживання майстерні у 2023 році становило 87 тисяч кВт·год. Практичний досвід показує, що впровадження сучасного енергоефективного обладнання та розробка пристрою для сушіння ізоляції електродвигунів може зменшити енергоспоживання до 10% [22].

Витрати електроенергії у майстерні після проведення реконструкції [22]:

$$P_{np} = P_{\delta} - 0,1 \cdot P_{\delta} \quad (8.1)$$

$$P_{np} = 87 - (0,1 \cdot 87) = 78,3 \text{ тис. кВт} \cdot \text{год.}$$

Прибуток від зниження фонду оплати електроенергії в майстерні:

$$\Delta P = (P_{\delta} - P_{np}) \cdot C, \quad (8.2)$$

де C – тариф на електроенергію (з врахуванням розподілу та доставки), грн/кВт·год.

$$\Delta P = (87 - 78,3) \cdot 6 = 52,2 \text{ тис. грн.}$$

Визначаємо термін окупності [22]:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Delta P}, \quad (8.3)$$

$$T_{ок} = \frac{105000}{52200} = 2,01 \text{ років.}$$

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо коефіцієнт економічної ефективності за виразом [22]:

$$E_{к.е.} = \frac{\Delta\Pi}{K}, \quad (8.4)$$

$$E_{к.е.} = \frac{52200}{105000} = 0,49.$$

Техніко-економічні показники проекту реконструкції системи електрифікації майстерні по ремонту електроустаткування представлені на аркуші графічної частини проекту та у таблиці 8.1.

Таблиця 8.1. Техніко-економічні показники проекту

Показники	Варіант	
	базовий	проектний
Додаткові капіталовкладення, грн.	-	105000
Річна кількість спожитої електричної енергії, тис. кВт·год	87	78,3
Витрати на оплату спожитої електроенергії, тис. грн	522	469,8
Зменшення споживання електричної енергії, %	-	10
Сумарний річний економічний ефект, грн.	-	52200
Коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень	-	0,49
Термін окупності капіталовкладень, роки	-	2,01

Висновки. Реалізація запропонованих у проекті заходів з реконструкції системи електрифікації майстерні з ремонту електроустаткування призведе до зниження споживання електричної енергії на 8,7 тис. кВт·год, що дозволить зекономити 52,2 тис. грн на оплаті електроенергії. Термін окупності капіталовкладень складе 2,01 років.

ВИСНОВКИ

Даний дипломний проект присвячений аналізу та реконструкції системи електрифікації ремонтної майстерні підприємства ПП «Електрокабель». Проведені дослідження включали аналіз виробничої діяльності майстерні, існуючого стану її системи електрифікації, а також розробку нових технічних рішень для покращення ефективності роботи майстерні.

Технологічна частина проекту описує операції, що виконуються в ремонтній майстерні, надає характеристику приміщень та паспортні дані технологічного обладнання. У цій частині також розглянуто вимоги до системи електрифікації майстерні. У розділі, присвяченому розрахунку внутрішньої електричної мережі майстерні, розроблено схему живлення електроприймачів, вибрано пускозахисну апаратуру, проводи, кабелі, ввідні та розподільчі щити, а також розроблено схему розташування силового електрообладнання. Розділ з розробки системи електричного освітлення виробничих приміщень містить вибір системи та виду освітлення, нормовану освітленість, вибір джерел світла та їх розміщення, світлотехнічний розрахунок освітлювальної установки та вибір щита керування освітленням.

Особливу увагу приділено розробці принципової електричної схеми пристрою для сушіння ізоляції електричних машин. Розглянуто вплив умов навколишнього середовища на роботу електричних машин, методи та технічні засоби контролю стану ізоляції, способи захисту від зволоження і сушіння ізоляції електродвигунів. Розроблено електричну принципову схему пристрою для сушіння обмоток електродвигунів та специфікацію елементів схеми.

Розділи з охорони праці та екології містять заходи з безпеки праці та екологічного захисту, що необхідні для реалізації проекту. Реалізація запропонованих у проекті заходів з реконструкції системи електрифікації майстерні з ремонту електроустаткування призведе до зниження споживання електричної енергії на 8,7 тис. кВт·год, що дозволить зекономити 52,2 тис. грн на оплаті електроенергії. Термін окупності капіталовкладень складе 2,01 років.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. YouControl – сервіс перевірки контрагентів. ПП «Електрокабель». [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://surl.li/uoacz>.
2. Opendatabot. ПП «Електрокабель». [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://opendatabot.ua/c/32478981>.
3. Ялпачик В.Ф. Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств. – Мелітополь, 2014. – 235 с.
4. Яцун М.А. Експлуатація та діагностування електричних машин і апаратів. – Львівська політехніка, 2010. – 228 с.
5. Куценко Ю.М., Яковлев В.Ф. Електричні машини і апарати. – Л.: Аграрна освіта, 2013. – 449 с.
6. Augie Hand Electric Motor Maintenance and Troubleshooting. McGraw-Hill/Tab Electronics, 2011, 432 p.
7. Kwang Hee Nam. AC Motor Control and Electrical Vehicle Applications. – CRC Press, 2018. – 556 с.
8. Проектування трифазних асинхронних двигунів з короткозамкненою обмоткою ротора: Навчальний посібник / В.І. Мілих.– Харків: НТУ «ХП», 2009.–93 с.
9. НПАОП 40.1–1.21–98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Національний науково-дослідний інститут охорони праці, 93 с.
10. ПУЕ Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання, станом на 21.08.2017).
11. Електропривод с.г. машин, агрегатів та потокових ліній. Є.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лавриненко, О.С. Марченко, Д.Г. Войтюк. За ред. Жулая Є.Л. – Вища освіта, 2001. – 288 с.
12. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК : підручник / І. І. Мартиненко, В. П. Лисенко, Л. П. Тищенко, І. М. Болбот, П. В.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Олійник. – К. : НМЦ Мін-ва аграрної політики України, 2008. – 330 с; 2020. – 330 с.

13. Дипломне проектування зі спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Методичні рекомендації. Частина 2 «Проектування внутрішньої силової розподільчої мережі. Вибір та перевірка пуско-захисної апаратури» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» / С.О. Квітка, М.В. Постнікова. – Мелітополь: ТДАТУ, 2018. – 76 с.

14. Плавкі запобіжники ПН. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://elektroservice.com.ua/predohraniteli/217-predochraniteli-plavkie-pn2.html>.

15. Каталог продукції Hager. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.hager.ua/zavantazheniya/katalogi-ta-bukleti/21904.htm>.

16. Каталог кабельної продукції. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.avtomats.com.ua/3307-wire_apv.html.

17. В.Ф. Яковлєв, Р.В. Кушлик, С.О. Квітка, Ю.М. Куценко. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення: Навчальний посібник / За заг. ред. проф. Яковлєва В.Ф. – Мелітополь, 2010. – 106 с.

18. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Електричне освітлення та опромінення» для студентів факультету енергетики і автоматики / Л.С. Червінський, Л.О. Сторожук, Б.М. Ковалишин – Київ, НУБіП, 2014 р. – 63 с.

17. Lucas, S., Marian, R., Lucas, M., Bari, S., Ogunwa, T., & Chahl, J. (2022). Research in Life Extension of Electrical Motors by Controlling the Impact of the Environment through Employing Peltier Effect. *Energies*, 15(20), 7659. <https://doi.org/10.3390/en15207659>.

18. Lucas, S.; Marian, R.; Lucas, M.; Bari, S.; Chahl, J. Cooling by Peltier effect and active control systems to thermally manage operating temperatures of electrical Machines (Motors and Generators). *Therm. Sci. Eng. Prog.* 2022, 27, 100990

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Василенко О.О., Хворост Т.В, Семерня О.В., Кіндя О.П. (2021). Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в випускних роботах студентами спеціальностей 208 «Агроінженерія» галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузь знань 14 «Електрична інженерія», 275 «Транспортні технології» галузь знань 27 «Транспорт» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Суми: СНАУ, 14.

20. Закон України "Про охорону праці" від 14 жовтня 1992 р. (Редакція станом на 20.01.2018).

21. Методичні вказівки щодо виконання розділу «Екологічна експертиза» в дипломних роботах (проектах) студентами інженерно-технологічного факультету денної, заочної та дистанційної форми навчання, ОС «Бакалавр». – Суми: Сумський національний аграрний університет, 2021. – 12 с.

22. Економіка та організація виробництва: Методичні вказівки до вивчення курсу для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Укл. І.В. Журило, М.М. Полтавець, – Кропивницький: ЦНТУ, 2017. – 52 с.

					КП.06.3.019.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		