

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 631.171:621.311

ПОГОДЖЕНО

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

проф., д.т.н. /КАПЛУН В.В./
вчене звання, науковий ступінь підпис

” ” 2022 р.
число місяць рік

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

В.о. завідувача кафедри
електротехніки, електромеханіки
та електротехнологій

доц., к.т.н. /ОКУШКО О.В./
вчене звання, науковий ступінь підпис

” ” 2022 р.
число місяць рік

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «РОЗРОБЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ЗАХИСТУ ТРИФАЗНИХ
ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ВІД АНОРМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ З ВИКОРИСТАННЯМ
ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ФІРМИ MICROCHIP TECHNOLOGY INC.»

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код і назва)

Освітня програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(назва)
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

к.т.н., доцент Савченко В.В.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник магістерської роботи

к.т.н., доцент Коробський В.В.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Виконав

Микитюк О.С.
(підпис) (ПІБ)

КИЇВ – 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
електротехніки, електромеханіки
та електротехнологій

К.Т.Н., доцент
науковий ступінь, вчене звання

/ОКУШКО О.В./

підпис ПІБ 2022 року
число місяць рік

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Микитюку Олександр Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітня програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Розроблення пристрою захисту трифазних електродвигунів від анормальних режимів з використанням електротехнічних засобів фірми Microchip Technology Inc.»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 08 грудня 2021 р. № 2066 "С"

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2022.11.05
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи:

- Результати науково-дослідницької роботи кафедри ЕЕЕ.
- Публікації співробітників кафедри ЕЕЕ.
- Результати навчально-дослідницької практики.
- Система ПЗР і ТО електрообладнання сільськогосподарських підприємств.
- Нормативні документи: ПУЕ, ПТЕЕС та ПБЕЕС, ДСТУ, ДБН тощо.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- Аналітична частина. Стан експлуатації електротехнічного обладнання ТОВ «ВАП-БУД» Броварського району.
- Проектування ремонтно-обслуговуючої бази енергетичної (електро-технічної) служби.
- Технологічна частина. Експлуатація енергетичного обладнання.
- Електротехнічна частина. Розрахунки та вибір електрообладнання, електропроводок та електричного освітлення.
- Розробка питань електропостачання та енергозбереження.
- Дослідницька частина. Розроблення пристрою захисту трифазних електродвигунів від анормальних режимів.
- Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Дата видачі завдання 10 грудня 2021 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

(підпис)

Коробський В.В.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Микитюк О.С.

(прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

НУБІП України

Магістерська робота: 111 с., 18 рис., 25 табл., 25 джерел.

Об'єкт дослідження – виробничі технологічні процеси та система електрообладнання станції технічного обслуговування з ремонту електрообладнання, технічні засоби захисту трифазних асинхронних електродвигунів.

Предметом дослідження фізико-хімічні процеси в силовому електрообладнанні та процеси, що відбуваються в технічних засобах захисту асинхронних електродвигунів.

Методи дослідження та апаратура: розрахунково-аналітичний. Теоретичні дослідження стану електрообладнання базуються на загальній теорії перехідних процесів та теорії математичного моделювання і теорії інформації.

Мета роботи - вдосконалення технологічних процесів обслуговування і ремонту електрообладнання на станції технічного обслуговування і ремонту ЦРМ із застосуванням прогресивних технічних засобів захисту трифазних асинхронних електродвигунів з використанням електротехнічних засобів фірми Microchip Technology Inc.

В магістерській кваліфікаційній роботі розроблені питання електрифікації технологічних процесів на станції технічного обслуговування і ремонту електрообладнання, проведено вибір силового електрообладнання, пускозахисної та освітлювальної апаратури, а також розглянуто технічні засоби захисту трифазних асинхронних електродвигунів.

Ключові слова: електрифікація, станція технічного обслуговування з ремонту електрообладнання, технічне обслуговування, ремонт, енергетична служба, електродвигун, технічні засоби захисту, мікроконтролер.

НУБІП України

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ.....	6
ВСТУП.....	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА. СТАН ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРО- ТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТОВ «ВАП-БУД» БРОВАРСЬКОГО РАЙОНУ.....	11
1.1 Технічна характеристика та показники виробничо-господарської діяльності ТОВ «ВАП-БУД».....	11
1.2 Стан електрифікації господарства.....	14
1.3 Характеристика об'єкту проектування і вихідні дані для проектування.....	16
РОЗДІЛ 2.....	18
ПРОЕКТУВАННЯ РЕМОНТНО-ОБСЛУГОВУЮЧОЇ БАЗИ ЕНЕРГЕТИ- ЧНОЇ (ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОЇ) СЛУЖБИ.....	19
2.1 Аналіз існуючої ремонтно-обслуговуючої бази енергетичної служби.....	19
2.2 Обґрунтування і вибір проекту пункту технічного обслуговування і поточного ремонту енергетичного обладнання (ПТО і РЕО).....	19
2.3 Визначення складу ділянок пункту і розрахунок площі діль- ниць.....	21
РОЗДІЛ 3.....	25
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	25
3.1 Технологічні процеси в майстерні з ремонту силового електрообладнання.....	25
3.2 Вибір технологічного обладнання.....	26
3.3 Порядок організації монтажу, налагодження та здачі в експлуатацію.....	28
РОЗДІЛ 4.....	31
РОЗРАХУНКИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, ЕЛЕКТРОПРОВОДІВ ТА ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ.....	31

4.1	Перевірка електродвигунів приводу технологічного обладнання на відповідність параметрам мережі живлення і умовам навколишнього середовища.....	31
4.2	Вибір пускозахисних апаратів та низьковольтних комплектних пристроїв керування.....	38
4.3	Розрахунок електричного освітлення та освітлювальної мережі.....	41
РОЗДІЛ 5.....		47
РОЗРОБКА ПИТАНЬ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ...		47
5.1	Розрахунок електричних навантажень та вибір силового трансформатора.....	47
5.2	Розрахунок лінії 0,38 кВ.....	51
5.3	Розрахунок лінії 10 кВ.....	53
5.4	Перевірка можливості пуску і нормальної роботи асинхронних електродвигунів.....	54
5.5	Перевірка апарату захисту на максимальну вимикаючу здатність.....	58
РОЗДІЛ 6.....		60
ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ТРИФАЗНИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ВІД АНОРМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ.....		
6.1	Основні способи захисту асинхронних електродвигунів від аномальних режимів.....	60
6.2	Пристрій захисту трифазних двигунів на базі мікроконтролера PIC16F676.....	61
РОЗДІЛ 7.....		81
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....		81
7.1	Перелік основних нормативних документів.....	81
7.2	Аналіз стану безпеки праці в господарстві.....	83
7.2.1	Організація роботи з безпеки праці та аналіз рівня і причин травматизму.....	83
7.2.2	Аналіз умов праці в ремонтній майстерні.....	83
7.3	Розробка заходів по усуненню небезпечних і шкідливих	

виробничих факторів.....	84
7.3.1 Перелік технічних та організаційних заходів для усунення небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	84
7.3.2 Вибір індивідуальних засобів захисту.....	85
7.4 Розрахунок заземлювального пристрою споживчої трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ.....	86
7.5 Захист від перенапруг.....	91
7.6 Пожежна безпека.....	93
ВИСНОВКИ.....	95
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	96
ДОДАТКИ.....	99

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ**

НУБІП України
Скорочення:

Система ПЗР і ТО - система планово-запобіжного ремонту і технічного обслуговування електрообладнання;

НТД - нормативно-технічна документація;

ККД - коефіцієнт корисної дії;

ум. од. - умовні одиниці з обслуговування і ремонту електрообладнання;

ТО і Р - технічне обслуговування і ремонт;

ПТОРЕ - пункт технічного обслуговування і ремонту електрообладнання;

УР - умовний ремонт;

ТО - технічне обслуговування;

ПР - поточний ремонт;

ПЛ - повітряна лінія;

РП - розподільчий пристрій;

КЗ - коротке замикання.

Символи:

% - відсотки;

Одиниці:

°С; В; А; Вт; квар; мм; км.

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

В Україні цілеспрямовано здійснюється технічне переснащення сільськогосподарського виробництва із заміною застарілої та малоефективної техніки на більш якісну та надійну, що відповідає потребам сучасного інтенсивного виробництва.

Асинхронний електропривод є основою для широкої електрифікації та автоматизації технологічних процесів у сільськогосподарському виробництві. Трифазні асинхронні електродвигуни є найпоширенішим видом електродвигунів, що використовуються в сільськогосподарських електроприводах.

Поломки електродвигунів викликають порушення технологічних процесів, що завдає значної шкоди народному господарству через недобір продукції, зниження продуктивності тварин, нераціональне використання енергоресурсів тощо. Крім того, на відновлення витрачається велика кількість матеріалів. електродвигунів (обмотувальний дріт, електротехнічна сталь, ізоляційний матеріал тощо), електроенергії та праці. Аналіз причин виходу з ладу електродвигунів показав, що, незважаючи на важкі умови роботи в сільському господарстві, практично всі електродвигуни можна зберегти за допомогою надійного і правильно підбраного захисту.

Зі зростанням парку електродвигунів все більш відчутним стає недолік експлуатаційної надійності: щорічні відмови досягають 20 ... 25%. При цьому господарства несуть значні матеріальні збитки, як прямі – витрати на придбання нового електродвигуна чи капітальний ремонт, так і технологічні втрати, спричинені простоем обладнання чи пошкодженням продукції.

Надійна і безперебійна робота електродвигунів забезпечується насамперед правильним підбором їх за потужністю, режимом роботи, ККД, ступенем захисту від впливу зовнішнього середовища. Крім цього, дуже важливий розумний, технічно грамотний підхід розробників електроприводу до створення схеми управління і захисту, підбору протипотемнюючих пристроїв.

провідниково-кабельної продукції. При встановленні та експлуатації електродвигунів дуже важливо дотримуватись чинних стандартів і правил.

Найщиріші захисти для трифазних електродвигунів - це захисти з електротепловими реле, але вони не завжди досить ефективні. Зручніше використовувати фазний захист типу FUS [20].

Слід зазначити, що є й інші способи захисту. Наприклад, трифазні електродвигуни можна захистити шляхом моніторингу напруги в мережі, струмів навантаження, фазового кута між напругами і струмами, залишкових напруг і струмів і температури обмотки статора.

У деяких випадках контролюють кілька параметрів: струм залишку і температуру обмотки статора або струми навантаження; Фазовий кут між струмами навантаження, опором ізоляції обмотки статора і температурою корпусу двигуна.

За словами дослідників, це означає, що більше електродвигунів використовують у тваринництві (43%) і в різних майстернях (30%). Лише 17% електродвигунів використовуються у сферах сільськогосподарського виробництва (наприклад, первинна переробка зерна). Умови роботи цих основних груп електродвигунів відрізняються. Тому це слід враховувати при виборі засобів захисту.

У сільськогосподарському виробництві використовуються електродвигуни різної потужності. Дані [20] свідчать, що в сільському господарстві використовують переважно електродвигуни потужністю 0,6...13 кВт, а потужність переважної більшості сільськогосподарських електродвигунів становить 1,5...5,5 кВт. Це також слід враховувати при використанні захисних пристроїв на фермах.

Тому питання використання відповідних засобів захисту електродвигунів та вдосконалення нових технологій і методів захисту трифазних короткозамкнутих електродвигунів є актуальним.

Працює. Магістерські роботи визначаються на основі аналізу господарської діяльності підприємства та завдань кафедри, а саме:

– Підбір необхідного технологічного обладнання для обслуговування зони обслуговування сервісної майстерні;

знати технологічні процеси ремонту та обслуговування цеху з ремонту енергетичного обладнання;

– Проаналізувати робочий стан електроустановок у господарстві, процесах обслуговування та запропонувати їх покращення шляхом впровадження більш ефективних заходів захисту трифазних двигунів.

об'єктивний- Удосконалення технологічних процесів обслуговування та ремонту електрообладнання СТО та ремонту ЦРМ із застосуванням передових

технічних засобів захисту трифазних асинхронних електродвигунів з використанням електрообладнання Microchip Technology Inc.

предмет навчання -виробництвотехнологічні процеси та систему електрообладнання АЗС для ремонту електрообладнання, технічних засобівЗахист трифазних асинхронних електродвигунів.

предмет дослідження фізико-хімічні процеси в енергосистемах і в пристроях технічного захисту асинхронних електродвигунів.

Методи дослідження та обладнання:Обробка та аналітика. Теоретичні дослідження стану електротехнічних пристроїв базуються на загальній теорії

перехідних процесів і теорії математичного моделювання та теорії інформації.

Метод іспиту:Обробка та аналітика. Теоретичні дослідження стану електротехнічних пристроїв базуються на загальній теорії перехідних процесів і теорії математичного моделювання та теорії інформації.

НУБІП України

НУБІП України

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.

ЧАСТИНА 1. ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ СТАН ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТОВ «ВАП-СТРОЙ» БРИВАРСЬКОГО РАЙОНУ

1.1 Технічна характеристика та показники виробництва та економіки діяльності ТОВ «ВАП-СТРОЙ».

Товариство з обмеженою відповідальністю "ВАП-БУД" - енергетична компанія спеціалізується на реалізації проектів внутрішніх та зовнішніх електромереж, управлінні та нагляді за проектами, розширенні електромереж, плануванні схем зовнішнього електропостачання, а також електромонтажу, ремонту та пуско-налагоджувальних робіт. На підприємстві працює від 50 до 150 осіб. Компанію очолює директор Петро Буряк. Штаб-квартира компанії знаходиться в Києві, а основні виробничі потужності - в с. Княжичі Пивзаводського району Київської області.

Клімат Броварського району, де розташована компанія, є помірно-континентальною, м'якою та достатньо вологою. За рік на території підприємства випадає 500...600 мм опадів, переважно влітку, тобто з червня по липень. Середньорічна температура +7,2 °С. Температура найжаркішого місяця (липень) +22,5 °С, найхолоднішого (січень) -6 °С. Осінь часто буває теплою і сухою. Перші ранні заморозки - 16 вересня, пізні перші заморозки - 27 жовтня. Середня тривалість безморозного періоду 185 днів. Літо характеризується великою кількістю сонячних днів. Тип ґрунту підзолистий, супіщаний.

На території VAP-BUD Sp. z o. o., розташовані наступні виробничі приміщення: гараж, обладнаний балковим краном для обслуговування та ремонту, козловий кран, три складські цехи, виробничий зал «нового цеху», адміністративно-виробничий корпус, комбінована опалення та електростанція, водонапірна башта, будівля диспетчерського пункту тощо. Наявний склад парку автотранспорту, що знаходиться на території підприємства, та енергетичні

потужності наведені в таблиці. 1.1.

НУБІП УКРАЇНИ

енергетичні потужності **ГМВН "БУД ВАП"**

Таблиця 1.1

ні	Прізвище	Одиниця виміру	Натовп	Продуктивність, кВт
один	Автомобілі, включаючи: - гонорар - Легкові автомобілі (включаючи мікроавтобуси) - Спеціальні (вежі, опорні балки та ін.)	PCS. PCS. PCS.	5 6 чотири	710 450 1000
2	Завелися трактори	PCS.	6	480

корпоративна діяльність "ВАП СТРОЙ":

- «ВАП-БУД» виконує роботи для ПАТ «Київенерго» та акредитовано як виробник та постачальник розподільного обладнання ПАТ «Київенерго»;
- Допомога в отриманні дозволів, підключенні об'єктів, їх узгодження з НЕК «Укренерго», ПАТ «Київенерго» та іншими облenerго (облenerго);
- Розробка техніко-економічних обґрунтувань підключення обладнання до електричних мереж, їх узгодження з НЕК «Укренерго», ПАТ «Київенерго» та іншими облenerго (облenerго);
- комплексний підхід до складання електротехнічних виробів;
- послуга дизайну.

Безпосередньо до Перелік послуг компанії включає:

1. Проектування зовнішніх та внутрішніх мереж електропостачання 0,4 кВ, 10 кВ, 35 кВ ТН, РП.
2. Організація координації проектів енергозабезпечення у відповідних організаціях.
3. Оформлення дозволів, оформлення попередніх даних для технічного обслуговування проекту.
4. Створення та будівництво електростанцій.

5. Часткова модернізація станції.

У разі необхідності часткової модернізації РУН підстанції пропонується замінити існуючих приміщень на нові з блок-роз'єднувачами АРС, РБК, (АПАТОР) в якості комутаційних пристроїв. Це дозволить модернізувати станцію, збільшити кількість ліній електропостачання без повної заміни існуючих розподільних пристроїв.

7. Реконструкція електростанцій (на базі шаф типу SKU) (рис. 1.1).



Рис. 1.1 - Вигляд станції РП НС після реконструкції (на базі шаф типу SKU).

Силкові шафи SKU призначені для прийому та розподілу електроенергії напругою до 660 В трифазного струму частотою 50 Гц в системах з глухозаземленою нейтраллю, а також для захисту ліній електропередачі від

перевантаження і короткого замикання струмів (рис. 1.2). Шафи MSR виготовляються у вигляді шаф OTI і OTS – це універсальні шафи з шинною системою або монтажною платою, призначені для внутрішньої та зовнішньої установки. Широко використовується на підприємствах з підвищеною агресивністю середовища. Корпуси виготовлені з поліестеру, армованого скловолоком, відлитого під тиском у нагрітих формах. Цей матеріал стійкий до ультрафіолетових променів, має високу вогнестійкість і стійкий до зовнішніх механічних впливів. Шафи управління MSR виготовляються як з висувним пристроєм, так і без нього, за однолінійною схемою. Їх доповнюють вертикальні роз'єднувачі запобіжників на лініях електропередачі серії APC. У шафі управління є PEN-смуга, яка використовується для з'єднання нульових проводів відповідних і силових ліній.



Рис. 1.2 - Зовнішній вигляд шаф силових SKU

8. Запуск готового об'єкта, також поетапно.

Виробництво електронної продукції компанії організовано в «новому» цеху, а саме:

- розподільні пристрої низької напруги (РЩНН);
- шафи розподільні (типу SKU);
- Вхідний розгалужувач низької напруги (ВРР);
- Резервні пристрої з автоматичним входом (АРВ);

- Пристрої корекції коефіцієнта потужності (UK RM);
- розподільчі споруди (ЩР, СЧС);
- екранування підлоги будинку (ЩП);
- Щити для квартир (СК).

Відповідно до вимог нормативних актів і контролюючих органів необхідно періодично вимірювати опір ізоляції пристроїв електричної мережі, а також заземлюючих пристроїв, вимірювати електричні параметри електротехнічних пристроїв. Співробітники електромонтажно-вимірювальної лабораторії компанії

«Вап-Буд» (рис. 1.3) обстежують електроустановки, виявляють несправності в схемах та приладах, складають технічні акти про стан електромереж та їх відповідність вимогам ПУЕ та ПТБ. Електротехнічна лабораторія атестована на відповідність критеріям атестації вимірювальних лабораторій відповідно до Принципів уповноваження та атестації в Державній метрологічній системі України. (Свідоцтво № РТ/118/15, видане 10

Після закінчення роботи організація «Вап-Буд» надає реальні дані електровимірів та інформує про стан електроустановок, щоб своєчасно запобігти збоям на об'єкті клієнта. Працівники складають технічний акт про електровимірювання, в якому відображають фактичний стан електроустановок і електроприладів, які пройшли випробування, відповідність параметрів електроустановок в приміщенні існуючий дизайн і стандарти та вимоги, встановлені відповідними організаціями.

Електротехнічна лабораторія виконує вимірювання параметрів об'єктів відповідно до обсягу (електроустановки та пристрої на напругу до 1000 В; силові трансформатори; силові кабельні лінії; автоматичні вимикачі, вимикачі навантаження, роз'єднувачі, КЗ; комплекти розподільчі пристрої; заземлювальні пристрої). тощо):

- вимірювання опору ізоляції;
- вимірювання опору заземлення;
- Вимірювання петлі фаза-нейтраль (фаза-нейтраль);
- Вимірювання металевих зв'язків.



Рис. 1.3 - Електротехнічна лабораторія компанії "ВАП-СТРОЙ"

1.2 Стан електрифікації господарства

Розводка внутрішнього освітлення вищевказаних приміщень здійснюється за допомогою кабелю АППВ на кабелі. Силова провідка виконана кабелем AVRГ і кабелем АРРВ в трубах. Внутрішня електропроводка адміністративно-виробничих приміщень підприємства виконана кабелями марок АПВ, АППВ та AVRГ різного перетину. Зовнішнє освітлення приміщень підприємства здійснюється за допомогою світильників з лампами ДРЛ.

Територія енергозабезпечення характеризується наступними кліматичними умовами, які повторюються кожні 10 років:

- в залежності від товщини льодової стіни - область II;
- за швидкістю вітру - регіон II;
- Грозових годин на рік - 80...100.

Для здійснення всіх видів технологічних процесів споживачі підприємства отримують електроенергію від Броварського РП від ПАТ «Київобленерго». Електропостачання підприємства здійснюється від станції № 693-10/0,4 кВ потужністю 400 кВА (рис. 4.4). Електроустановки підприємства знаходяться в задовільному стані. Магістральні кабельні лінії проектується кабелями АВВГ 1(4х240) і АВВГ 1(4х150).). ПЛ 0,38 кВ виконані проводом СИП 1 (4х35) і змонтовані на залізобетонних опорах. Зовнішнє освітлення здійснюється

лампами ДРЛ. Споживання та втрати електроенергії в компанії «ВАП-СТРОЙ» за 2017 рік наведені в таблиці. 1.2.

За відповідними даними компанії за 2021 рік, кількість спожитої електроенергії, показники якої наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Споживання електроенергії у 2021 році

ряд додатків Електрика	Кількість електроенергії тис. кВт/год
потреби цехового виробництва	2020 рік
комерційні приміщення та будівлі	890
склад	320
зовнішнє освітлення тощо	60
Домашнє споживання	
Разом	3290

1.3 Характеристика об'єкта проектування та вихідні дані для проектування

Тема магістерської роботи – ремонтна майстерня з обслуговування та ремонту силових електронних систем.

вниз Поточний ремонт та обслуговування електрообладнання ТОВ «ВАП-СТРОЙ» є стара майстерня майстерня. Рівень електрифікації виробничо-технологічних процесів у цеху низький.

Пускозахисна апаратура включає електромагнітні пускачі типу ПМА, ПМЕ ПАЕ, ПМЛ, електротеплові реле типу ТРН, РТТ, РТЛ, автоматичні вимикачі типу АП-50, АЕ2000, ВА51, ВА 2000 (виробництва АСКО УкрЕМ). Електродвигуни асинхронні АО, АО2, 4А, АІР та ін., знаходяться на балансі електрообладнання повіту.

В майстерні відсутній стенд для діагностики електрообладнання (особливо сучасного вітчизняного та зарубіжного обладнання), що перешкоджає своєчасному технічному огляду та технічному обслуговуванню. Поточний ремонт проводиться на застарілих технічних системах. Утримуються тупики із

застарілим обладнанням. Відсутнє блокування технологічних пристроїв витяжними системами.

В цілому ступінь електрифікації виробничо-технологічних процесів у цеху недостатньо високий, але майстерні Цех електрифікує та автоматизує такі технологічні процеси: освітлення, вентиляція, сушіння, водопостачання, опалення в

холодну пору року. Тому в майстерській роботі передбачається комплексна електрифікація виробничо-технологічних процесів на основі реконструкції цеху.

Лінія 0,38 кВ з ПТС, яка живить цех на території ВАП-БУД Сп.

Виготовляється з кабелем АВВГ 1(4x25). Навантажувальна здатність цього

кабелю становить 155 А, фактично навантажувальна здатність цеху становить 42 А. Таким чином існує реальна можливість передачі високої потужності по лініях.

У роботі враховуються кліматичні умови, характерні для даної місцевості, умови навколишнього середовища та умови в окремих приміщеннях майстерні. Ці умови впливають на вибір електрообладнання, тип електропроводки та ін.

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТ ОСНОВ РЕМОНТУ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ
(ЕЛЕКТРОБСЛУЖБИ)

2.1 Аналіз існуючої ремонтно-експлуатаційної бази енергосервісу

На фермі створена та діє енергетична служба. До його недолків можна віднести:

- відсутність сучасної ремонтно-експлуатаційної бази;
- недостатнє забезпечення запасними частинами та коштами для ремонту;
- недостатня чисельність і низька дисциплінованість персоналу.

Ці дефекти призводять до того, що стандартне електричне обладнання має менший реальний термін служби, ніж робочі місця, гарантовані виробником.

У кінцевому підсумку недолки в організації енергетичного обслуговування призводять до зростання собівартості виробленої в господарстві продукції.

Метою даного розділу є розробка пропозиції щодо вибору технологічного обладнання цехової ремонтно-експлуатаційної бази.

2.2 Обґрунтування та вибір проекту пункту ТО та поточний ремонт енергетичного обладнання (ВОМ та РЕО)

Проектно-дослідними інститутами розроблено ряд проектів баз і пунктів обслуговування електростанцій, деякі з яких затверджені як типові.

Найбільшого поширення набули типові проекти пунктів обслуговування та ремонту енергетичного обладнання на фермах на 4200 умовних ремонтів на рік (18060 люд.-год./рік) і на 2100 умовних ремонтів на рік (9030 люд.-год./рік).

Річна вартість праці в господарстві з обслуговування та ремонту енергетичного обладнання становить 9083,74 люд.-год./рік. Тому обрано

типовий проєкт ТН 816-1-19 «Ділянка технічного обслуговування та ремонту енергетичного обладнання на 2100 умовних ремонтів на рік» з річним навантаженням 9030 люд.-год./рік.

Відведене місце ПТО і РЕО призначене для технічного обслуговування, поточного ремонту електро-, теплових і термоелектричних установок, охолодження, усунення раптових пошкоджень і збоїв, сушіння, просочування і фарбування, підготовчих і монтажних робіт, усунення несправностей і зварювальних робіт.

Поточному ремонту підлягають дрібні електроустановки, а також окремі деталі і головні вузли різних видів силових пристроїв.

Окрім ПТО та РЕО, на ділянках планується облаштувати стенди для електриків.

До складу ПТО і РЕО входять такі виробничо-допоміжні приміщення:

1. Бокси для стоянки спецавтомобіля ІЖ-27-15. Бокс використовується для обслуговування та дрібного ремонту спецавтомобіля. Є оглядова шахта, автоматичний слюсар, стелажні секції для зберігання запасних частин та слюсарного інструменту, домкрат ручний гідравлічний.

2. зона фарбування. Призначений для фарбування електрообладнання після технічного обслуговування та ремонту (при необхідності). В приміщенні є фарбувальна камера, шафа для фарбувального інструменту, фарборозпилювач та ін.

3. зона витоків та сушіння. Призначений для просочення і сушіння обмоток асинхронних електродвигунів, трансформаторів, автотрансформаторів та інших виробів. Є полиця, сушильна шафа, ванна, витяжка та ін.

4. Складське приміщення. Для зберігання інструментів, монтажних аксесуарів, запасних частин, обладнання, яке пройшло технічне обслуговування чи ремонт або було розібрано для обслуговування чи ремонту.

5. Ремонтно-монтажна ділянка. Це основне виробництво. Він виконує більшу частину розбирання, усунення несправностей, чищення та очищення обладнання. Типовим проєктом передбачено монтаж станцій ремонту

та налагодження апаратури керування, освітлювальної апаратури, електродвигунів, паро- та водозабірної арматури, випробування пристроїв автоматики, мийних пристроїв, консольного мостового крана та інших мостових пристроїв.

6. Місце для підготовки конструкції. Виконуються нескладні роботи з ремонту справних деталей і вузлів, а також свердильно-шліфувальні, зварювальні та інші роботи.

7. Житлові приміщення.

8. бригадира.

9. вентиляційна камера. Він має витяжний вентилятор для видалення пилу та шкідливих випарів із зони майстерні.

10. Електрощит має точки розподілу електроенергії та щити освітлення.

Він є іс основного і бічних відсіків ВВП і РЕО наведені в таблиці.

2.1

2.3 *Визначення складу поперечних перерізів точки та розрахунок площі поперечного перерізу*

Сервісний пункт повинен забезпечити:

- Здійснення ПР електроустановки відповідно до переліку робіт, передбачених системою ПЗР і ТО;
- зберігання матеріалів і запасних частин в кількості, необхідній для поточного технічного обслуговування або поточного ремонту;

Таблиця 2.1

характерВін є іска основного та бічних приміщень ПОТ і РЕО

Прізвище

Площа,

категорія номера

НУБІП	м ²	за умовами околиці навколишнє середовище	за ступенем враження електричний в даний час	за ступенем вогнестійкіс ть	з точки зору надійності електропос тачання
Бокси для паркінгів ІЖ- 2715	54.1	сухий	відсутність підвищеної безпеки	в	ІІІ
площа фарбування	11.5	сухий	відсутність підвищеної безпеки	АЛЕ	ІІ
зона витoku та сушіння	17.6	сухий	з підвищеним ризиком	АЛЕ	ІІ
підключення	34.7	сухий	відсутність підвищеного ризикy	в	ІІ
Ремонтно- монтажна дільниця	67.3	сухий	з підвищеним ризиком	в	ІІ
Дільниця підготовки будівництва	35.5	сухий	з підвищеним ризиком	в	ІІ
бригадир	9.3	сухий	відсутність підвищеної безпеки	д	ІІІ
Житлові приміщення:					
- Гардеробні	18.0	сухий	відсутність підвищеної безпеки	д	ІІІ
- душ	5.25	особливо мокрый	з підвищеним ризиком	д	ІІІ
- Хол	10.4	сухий	відсутність підвищеної безпеки	д	ІІІ
- Ванна	9.0	мокрый	відсутність підвищеної безпеки	д	ІІІ
вентиляційна камера	56,0	сухий	з підвищеним ризиком	в	ІІ
панель приладів	10,0	сухий	з підвищеним ризиком	в	ІІ

НУБІП України

- Зберігання технічної документації, засобів захисту, інструменту та обладнання.

Для проведення ремонтних робіт на ПТОР необхідні наступні ділянки:

- ремонт і монтаж;
- будівельні заготовки;
- забарвлення;
- просочення і сушка;
- Склад витрат

Загальна виробнича площа кожної ділянки визначається за формулою:

$$F_{ox} = n \cdot 0,3 \cdot P \cdot f_p + F_{ob} \quad (2,1)$$

де P – кількість робочих станцій або стандартних пристроїв на одну робочу станцію;

f_p – задана площа на робоче місце, м²; $f_p = 17 \text{ м}^2$;

F_{ob} – загальна площа контуру, зайнята технологічним і допоміжним обладнанням, м².

Визначаються необхідні площі виробничих приміщень.

1. Місце ремонту та монтажу:

$$P=3, f_p=17 \text{ м}^2, f_{ob}=13,25 \text{ м}^2;$$

$$F_{d1} = 3 \cdot 17 + 13,25 = 64,3 \text{ м}^2$$

2. Ділянка підготовки будівництва:

$$P=2, f_p=17 \text{ м}^2, f_{ob}=5,3 \text{ м}^2;$$

$$F_{d2} = 2 \cdot 17 + 5,3 = 39,3 \text{ м}^2.$$

3. Схема витоків і сушіння:

$$P=1, f_p=17 \text{ м}^2, f_{ob}=4,3 \text{ м}^2;$$

$$F_{d3} = 1 \cdot 17 + 4,3 = 21,3 \text{ м}^2.$$

4. Область фарбування:

$$P=1, f_p=9 \text{ м}^2, f_{ob}=2,7 \text{ м}^2;$$

$$F_{cn4} = 9 + 2,7 = 11,7 \text{ м}^2.$$

5. Склад:

6. Інженерне відділення - Електрика: $Fd5=34,7\text{м}^2$.

НУБІП України

7. Вентиляційна камера. $Fd7=56\text{ м}^2$, вентилятори встановлені в двох кімнатах 35 м^2 та 21 м^2 .

8. Кімната спецодягу: $P=11, f_p=1\text{м}^2, f_{об}=7\text{м}^2$;
 $Fd8=11+7=18\text{ м}^2$.

НУБІП України

9. Душ:

10. Ванна кімната: $Fd9=9\text{м}^2$;
 $Fd10=5,25\text{м}^2$.

НУБІП України

11. Розподільні пристрої:

12. Барабан: $Fd11=10\text{м}^2$;
 $Fd12=10,4\text{м}^2$.

НУБІП України

Площі ділянок № 5...12 обрані відповідно до площі цих ділянок згідно з типовим проектом № 816-1-19. Пояснення до приміщень представлено в

матеріалах презентації та в графічній частині роботи.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРИЛАДІВ

3.1 Технологічні процеси в цеху ремонту енергетичного обладнання

До технічної реалізації планується спеціалізована майстерня з центром діагностики електротехнічних пристроїв. Технічне обслуговування, поточний ремонт електростанцій.

Технологічний процес ремонту включає наступні технологічні операції:

доставка майстерні;
розбирання;
очищення та миття вузлів і агрегатів;

виявлення помилок;

Ремонт зношених деталей і збірних елементів;

Вибирати колекція;
налаштування та випробування після ремонту;

фарбування та сушіння;

Напрямок до магазину ремонтних журналів або місяця встановлення.

Процес ремонту починається з прання. У процесі технологічного ремонту мийку і очищення проводять у кілька етапів: зовнішнє миття; промивання збірних елементів; Очищення окремих деталей у спеціальних машинах

На початку ремонту система частково розбирається на блоки остаточного миття, потім конвеєром транспортується в камеру остаточного очищення, а потім повністю демонтується.

З місяця розбирання агрегатів і промивання деталей ємності з деталями надходять на місце усунення несправностей.

Метою усунення несправностей є визначення фактичного технічного стану деталей і вузлів з метою прийняття правильного рішення про можливість їх

подальшого використання. Тара доставляється із зони виявлення помилок в зону комплектування. Метою роботи є підготовка комплектів деталей для складання вузлів. Зібрані та перевірені вузли та агрегати фарбуються та надходять на конвеєр.

Деякі компоненти збираються та випробовуються в окремих приміщеннях цеху перед остаточним встановленням. У малярному цеху проводяться роботи з підготовки поверхні до фарбування та сам процес фарбування.

3.2 Вибір технологічного обладнання

Беремо комплект технологічного обладнання цеху і орієнтуємося на типовий проект ТП 816-1-19 «Агентство з обслуговування та ремонту енергетичного обладнання на 2100 аварійних ремонтів на рік» з річною трудомісткістю 9030 люд.-год./рік.

ПТОРЕ надає сучасне технологічне обладнання, що забезпечує виконання широкого спектру технологічних операцій з технологічного обслуговування та ремонту електроустаткування.

Технологічне обладнання ремонтно-монтажної дільниці повинно забезпечувати можливість продуктивного і якісного виконання робіт з демонтажу, миття вузлів і деталей, усунення несправностей і транспортування вузлів, вузлів до відповідних ремонтних ділянок.

Розміщення техніки на окремих ділянках здійснюється з урахуванням порядку ремонту та механізації вантажно-розвантажувальних робіт. Ремонтно-монтажні роботи проводяться в спеціалізованих місцях.

Для налагодження електрообладнання, приладів і засобів автоматики використовується пересувна електротехнічна лабораторія ЕНЛ - на базі фургона ІЖ-2715 або Таврія. Джерело живлення – зовнішня мережа 220В/380В; Кількість працівників – 2 працівники.

Лабораторія оснащена інструментами та приладами, необхідними для вимірювання опору ізоляції обмоток електричних машин та інших пристроїв, випробування силових кабелів напругою до 10 кВ, вимірювання опору

постійному струму, контурів заземлення та заземлювальних пристроїв, визначення групи з'єднань обмоток трансформатора, полярність обмотки, електричні машини тощо.

Мостові (балочні) крани використовуються для демонтажу двигунів, трансформаторів та інших важких елементів.

Контрольно-вимірговальні станції, столи, шафи і вимірювальні прилади використовуються для виконання контрольних і несправних робіт, а також обліку. Інструменти та обладнання для пошуку несправностей і сортування деталей.

На слюсарно-механічній дільниці виконуються роботи, пов'язані з обробкою деталей, а також деякі слюсарні роботи з ремонту деталей. нестандартне обладнання, технологічне обладнання та інструмент.

Технологічне обладнання закладу включає токарно-гвинтокарний верстат, універсальний фрезерний верстат і вертикально-розточувальний верстат.

Зварювання та зварювання металів є найпоширенішими технологічними процесами при виконанні ремонтних робіт механічного обладнання. У цих роботах в основному застосовують дугове зварювання. Крім того, ковальсько-зварювальне відділення цеху працює над відновленням деталей під тиском, виготовленням нових деталей та їх окремих частин.

Пневматичні кувальні молоти застосовуються для широкого спектру ковальських робіт, що виконуються в процесі зварювального кування плоских і фасонних ампул. Для нагрівання деталей використовують поковки і печі.

На місці збору проводяться ремонтно-монтажні роботи, пов'язані з очищенням та налагодженням електрообладнання. Ділянка обладнана станціями для очищення електрообладнання та різними випробувальними приладами.

Устаткування станції діагностики електроустаткування включає спеціалізовані станції перевірки та налагодження електроустаткування (установка КИУ-5), універсальну випробувальну станцію наземного електромонтера (УІССЕ) та ін.

Розташування технологічного обладнання в цеху наведено в додатку А. специфікація основного технологічного обладнання, встановленого в приміщеннях

і приміщеннях цеху, наведена в табл. 3.1.

3.3 Порядок організації монтажу, усунення несправностей та пусконаладжувальних робіт

Організацію та виконання робіт з монтажу електрообладнання проводити згідно із затвердженим проектом відповідно до ПУЕ, ПТЕ та ПТБ, ДБН, ДСТУ та інших нормативних документів.

Необхідне силове обладнання, дроти, кабелі, кріпильні виробинадається установником після перевірки комплектності поставки та дотримання повних специфікацій виробника. Проектно-кошторисна документація, технічна документація підприємств-виробників повинні бути передані від організації електроустановок у порядку та у строки, визначені «Правилами підяду та капітального будівництва» та «Правилами взаємовідносин генпідрядних і субпідрядних організацій».

Сучасна технологія електромонтажних робіт передбачає їх виконання в два етапи. На першому етапі виконуються роботи, пов'язані з монтажем закладних елементів будівельних конструкцій, підготовкою траси електромонтажу та заземлення, монтажем і армуванням поза зоною монтажу вузлів і блоків. Прокладання мережі на готових трасах.

На другому етапі проводяться роботи, пов'язані зі складанням раніше поставлених блоків і блоків, арматури і підключення проводів і кабелів до електротехнічних пристроїв. Після встановлення, коли робота закінчена,

Таблиця 3.1

Обладнання та електротехнічні пристрої об'єкта, що використовуються для виконання ПР та обслуговування електростанції

ні зарплата	ідентифікація пристрою	Введіть ГОСТ	розміри, мм	натов п, PCS.	Мебльована Енергія, кВт
один	2	3	чотири	50	6
один	кабіна для розпилення фарб/ульт	К0.00.000.ЗІТЕРг. в-ва СО-71А	1832x920x1726	один	один
3	сушильна шафа	СНОЛ-3,5Х3,5 35/343	1400x350	один	40
чотирь	сушильна шафа	СЕР-282А		один	7.5
5	мийка (пересувна)	ОМ-1316	1250x620x960	2	
6	дренаж сухого бака	ШВ.00.000.ЗІТЕП	1530x1270x2560	один	
7	Мобільний долинний хробак	ГОСТ 1106-74		один	
вісім	Ванна підігріву підшипників	ОКС-1513	1360x500x850	один	тридцять
9	Пристрій для промивання глибинних насосів	ОРГ-4990	1200x500x1000	один	3.5
десять	автомішка		1000x500x1000		3.72
одиннадцять	Станція ремонту коробок передач		1540x900x1270	один	4.5
12	Стенди для ремонту та випробування систем випромінювання та освітлення	ЕЗ7Н.000.ВНШЕМ с.х.	1600x900x1300	один	2.2
чотирнадцять	Мобільний гаражний компресор	Модель 1136В2		один	1.5
п'ятнадцять	Стационарний верстат для ремонту асинхронних двигунів	ЕЗ6ІВНШЕМ с.х.		один	
16	підставка розетка	Е40Н ВНШЕМ с.х.	510x260x600	один	тридцять
17	слюсарна машина	5105.000.ГОСНИТ	1500x600x600	6	
вісімнадцять	Настільний дріль	НС-12А		один	0.6

19

гідравлічний прес

2153 Ми

один

0,8

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця продовження. 3.1

од ин дв	3	3	чотири	5	6
ад ця ть	Металевий монтажний стіл	ОПФ 1468-01 БУДЬ ЛАСКА	1200x800x600	один	
21	підвісний кран	0,5-5t-4,5-6- 2201.380 ГОСТ 7890-76		один	1.23
22	кран	ОПТ-1153		один	0.87
23	Трансформатор спаює мідні дроти	ОС3-3105	400x500x500	один	3.0
24	Електрозварювальн ий стіл	ОКС-7523	1100x750x715	один	
25	Мобільний зварювальний трансформатор	ТД-300-2У2 5157.000	640x490x715	один	19.4
26	овочечистка і м'ясорубка	3В534	1000x665x1230	один	4.6
27	система відведення пилу	ЗЛЛ-900М		один	1.5
28	Гідравлічний грубогіб	Рентген-2		один	

Електрообладнання передається організації електроустановок для адаптації під замовника та організації проводити пусконаладжувальні роботи відповідно до законодавства.

Повідомлення про готовність електрообладнання до приймання робіт передаються генпідряднику спільно електромонтажними та пусконаладжувальними організаціями за договором підряду. Для цього

необхідно подати такі документи:

комплект робочих креслень електричної частини;

Процедури та журнали електромонтажу та усунення несправностей;
заводська документація.

Порядок приймання та введення в експлуатацію електрообладнання наведено в інструкції.

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНКИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, ЕЛЕКТРОКАБЕЛІВ
ТА ЕЛЕКТРООСВІТЛЕННЯ

4.1 Перевірка електродвигунів приводу технологічного обладнання на відповідність параметрам електромережі та умовам зовнішнього середовища

Вибір електродвигунів здійснюється згідно з діючими нормами технологічного проектування ДБН (СНиП), ДСТУ та ін.

Для перевірки параметрів електродвигуна допускається один вентиляційний пристрій, а саме електродвигун приводу витяжного вентилятора Ц4-70 № 5, який знаходиться у фарбувальній.

Технічні характеристики вентилятора:

- подача $L=4055,2$ м³/год;

- тиск $r = 58,5$ кг/м²;

- швидкість 1420 об / хв.

Оскільки частота обертання вентилятора $n = 1420$ об/хв, слід вибрати двигун із синхронною швидкістю $n_n = 1500$ об/хв. Ступінь захисту електродвигуна від впливу зовнішнього середовища IP54.

Навантаження на електродвигун стабільне, режим роботи електродвигуна тривалий - S1. Конструкція електродвигуна по ГОСТ 2479-79; Допускається IM1001 - двигун на лапах з двома підшипниками, з циліндричним кінцем вала, будь-яке положення в просторі.

Установлена потужність електродвигуна вентилятора з урахуванням запасу становить:

$$P_c = (K_z L_d P_{9,8 10-3}) / (3600 \eta_v \eta_n); \quad (4.1)$$

де K_z - коефіцієнт запасу потужності для пуску електродвигунів потужністю до 2 кВт; $K_z = 1,2 \dots 1,5$;

P - Вакуум, $P = 58,2$ мм вод.ст. шт.;

L_d - номінальна потужність вентилятора, $L_d = 4055,2$ м³/год;

η_{ω} – коефіцієнт продуктивності вентилятора (КПД), $\eta_{\omega} = 0,6 \div 15$;

η_{ν} – КПД редуктора, $\eta_{\nu} = 1$, тому що вентилятор знаходиться на валу двигуна.

Тому,

$$R_{ts} \approx (1,2 \cdot 4055,2 \cdot 58,5 \cdot 9,8 \cdot 10^{-3}) / 3600 \cdot 0,6 \cdot 1 = 1,29 \text{ кВт.}$$

Номинальна потужність вибирається з умови: $R_{ном} \geq R_{с}$.

Живлення двигуна здійснюється від трифазної мережі з частотою 50 Гц. За швидкістю обертання двигун підбирається виходячи з числа оборотів, яке повинно становити 930 ... 1420 об / хв, щоб забезпечити необхідний тиск і витрата.

Було обрано загальнопромисловий електродвигун наступної вищої потужності, AIR80V4 U3.

Паспортні дані електродвигуна: $P_{н.дв.} = 1,5 \text{ кВт}$; $I_m = 3,6 \text{ А}$; $\eta = 77\%$; \cos

$\phi = 0,83$; $n_i = 1395 \text{ об/хв}$.

Так, для двигуна потужністю $P_n = 1,5 \text{ кВт}$:

- кратність пускового моменту $M_{пуск} / M_n = 2,0$;
- кратний мінімальний крутний момент $M_{min} / M_n = 1,6$;
- кратний максимальному крутному моменту $M_{max} / M_n = 2,2$;
- кратність пускового моменту $I_{start} / I_n = 5$;
- Момент інерції ротора двигуна $J_{дв} = 0,0033 \text{ кгм}^2$.

Обраний електродвигун перевіряється на сумісність з робочою машиною, тобто відцентровим вентилятором Ц4-70 №5.

Вибраний електродвигун перевіряють на відповідність умовам пуску при зниженій напрузі -7,5% і розмаху його параметрів по ГОСТ 123-73.

Час запуску електродвигуна визначається за допомогою графоаналітичного процесу, а електродвигун перевіряється на нагрів під час запуску.

Механічні властивості вентилятора розраховуються за такою формулою:

$$M_s \approx M_{so} + (M_{sn} - M_{so}) \cdot (\eta_{\omega} / \eta_{\nu}) \cdot (4.2)$$

де M_{co} – момент тертя, що не залежить від зміни швидкості, Нм;

M_{sn} – статичний момент опору вентилятора на номінальній швидкості, Нм;

ω – дійсне значення кутової швидкості, 1/с;

$\omega /$ – номінальна кутова швидкість, 1/с;

x – коефіцієнт, що характеризує ступінь залежності моменту статичного опору від числа обертів, для вентиляторів $x=2 \dots 15$.

$$M_{Sn} = 9550 P_n / n_n = 9550 \cdot 1,32 / 1395 = 9,0 \text{ Нм}; \quad (4,3)$$

$$\omega v = (2\pi v) / 60 = (3,141395) / 60 = 146 \text{ 1/с}; \quad (4,4)$$

$$M_{ed1} = 0,15 \cdot M_{ed} = 0,159 \cdot 0 = 1,35 \text{ Нм}; \quad (4,5)$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1

Розрахунок механічних характеристик вентилятора							
$\omega, 1/с$	0	3.14	62.8	94.2	125.6	148.7	157
жітка, Нм	1.34	1.68	2.7	4.37	6.73	8.9	9.8

Для створення механічних властивостей двигуна критичне ковзання визначається за формулою:

$$s_{кр} = \frac{s + \sqrt{\frac{\mu_{кр}-1}{s_n \mu_1 - 1}}}{1 + \sqrt{\frac{\mu_{кр}-1}{s_n \mu_1 - 1}}} \quad (4.6)$$

де $\mu_{кр}$ – кратне максимальному крутному моменту, $\mu_{кр}=2,2$;

μ_1 – відношення максимального моменту до пускового:
 $\mu_1 = \mu_{кр} / \mu_p = 2,2 / 2,0 = 1,1$;

$s_{гара}$ – номінальне значення ковзання, $s_{гара} = 0,08$.

Тоді значення критичного ковзання:

$$s_{кр} = \frac{0,08 + \sqrt{\frac{0,08 \cdot 2,2 - 1}{1,1 - 1}}}{1 + \sqrt{\frac{0,08 \cdot 2,2 - 1}{1,1 - 1}}} = 0,45.$$

Натуральна механічна характеристика M_{dv} створена з каталожних даних

електродвигуна [12], $= f(n)$ у п'яти характерних точках (рис. 3.1):

1 бал - неробочий стрибок: $M1 = 0; s1 \neq 0;$

2-точковий - номінальний режим роботи $M2 = Mn; s2 = sn;$

$$Mn \approx 9550 \frac{Pn \cdot dv}{n}, (4,7)$$

де Mn - номінальний крутний момент електродвигуна, Нм;

$Pn \cdot dv$ - номінальна потужність електродвигуна, кВт;

fn - Номінальна частота обертання електродвигуна, об/хв.

$$sn \approx (nc - nn) / nc, (4,8)$$

де sn - номінальне ковзання двигуна;

n/a - Синхронна швидкість, об/хв.

Підставляючи дані у формули (4.7) і (4.8) отримуємо:

$$Mn \approx 9550 \cdot 1,5 / 1395 \approx 10,1 \text{ Нм};$$

$$sn \approx (1500 - 1395) / 1500 \approx 0,08.$$

3 точка - точка максимального крутного моменту: $M3 = Mmax; s3 = smax$

= s_r :

$$Mmax \approx k \cdot Mn \approx 2,2 \cdot 1,92 \approx 4,22 \text{ Нм}; \quad (4,9)$$

$$I_{max} = 4,22 \text{ Нм}; \quad sk = 0,45.$$

4 бали - точка мінімального моменту; $M4 = Mmin; s4 = 0,7:$

$$Mmin \approx min \cdot Mn \approx 1,6 \cdot 10,1 = 16,16 \text{ Нм}; (4.10)$$

5-точка - початкова точка крутного моменту: $M5 = Mstart; s5 = 1:$

$$M_{start} = 2 \cdot 10,1 = 20,2 \text{ Нм}.$$

Дані для створення штучної механічної характеристики $M'dv = f(\omega)$

визначають при падінні напруги на записках навантаження на $-7,5\%$ $U_{ном}$ за стандартом. Тут використовується формула:

$$M' = (0,925)2M, (4.11)$$

де M - відповідні значення крутного моменту електродвигуна, Нм.

Ми отримуємо:

$$M_{nom} = (0,925)^2 \cdot 10,1 = 8,7 \text{ Нм};$$

$$M'_{max} = (0,925)^2 \cdot 22,22 = 19,1 \text{ Нм};$$

$$M_{min} = (0,925)^2 \cdot 16,16 = 13,9 \text{ Нм};$$

$$M'_{start} = (0,925)^2 \cdot 20,2 = 17,3 \text{ Нм}.$$

Друга штучна механічна властивість $M'_{dv} = f(\omega)$ визначається відхиленням моментів. Згідно ГОСТ 183-74:

$$\Delta M_{\chi p} (\%) = -10\%; \Delta M_{\mu v} = -20\%; \Delta M_{\delta} (\%) = -15\%.$$

дані

$$M'_{max} = 0,9 M_{max} = 0,9 \cdot 22,22 = 17,2 \text{ Нм};$$

$$M'_{min} = 0,8 M_{min} = 0,8 \cdot 16,16 = 11,12 \text{ Нм};$$

$$M'_{початок} = 0,85 M_{початок} = 0,85 \cdot 20,2 = 14,7 \text{ Нм};$$

$$M'_{n} = M_n = 10,1 \text{ Нм}.$$

Розрахункові дані по конструкції механічних властивостей електродвигуна АИР80В4У3 наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Дані розрахунку структури механічних властивостей електродвигуна

$\omega, \text{ c}^{-1}$	78,5	72,2	43,1	23,5	0	Помітне ім'я
ϵ	0	0,08	0,45	0,7	один	
$M, \text{ Нм}$	0	10,1	22,22	16,16	20,2	звичайно $\frac{1}{4} = f(\omega)$
$M', \text{ хм}$	0	8,7	19,1	13,9	17,3	штучний, з $U = -7,5\%$
$M', \text{ хм}$	0	6,3	17,2	11,12	14,7	штучний, з відхиленням моментів $\square M$

На основі цих характеристик будується динамічна характеристика $M_{dyn} = f(\omega)$:

$$M_{dyn} \approx M_{dv} - \text{жіноча (4.12)}$$

За допомогою динамічних характеристик $M_{dyn} \approx f(\omega)$ (рис. 4.1) визначається час пуску електродвигуна t_p .

Для цього характеристичну криву розбивають по осі ординат на рівні

перетину і графічно визначають середнє значення динамічного моменту для кожного перерізу.

Тривалість пуску електродвигуна в цьому випадку:

$$t_i = \sum_{j=1}^n \Delta t_j, \quad (4.13)$$

де t_i – час запуску двигуна на i -му відрізку, с.

$$\Delta t_i = j_i \delta \frac{\Delta \omega_i}{\Delta M_{\text{ср}}}, \quad (4.14)$$

де $j_{\text{пр}}$ – приведений момент інерції валу двигуна, кгм²;

$\Delta \omega_i$ – частота обертання в i -му сегменті, рад/с;

$\Delta M \geq M_{\text{р}}$ – середній динамічний момент в i -й ділянці, Нм (рис. 4.1).

Момент інерції, приведений до валу двигуна, визначається за формулою:

$$J_{\text{пр}} = J_{\text{дв}} + J_{\text{вент}}, \quad (4.15)$$

де $J_{\text{дв}}$ – момент інерції двигуна, кгм²; для двигуна АІР80В4У3 - $J_{\text{дв}} = 0,0033$ кгм²;

$J_{\text{вент}}$ – момент інерції вентилятора, кгм²; $J_{\text{вент}} = 0,009$ кгм².

$$J_{\text{пр}} = 0,0033 + 0,009 = 0,0123 \text{ кгм}^2 = 0,123 \text{ Нм}^2.$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю. 4.3. Час пуску електродвигуна

становить: $t_{\text{р}} = \Delta t_i = 1,12$ с.

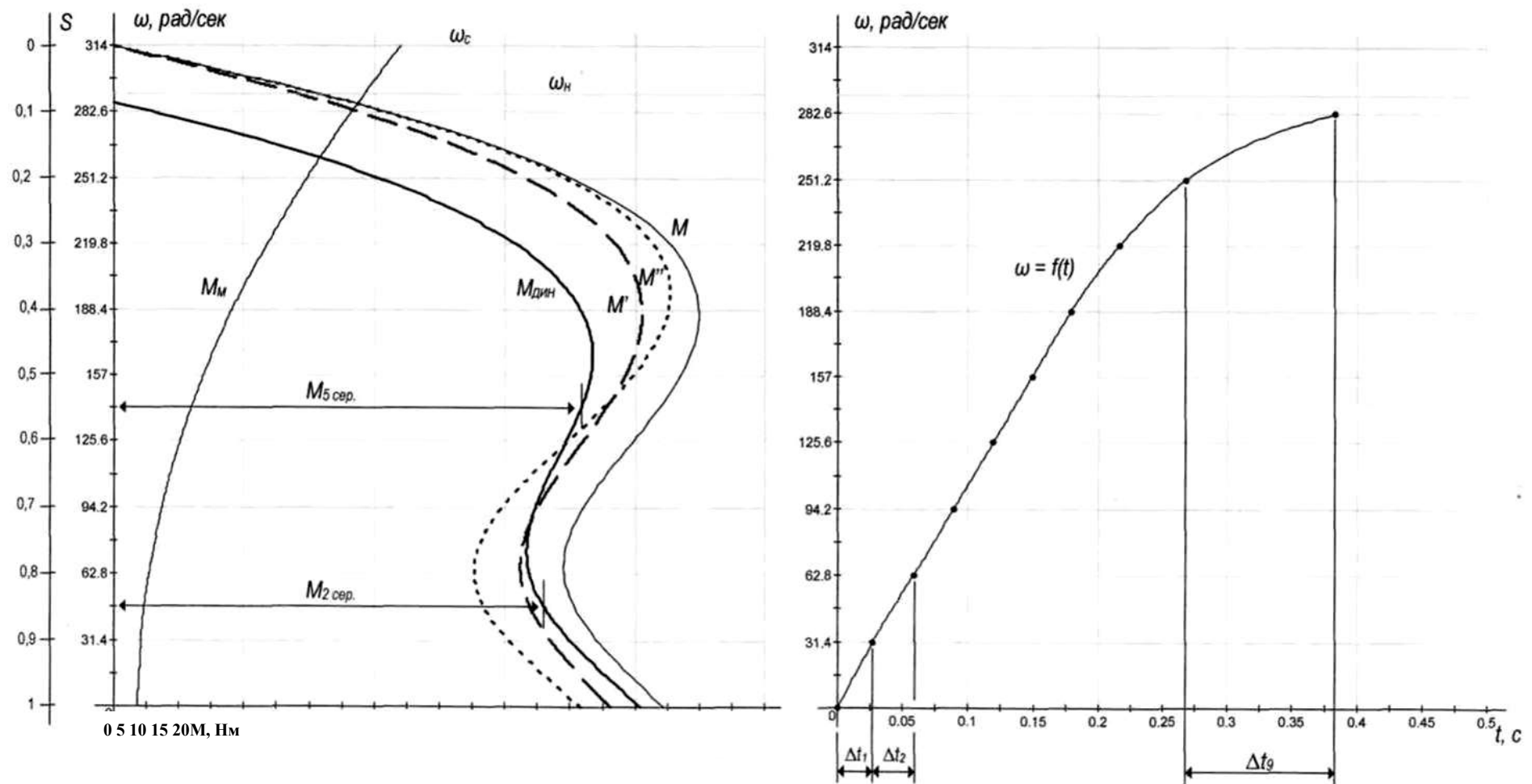


Рис. 4.1. Механічні властивості електродвигуна AIR 80V4S1U3 і вентилятор.
Визначення часу пуску електроприводу графічно-аналітичним методом.

Таблиця 4.3

Розрахунок часу пуску електродвигуна

$D_{ж}, Нм$	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123
$\Delta \square, I/c$	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
$M_{din}, Нм$	11.1	9.9	11.3	10.9	4.5
$\Delta t, c$	0,16	0,18	0,16	0,16	0,46

Клас термостійкості ізоляції двигуна В [12], що відповідає допустимій температурі нагріву обмотки статора 130°C. Розігрів двигуна при пуску визначається за формулою:

$$Q = Q_{osc} + Vt \ln, \quad (4,16)$$

де $Q_{навк}$ – температура навколишнього середовища, °C.

Vt – швидкість підвищення температури, $Vt=5,9^\circ C$.

$$Q = 25 + 5,9 \cdot 2,323 = 38,7^\circ C$$

Виходячи з цього значення, нагрівання двигуна під час фази запуску не становить загрози для ізоляції.

4.2 Підбір комплектних пристроїв захисту від потьмяніння та низьковольтного контролю

Якщо прийнято до впровадження стандартне виконання ПТО і РЕО, то зазначені в ньому блоки керування захистом електроустаткування повинні відповідати вимогам ПУЕ і ПТЕ [1, 2]. Проведено перевірку та вибір пускових захистів одного з електродвигунів приводу витяжного вентилятора, встановленого в ремонтно-монтажній дільниці.

Паспортні дані електродвигуна АИР80В4У3: Пн.дв. = 1,5 кВт; $I_m = 3,6$ А; $\eta = 77\%$; $\cos \phi = 0,83$; $n_n = 1395$ об/хв.

Умови вибору автоматичного вимикача в ланцюзі живлення двигуна:

- 1) $U_{авт} \square$ Замінити мережу;

2) $V_{авт.вим} \square V_{мотор};$
 3) $I_{до r} \square I_{дв};$
 4) $I_{ел.м.др} (відсікання) \square I_{неспр};$

У заданих нерівностях:

$U_{ав}$, $U_{мер}$ - номінальна напруга вимикача і мережі V відповідно;

$I_{н.авт.вим}$, $I_{н.дв}$ - номінальні струми вимикача та електродвигуна відповідно, A ;

$I_{це}$ - струм термоспрацьовування, A ;

$I_{натхнення}$ - струм пошкодження електромагнітного розчіплювача, A ;

$I_{зачіски}$ - струм спрацьовування електромагнітного тригера, AA

Дані обраного автоматичного вимикача ВА47Г29-34, $U_{sr} = 500V$; $V_{авт.вим} = 16A$; $V_{р} = 4A$.

Тоді: $I_{у.ер} = 1,1 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 5 \cdot 3,6 = 27,3 A$;

I відключення $\square 12 V.p \square 12 4 \square 48 A$

Перевірте умови відбору:

1. $U_{авт} = 500V > U_{мер} = 380V$;

2. $V_{авт.вим} = 16A > I_{роб} = 3,6A$;

3. $I_N = 4A > I_{роб} = 3,6A$;

4. $I_{ел.м.др} \square 48A > 27,3A$

5. В залежності від виконання триполюсний автоматичний вимикач з електромагнітним розчіплювачем максимального струму, без допоміжних контактів. Ступінь захисту корпусу вимикача - IP30.

Повне позначення автоматичного вимикача: ВА47Г29-34У3В.

Для дистанційного керування роботою двигуна обрано електромагнітний пускач серії ПМЛ, який відповідає наступним умовам вибору:

1. $U_{start} \square$ Розблокувати мережу;

2. стартер перший \square двигун працює;

3. $до r \square V_{дв};$

$w \square$ I двигун з подальшим регулюванням струму спокою до $I_{н.дв}$.

4. за проектом;

5. $U_{cat} \square 48V$;

де $U_{пуск}$ – номінальна напруга пускача V;

I_{III} – Кардіостимулятор – номінальний струм пускача, A;

$I_{те}$ – номінальний струм теплового реле, A;

$U_{кат}$, Велика Британія – відповідно напруга котушки і ланцюга керування, В.

Перевіримо умови відбору:

$$1. U_{start} = 660 \text{ В} > U_{мер} = 380 \text{ В},$$

$$2. I_{n.start} = 10 \text{ А} > I_{n.motor} = 3,6 \text{ А};$$

$$3. I_{трій.} \approx 10 \text{ А} \approx I_{двигун включений} \approx 3,6 \text{ А}$$

4. Стартер з електротепловим реле, необоротний захист IP54, з кнопками «Пуск» і «Стоп»; Версія кондиціонера О

$$5. U_{ком} \approx 220 \text{ В} \approx U_{к.к} \approx 220 \text{ В}$$

Повне позначення пускача ПМЛ - 1220.04В.

Реле електротеплове РТЛ-1007.06 з діапазоном установки номінального струму відмови 2,6...4 А. Номінальний струм реле 25 А.

Отже, умови відбору виконано.

Розрахунок внутрішніх електричних мереж зводиться до вибору перерізу струмоведучих проводів і кабелів відповідно до довгостроково допустимого струму. Розрахунковий струм - 3,6 А. Розподільча мережа прокладена кабелем АВРГ 1/(4x2,5). Допустимий безперервний струм для кабелю АВРГ 2,5 мм² становить 19 А \approx 22 А.

Тоді виконується умова $I_{тр.зул.} = 19 \text{ А} > I_{сп.р.} = 3,6 \text{ А}$.

Відповідно до умови постійно допустимих лінійних струмів з номінальними характеристиками захисних пристроїв:

$$I_{тр.доп.} / I_{в.сп} > 1.$$

Для розподільної мережі електродвигуна і вимикача ВА47Г29-34УЗВ:

$$19/4 = 4,75 > 1.$$

Це означає, що умова виконана.

Для інших електроприймачів внутрішні розподільні мережі вибираються

аналогічно, а результати вибору зводяться до розрахунково-монтажної таблиці, наведеної в матеріалах презентації.

Виходячи з умов зовнішнього середовища, вибирається кількість груп споживачів енергії, їх потужність, головний розподільний пункт і групові розподільні пункти. За головний розподільник приймається комплектний колектор ПР 8501-096ПН21У3 з шістьма автоматичними вимикачами ВА47Г29-34; Групові розподільні пункти - ПР8501-067ПН21У3 з шістьма автоматичними вимикачами ВА 47Г29-34 на вихідних лініях.

Дані про вибір пунктів розподілу вносяться в розрахунково-монтажний стіл і на план ділянки (презентаційні матеріали).

4.3. Розрахунок електроосвітлення та освітлювальної мережі

Застосування штучного освітлення забезпечує можливість нормальної життєдіяльності людини за відсутності природного освітлення. У зоні ПТОРЕ передбачені наступні види освітлення:

- робоче, загальне та місцеве освітлення;
- портативний.

Напруга мережі робочого освітлення 220 В, живлення ламп 220 В, переносного 36 В.

Освітлення приміщень прийнято відповідно до нормативів. Робоче освітлення здійснюється світильниками з люмінесцентними лампами і лампочками. Переносне освітлення здійснюється лампами РП 6-2/36 від щитка з понижуючим трансформатором ЯТП-0,25.

Вибрано щит освітлення типу ОШВ 25-6 з сімома автоматичними вимикачами ВА47-2912.

Групові освітлювальні мережі виконують кабелем АВРГ, прокладеним уздовж будівельних конструкцій на кронштейнах і на тросі. Кабель АПВ прокладається в сталевих трубах. Тип освітлення приміщення ПТОРЕ в експлуатації. Для місця ремонту та монтажу використовується комбінована система освітлення, а для всіх інших приміщень загальна єдина система

освітлення.

У приміщеннях зон просочування, сушіння, фарбування як джерела світла допускається використовувати вибухозахищені лампи з лампочками, в туалеті, душовій, вентиляційній камері, коридорі, тамбурах, в щитових - лампи з лампочками, а в інших приміщеннях - незахищені світильники.

Розрахунок освітлення проводиться для ремонтно-монтажної ділянки. Розрахунки проводяться методом коефіцієнта світлового потоку з подальшою перевіркою точковим методом. Для приміщень - електрощитова, гардеробна, туалет, душ, коридор, тамбур - за конкретним способом виконання.

Розрахований світловий потік для всього приміщення виходить за формулою:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} \quad (4,17)$$

де E - розрахунковий світловий потік лампи, лм;

$E_{до\ лене}$ - нормоване освітлення, лк;

S - площа кімнати, м²;

$напр.$ - коефіцієнт нерівномірності освітлення, $z=1,15$;

$вниз$ - Коефіцієнт міцності лампочок $k = 1,15$;

N - кількість приладів, шт.;

η - Коефіцієнт використання світлового потоку.

Світильники з люмінесцентними лампами на промислових об'єктах слід розміщувати рядами, паралельними довгій стороні будівлі. Враховуючи конічний розподіл світла отриманих ліхтарів РУЛМ, приймаємо відносну відстань між рядами ліхтарів = 1,4.

Потім отримуємо відстань між рядами світильників.

$$L \approx \sqrt{PS} \quad (4,18)$$

де L - відстань між лампами, м;

$к, с$ - розрахункова висота, м.

$$H_p \approx H - (хр.п. + всв), \quad (4,19)$$

$h_v = 2,2 \text{ м};$
 $Std.p = 0,8 \text{ м}.$
 Тоді $N_p = 6 - (0,8 + 2,2) = 3,0 \text{ м}; L = 1,4 \cdot 3,0 = 4,2 \text{ м}.$

Кількість рядів ламп:

$N_d = (B - 2l) / L + 1, (4,20)$
 де B - ширина приміщення, м; $h = 5,7 \text{ м};$
 l - довжина від останнього світильника до стіни, м

$$l \in (0,8 - 0,5) L \in 0,3 \cdot 4,2 \in 1,26 \text{ м};$$

$$N_d \in ((5,7 - 2 \cdot 1,26) / 4,2) + 1 \in 1,76 \text{ шт.}$$

Прийнято $N_d = 2$ ряд. Кількість ламп в ряду:
 $N_c \in ((A - 2l) / L) + 1, (4,21)$

де A - довжина приміщення, м; $A = 14,7 \text{ м}.$

$N_c = ((14,7 - 2 \cdot 1,26) / 4,2) + 1 = 3,9 \text{ шт.}$
 Приймає $N_c = 4$ шт.

Фактична відстань між лампами визначається:

$l_{fs} \in (A - 4 \cdot l_0) / 4 \in (14,7 - 4 \cdot 1,24) / 4 \in 2,43.$
 де l_0 - довжина лампи, м; $l_0 = 1,24 \text{ м}.$
 Загальна кількість приладів: $N = N_p \cdot N_0 = 2 \cdot 4 = 8$ шт.

Використання світлового потоку залежить від типу світильника, ступеня відбиття, індексу приміщення:

$I \in AB / (Ar(A + B)) \in 14,7 \cdot 5,7 / (3 \cdot (14,7 + 5,7)) \in 1,36 (4,22)$

З урахуванням матеріалів стелі, стін і підлоги приймаються значення

коефіцієнта відбиття: $\square_1 = 70\%$ - стелі, $\square_2 = 50\%$ - стіни, $\square_3 = 30\%$ - підлоги. ;

З таблиць [13] видно, що \square - коефіцієнт використання світлового потоку: $\square = 0,43.$
 Якщо піднести дані до формули (2.17), то отримаємо:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1,3 \cdot 67,3 \cdot 1,7}{8 \cdot 0,43} = 8392,9 \text{ лк}.$$
 Допускаються світильники ПВЛМ 2x40 з двома лампами ЛБ зі світловим потоком $F_l = 4650 \text{ лм}$.

Сумарний світловий потік ламп світильника:

$$F_s = 2 \cdot F_l = 2 \cdot 4650 = 9300 \text{ лм}.$$
 Відповідно до ДБН В.2.5. - 23 - У 2003 році освітленість від додаткового місцевого освітлення на столах і машинах повинна становити 300 лк при освітленні, 2600 лк при люмінесцентних лампах.

Для місцевого освітлення приймаються лампи МЛ-2x80, які встановлюються на стіну і створюють освітленість інтенсивністю 800 лк з розміром світлової плями 600x1000 мм.

Для другорядних приміщень розрахунок освітлення проводиться методом питомої потужності за формулою:

$$P = \omega \cdot S / N, \quad (3,23)$$
 де P - потужність ламп, Вт;

ω - питома потужність загального рівномірного освітлення, Вт/м²;

N - кількість ламп, шт.;

S - площа приміщення, м².

Розраховується освітленість вентиляційної камери.

Попередньо омологовані 3 лампи типу НСП 02. Освітленість вентиляційної камери $E = 40 \text{ лк}$.

Ступінь відбиття для стелі, стін або підлоги: $\rho_1 = 50\%$, $\rho_2 = 30\%$, $\rho_3 = 10\%$; Площа - $S = 32 \text{ м}^2$.

Індекс приміщення визначається:

$$I = \frac{AB}{A + B} = \frac{5,8 \cdot 5,5}{2,5 (5,8 + 5,5)} = 1,13.$$

За даними таблиць величину ω визначають, знаючи площу приміщення, висоту світильників, освітленість робочої поверхні та коефіцієнти робочої поверхні: $\omega = 11 \text{ Вт/м}^2$. далі:

$$P = \omega \cdot S / I = 11 \cdot 32 / 1,13 = 117,3 \text{ Вт}$$

Допускаються лампочки типу ВК220-230-150 потужністю 150 Вт. Так само проводяться розрахунки освітлення для інших приміщень. Результати розрахунків розміщуються в відомості освітлення (табл. 4.4).

Живлення світильників здійснюється від РП ОШВ 25-6 з лінійними вимикачами груп ВА47-29-12.

Вибрано ділянку лінії для групи № 4, яка живить світильники РВЛМ. Для групи $P_{\text{густ}} = 0,86$ кВт.

Розрахунковий груповий струм (включаючи втрати баласту для люмінесцентних ламп):

$$I_{\text{гр}} = \frac{1000 \cdot 0,9 \cdot P}{U \cdot \cos \phi} = \frac{1000 \cdot 0,9 \cdot 0,86}{220 \cdot 0,85} = 3,7 \text{ А}$$

(3,24)

Розрахунок внутрішніх електричних мереж зводиться до вибору перетину проводів і кабелів для постійного допустимого струму:

$$I_{\text{тр. дод}} > I_{\text{нале}}$$

Розводка виконана проводом АПВ 2 (1x2,5) на кабелі, переріз струмоведучого проводу 2,5 мм² при $I_{\text{тр. перм}} = 19 \text{ А} \square 22 \square$.

Для решти груп розрахунки проводять аналогічно, а результати розрахунків зводять до розрахункової таблиці та мережі освітлення (табл. 4.4).

РОЗДІЛ 5

РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ
І ВИБІР ПОТУЖНОСТІ5.1 Розрахунок електричних навантажень і вибір силового
трансформатора

Розрахунок електричних навантажень здійснюється методом впорядкованої діаграми (корисної кількості пантографів). Для електричних мереж розрахунковими навантаженнями є найбільш імовірні навантаження, які тривають не менше 30 хв.

Ефективна кількість струмоприймачів - це кількість однакових за потужністю та однорідних за роботою приймачів, які як група споживачів з різною потужністю та режимами роботи визначають однакове значення розрахункового максимуму. Коефіцієнт P визначається за таблицею [5] в залежності від співвідношення:

$$P = \frac{\sum P_y \cdot n_1}{\sum P_y}, \quad (5.1)$$

Де $\sum P_y$ - сумарна встановлена потужність споживачів, кВт.

n_1 - кількість споживачів, потужність яких перевищує половину встановленої потужності;

$\sum P_y P_1$ - сума потужностей встановлених приймачів, потужність яких більше половини потужності найпотужнішого пантографа.

Потужність на вході в цех вказана. Значення коефіцієнта використання і коефіцієнта потужності \cos визначаються на основі даних [1] і [5] в залежності від типу робочої машини і виду робіт. Результати заносимо в таблицю. 5.1.

Таблиця 5.1

Розрахунок електричних навантажень в меду

назву обладнання	к-ть	$\Sigma P_{в}$, кВт	каб, варгал	видкий	в.см, кВт	к-сть сала туф
випрошувач стартера	1	2.2	0,37	0,3	0,66	0,87
мастилярна станція мастила	6	7.7	3.5	0,5	3,85	0,74
електромеханічний масляний вентилятор	1	0,55	0,5	0,5	0,3	0,71
генератор КИ-4935	1	5.5	13	0,4	22	0,59
шліфувальна машина	1	7.5	2.7	0,6	4.5	0,86
станція розбирання та складання тракторних причепів	1	7.5	1.8	0,4	3	0,86
шліфувальний верстат	1	0,55	0,17	0,3	0,165	0,7
шліфувальна машина	1	1,65	0,5	0,3	0,5	0,7
фітінг гальмівної системи	1	45	10.2	0,4	сімна дцят ь	0,87
станція налагодження паливної апаратури	1	1.5	0,4	0,4	0,6	0,83
сосис	2	0,74	0,21	0,3	0,2	0,69
посуд для замочування	2	0,5	0,12	0,3	0,15	0,77
зварювальний перетворювач	1	отирнадцять	17	0,3	4.2	0,41
автостанційний зварювальний трансформатор	1	16.3	8.1	0,3	6	0,94
апарат контактного зварювання МТ-22А	1	40.3	29.5	0,3	40.3	0,8
трансформатор для пайки проводів	1	0,33	0,28	0,4	0,22	0,71
гидропресорна система	1	3.4	2.8	0,3	1.5	0,92
К і С пристрій	1	22	0,59	0,4	0,88	0,83
диодний випрямляч	1	1.6	-	0,8	1.28	1
електричний пальник	1	40	-	0,8	3.2	1
електричні віброножиці	1	0,38	0,55	0,3	0,11	0,5
термодильний прес	1	2.32	1.18	0,5	1.16	0,7
шліфувальна машина	1	4.52	1.4	0,4	1.8	0,78
верстат токарний	1	3	0,65	0,32	0,96	0,83
станція для імпорту сільськогосподарської продукції. техніка	1	7.5	1.78	0,48	3.1	0,86
пристрій для притирки коробки передач	1	7.0	2.2	0,4	2.8	0,79
гидравлічний молоток	1	7.5	3.6	0,6	4.5	0,81
електричний млин	1	1.1	0,25	0,4	0,44	0,87
машинка для м'ясорубки	1	4.0	1.03	0,4	1.6	0,84
електричний кран	3	11.37	7.6	0,5	5685	0,6
електрична таль	2	9.2	2.6	0,49	2.7	0,59
електрична лебідка	1	5.5	1.67	0,49	2.7	0,85
станція зарядки	1	6.136	-	0,8	4.9	0,59
вентиляція	1	9.24	8.3	0,75	5.93	0,64
центральний вентилятор	1	0,18	0,16	0,75	0,135	0,64
галійний внесок:		290	22,85		156.9	

На вході в цех встановлено 45 пантографів. Відношення p визначається:

$$p = \frac{\sum P_y \cdot \Pi_1}{\sum P_y} = \frac{40,1}{290} = 0,19; (5,2)$$

$$\Pi' = \frac{\Pi_1}{\Pi} = \frac{1}{45} = 0,022. (5,3)$$

З літератури [5] відомо, що $P_e = 0,3$. Ефективна кількість пантографів визначається:

$$P_e \cdot \Pi \cdot \text{Торт} \Pi = 0,3 \cdot 45 = 14.$$

Ступінь використання максимального навантаження

визначається за тією ж таблицею: $P_e = 14$:

$$k_e = 0,54; \text{Кілометри} = 1,24.$$

Визначаються складові повного максимального навантаження:

$$R_{z0} \approx \sum R_{u_i} \text{ квадратних кілометрів} \approx 290 \cdot 1,24 \cdot 0,54 \approx$$

$$194,18 \text{ кВт} (5,4)$$

$$Q_{z0} = P_{z0} \cdot \text{tg } \varphi \approx 194,18 \cdot 0,32 \approx 62 \text{ квар} (5,5)$$

Повне півгодинне максимальне навантаження:

$$S_{30} = \sqrt{P_{30}^2 + Q_{30}^2} = \sqrt{194,18^2 + 62^2} = 203,8 \text{ кВА} (5,6)$$

Визначаються потужності інших споживачів, які живляться від нашої підстанції. У цьому випадку використовується РУМ-10 і дані зводяться до таблиці. 5.2.

Таблиця 5.2

Розрахункове вхідне навантаження споживача

споживач	холодильники	Забійно-консервний цехи	Автопарк на 50 автомобілів
НДДКР	6	65	45
обертання двигуна	2	66	двадцять
Натовп	один	один	один

Навантаження на лінію ТП сумуються згідно з порядком нарахування.

Розрахунок складається в табличній формі (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Підведення підсумків розрахункового навантаження

інтрига	Добове навантаження, кВт				вечірнє навантаження			
	IDM	ДАМ	AP(Pdn)	НДДКР	ARB	Pвн	AP(Pвн)	вертання двигуна
рядок 1 0-1	194,18	-	-	194,18				
лінія 2 0-1	65	-	-	65	66	-	-	66
рядок 3 0-1	6	-	-	6	2	-	-	2
0-2	45	6	3.6	48.6	вадцять	2	1.2	21.2

Розрахована активна потужність виходить із добового максимуму:

$$P_{\text{Rdb}} + R_{\text{Rdn1}} + P_{\text{Rdn2}} = 194,18 + 33 + 44,5 = 271,68 \text{ кВт. (5,7)}$$

Розрахункова загальна потужність трансформатора визначається за формулою:

$$S_p = \frac{P}{\cos \varphi} \quad (5,8)$$

де $\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності трансформатора 10/04 кВ при виробничому навантаженні, $\cos \varphi = 0,7$.

$$S_p = \frac{271,68}{0,7} = 388 \text{ кВА.}$$

ЗТП потужністю 400 кВА прийнято виходячи з економічних діапазонів і допустимих систематичних перевантажень (табл. 41 [5]).

На підстанції встановлені лічильники електроенергії та фотореле для автоматичного керування зовнішнім освітленням. Технічні дані станції 10/0,4 кВ представлені в таблиці. 5.4.

ЗТП 10/04 розміщується в центрі електричних навантажень, враховуючи зручність прокладання лінії 0,38кВ і підведення живильної лінії, а також простоту монтажу та експлуатації.

Таблиця 5.4

Технічні дані станції 10/0,4 кВ

ансформаторного типу	ТМ400
----------------------	-------

номінальна напруга, кВА	400
ОН, кВ	0,4
л.д, кВ	десять
схема з'єднання обмоток	Y/YN-0
Рх.х., кВт	0,74
РК.с., кВт	3.7
великобританія,%	4.5
облю.,%	2.3

4.2 Розрахунки лінії 0,38 кВ

Розрахунки лінії 0,38 кВ зводяться до визначення площі поперечного перерізу провідників лінії і втрат напруги кожної лінії.

Оскільки ферма знаходиться в зоні кліматичних умов з товщиною крижаної стінки 10 мм, зона перед вітром II і ТП знаходиться в центрі електричних навантажень, приймаються залізобетонні опори і проводи з алюмінієвими провідниками. Схема мережі 0,38 кВ наведена в додатку А.

Розрахунок допустимої втрати напруги в лінії становить 0,38 кВ. Розрахунки зведені до таблиці. 5.5.

Втрати в ЛЕ 0,38 кВ становлять 4,5% або 17,1 В. Переріз кабелю для ВЛ 0,38 кВ вибирається відповідно до діапазонів економічних навантажень.

Еквівалентне навантаження на кожну ділянку лінії становить:

$$M_{\text{додн.}} = s_{\text{res}} \cdot C_D, \quad (5,9)$$

де k_d – коефіцієнт динаміки зростання заторів, $k_d = 0,7$;
 s_{res} – максимальне розрахункове навантаження, кВА.

Таблиця 5.5

Розрахунок допустимих втрат напруги в лінії 0,38 кВ

елементи мережі	режим роботи	
	100%	25%

Шина 10 кВ		-2	- один
Лінія 10кВ		-2	-0,5
ТС 10/0,4кВ	фіксована доплата	+5	+5
	Регульований припуск	+2,5	+2,5
	втрати	- чотири	- один
Лінія 0,38 кВ		-4,5	-1125
У споживача		-5	+3825
Схвалено споживачами		-5	+5

З еквівалентним навантаженням і відповідно до кліматичного регіону згідно з табл. 45 [8] вибрано переріз основного провідника та кількість проводів у кожному перерізі. Фактична втрата напруги визначається для кожної ділянки лінії:

$$\Delta U_{\phi} \% = \frac{\sqrt{3} \sum I_{\max i} \cdot l_s (r_{0i} \cos \phi_i + x_{0i} \sin \phi_i)}{U_H} 100\%, (5.10)$$

Де $I_{\max i} = \frac{S_{\text{розр}}}{\sqrt{3} U_H}$ - максимальний струм на ділянці А; r_{0i}, x_{0i} - кожен питомий активний і реактивний опір ділянки лінії, Ом/км; l_s - довжина ділянки маршруту, км;

U_H - номінальна напруга мережі, В.

Результати розрахунку заносимо в таблицю 5.6 і таблицю 5.7. Як видно з розрахунків, фактичні втрати напруги в лініях нижче допустимих, тобто перерізи проводів підбрані правильно.

Таблиця 5.6

Вибір розміру дроту

рядок №	епізод	RR, кВт	sp, кВА	SL, кВА	Кабель
один	0-1	194,18	203.8	142,66	3А95+А95
2	0-1	65	92.9	65.03	3А50+А50
3	0-1	6	8.57	5.9	3А50+А50
	1-2	48.6	69.4	48.5	3А50+А50

Таблиця 5.7

Визначення фактичного падіння напруги

епізод	я, км	p, кВА	RR, кВт	sp, квар	ρ, Ом/км	ρ, Ом/км	Втрати, %
--------	-------	--------	---------	----------	----------	----------	-----------

						закон, обгово рити		х, обгово рити	на вчин ках.	за ТР
рядок 1 0-1	0,03	203.8	194,18	62	0,3	0,009	0,36	0,0108	1.67	1.67
лінія 2 0-1	0,07	92.9	65	66.4	0,576	0,04	0,36	0,027	2.9	2.9
лінія номер 3 0-1	0,05	8.57	6	6.1	0,576	0,029	0,36	0,08	0,19	0,19
	1-2	0,05	69.4	48.6	48.6	0,029	0,36	0,08	1.56	1.75

5.3 Розрахунки лінії 10 кВ

Розрахунки лінії 10 кВ зводяться до вибору перетину проводів або жил струмопровідних кабелів. У нашому випадку до підстанції прокладена кабельна лінія, тому підбір перерізу струмоведучих проводів проводиться відповідно до довгостроково допустимого струму кабелю (за рахунок нагріву):

$$I_{tr.add.} \geq I_{макс.розрах.} \quad (5.11)$$

де $I_{макс.розрах.}$ - максимальний номінальний струм підстанції, А

$$I_{макс.розр.} = \frac{S_{розр.}}{\sqrt{3} \cdot U_n} \quad (5.12)$$

де $S_{розр.}$ - розрахункова максимальна потужність ТР, взята з початкових розрахунків $S_{каб.} = 368$ кВА;
 U_n - Номінальна напруга $U_n = 10$ кВ.

$$I_{макс.розр.} = \frac{368}{\sqrt{3} \cdot 10} = 21,27 \text{ А.}$$

Допускається силовий кабель ААШВ-10 (3х25) перерізом 25 мм², для якого допустимий тривалий струм живильних проводів - 90 А.

Оскільки умова $I_{тр.доп.} \geq I_{макс.розрах.}$ ($90 \text{ А} > 21,27 \text{ А}$), то кабель підібраний правильно.

5.4 Перевірка пускоздатності та нормальної роботи асинхронних електродвигунів

Величина допустимого падіння напруги на затискачах електродвигунів визначається з пускового стану. Необхідно, щоб пусковий момент електродвигуна був більше моменту деремикання робочої машини. Є:

$$M_{start} = M_{zz.work.mach.} + M_{adl.}, \quad (5.13)$$

де M_{start} – пусковий момент електродвигуна;

rom – надмірний крутний момент, необхідний під час запуску,

$$rom = (0,2 \dots 0,3) M_{zr} \text{ робочої машини. Им } (5,14)$$

де $M_{zr.роб.маш.}$ – Час руху робочої машини.

Крутний момент асинхронного двигуна пропорційний квадрату напруги на його клеммах. Допустиме значення напруги за умови можливості запуску електродвигуна визначається за формулою:

$$\Delta U_{доп} = \left(1 - \sqrt{\frac{M_{зр} + M_{надл}}{M_{пуск}}}\right) \cdot 100\%. (5.15)$$

Падіння напруги визначається при запуску найдовшого електроприводу станції розбирання та складання підвіски візків трактора АІР 132 С4УЗ,

характеристики якого наведені в таблиці. 5.8.

Таблиця 5.8

Технічні дані електродвигуна АІР 132 С4УЗ

$RN= 7,5 \text{ кВт}$	$ff=1440 \text{ об/хв}$	$заступник / хв=2,0$
$M_{max}/M_n=2,2$	$n=0,875$	$I_n u003d 15,1 \text{ А}$
$проблема= 7,5 \text{ А}$		$\cos \varphi=0,86$

Пуск електродвигуна і нормальна робота електроприводу можливі при дотриманні наступних умов:

$$\Delta U_{факт} \% \leq \Delta U_{д} \% (5.16)$$

Зниження напруги на клеммах пускового двигуна:

$$\Delta U_{факт} \% = \Delta U_{факт.л} \% + \Delta U_{тр} \% = V_{шин} \% - V_{надб.тр} \% (5.17)$$

Де $U_{\text{наб.тр}}\%$ - підвищення напруги на трансформаторі;

$V_{\text{шин}}\%$ - відхилення напруги на шинах первинної обмотки трансформатора;

для нашого випадку: $U_{\text{наб.тр}}\% = 7,5$; $V_{\text{шин}}\% = 4$;

$$\Delta U_{\text{факт.л}}\% = \Delta U_{\text{л1}}\% + \Delta U_{\text{л2}}\% + \frac{Z_{\text{л}}}{Z_{\text{л}} + Z_{\text{дв}}} \cdot 100\%, (5,18)$$

Де $\Delta U_{\text{л1}}\%$ - Втрати напруги в ПЛ за попередніми розрахунками: $\Delta U_{\text{л1}} = 1,67\%$;

$\Delta U_{\text{л2}}\%$ - втрати напруги в кабельній лінії;

$$\Delta U_{\text{л2}}\% = \frac{I_{\text{max}} \sqrt{3} \cdot l \cdot r_0 \cdot \cos \phi}{U_{\text{н}}} \cdot 100\%, (5,19)$$

де r_0 - активний питомий опір кабельної лінії; $r_0 = 30 \text{ 1/185} = 0,16 \text{ Ом/км}$;

l - довжина кабельної лінії, км.

$$\Delta U_{\text{л2}}\% = \frac{308,8 \cdot 1,73 \cdot 0,021 \cdot 0,16 \cdot 0,7}{380} \cdot 100\% = 1,25\%.$$

Схема конструкції мережі 10 кВ наведена на рис. 1.5.1.

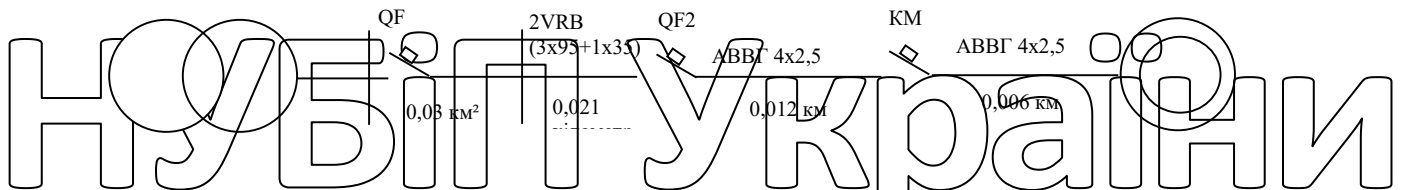


Рис. 5.1. Розрахункова схема мережі 10 кВ.

$Z_{\text{дв}}$ - опір двигуна короткого замикання, Ом;

$Z_{\text{олотий}}$ - опір лінії при КЗ, Ом;

$$Z_{\text{дв}} = \frac{U}{I_{\text{пуск}} \cdot \sqrt{3}} = \frac{380}{7,5 \cdot 15,1 \cdot 1,73} = 1,94 \text{ Ом} (5,20)$$

$$Z_{\text{л}} = \sqrt{R_{\text{л}}^2 + X_{\text{л}}^2}, (5,21)$$

Де $R_{\text{л}}^2$, $X_{\text{л}}^2$ - кожне середньоквадратичне і лінійний реактивний опір (квадрат), Ом.

$$R_{\text{л}} = r_{01} \cdot l_1 + r_{02} \cdot l_2 + r_{03} \cdot l_3 + r_{04} \cdot l_4 = 0,3 \cdot 0,03 + 0,16 \cdot 0,021 + 12 \cdot 0,012 + 12 \cdot 0,006 = 0,26 \text{ Ом}.$$

$$X_{\text{л}} = 0,36 \cdot 0,03 = 0,0108 \text{ Ом}.$$

наступний $Z_{\text{л}} = \sqrt{0,26^2 + 0,0108^2} = 0,26 \text{ Ом}.$

$$\Delta U_{\text{факт.л}}\% = 1,25 + 1,67 + \frac{0,26}{0,26 + 1,94} \cdot 100\% = 14,7\%.$$

Втрата напруги в трансформаторі $\Delta U_{\text{тр}}\%$ При пуску двигуна з урахуванням інших підключених до трансформатора струмоприймачів розраховується за такою формулою:

$$\Delta U_{\text{тр}}\% = \frac{100}{S_K} \sqrt{(R_{\text{факт}} \cdot \cos\phi_{\text{пуск}} \cdot S_{\text{дв}} + S_{\text{нов}} \cdot \cos\phi_{\text{нав}})^2 + (R_{\text{факт}} \cdot \sin\phi_{\text{нав}} \cdot S_{\text{дв}} + S_{\text{нов}} \cdot \sin\phi)^2}, \quad (5,22)$$

де S_K – потужність короткого замикання трансформатор, кВА;

$S_{\text{р}}$ – сумарна потужність пантографів без цього двигуна;

$\cos\phi_{\text{р}}$ – середньозважений коефіцієнт потужності інших пантографів;

$\cos\phi_{\text{початок}}$ – коефіцієнт потужності цього двигуна при зльоті.

$$S_K = \frac{S_H \cdot 100\%}{U_{\text{к.з.}}\%} = \frac{250 \cdot 100}{4,5} = 5556 \text{ кВА}, \quad (5,23)$$

де $U_{\text{к.з.}}\%$ – напруга короткого замикання трансформатор;

$$\cos\phi_{\text{пуск}} = \frac{\eta_H \cdot \cos\phi_H \cdot (S_{\text{пуск}} + 0,025 R_{\text{л}}^2)}{(1 - S_H) \cdot R_{\text{л}}}, \quad (5,24)$$

де η_H , $\cos\phi_H$, S_H – значення ККД, коефіцієнта потужності та ковзання

електродвигуна відповідно;

$$\cos\phi_{\text{пуск}} = \frac{0,875 \cdot 0,86 \cdot (2,2 + 0,025 \cdot 7,5^2)}{(1 - 0,03) \cdot 7,3},$$

$$R_{\text{факт}} = \frac{100 \cdot R_{\text{л}}}{100 + U_{\text{к.з.}}\% \cdot R_{\text{л}}} + \frac{S_{\text{дв}}}{S_H} \cdot Z, \quad (5,25)$$

де Z – загальний опір ланцюга "мережа - обмотка двигуна", Ом;

$$Z = \sqrt{(R_{\text{л}} + R_{\text{дв}})^2 + (X_{\text{в}} + X_{\text{л}})^2}, \quad (5,26)$$

де $R_{\text{дв}}$, $X_{\text{дв}}$ – активна та реактивна складові опору короткого замикання

відповідно. електродвигун, Ом;

$$R_{\text{мот}} = Z_{\text{мот}} \cos\phi_{\text{старт}} \approx 1,94 \cdot 0,373 \approx 0,72 \text{ Ом}, \quad (5,27)$$

$$X_{\text{мот}} = Z_{\text{мот}} \sin\phi_{\text{старт}} \approx 1,94 \cdot 0,93 \approx 1,8 \text{ Ом} \quad (5,28)$$

$$Z = \sqrt{1,8^2 + 0,72^2} = 2,1 \text{ Ом},$$

$$S_{\text{дв}} = \frac{P_H}{(\eta \cdot \cos\phi)} = \frac{7,5}{0,875 \cdot 0,86} = 9,9 \text{ кВА};$$

$$R_{\text{факт}} = \frac{100 \cdot 7,5}{100 + 4,5 \cdot 7,5 \cdot \frac{9,9}{0,03}} \cdot \frac{1,94}{2,1} = 14,2 \text{ Ом}.$$

$$S_{\text{нат}} = S_{\text{н}} \cdot S_{\text{дв}} = 203,8 \cdot 9,9 = 193,9 \text{ кВА}, \quad \cos\phi_{\text{р}} = 0,7 \text{ далі:}$$

$$\Delta U_{\text{тр}}\% = \frac{100}{5556} \cdot \sqrt{(14,2 \cdot 9,9 \cdot 0,373 + 193,9 \cdot 0,7)^2 + (14,2 \cdot 9,9 \cdot 0,93 + 193,9 \cdot 0,7)^2} = 4,9\%.$$

Зниження напруги на клеммах стартера:

$$\Delta U_{\text{факт}} \% = 14,7 + 4,9 + 4 + 7,5 = 16,1\%$$

Допустиме падіння напруги при розгоні приводу визначається:

$$M_H = 9550 \cdot \frac{P_H}{n_y} = 9550 \cdot \frac{7,5}{1440} = 49,2 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (5,29)$$

$$M_{\text{start}} \text{ и } 0,03 d \text{ мк } M_H = 2 \cdot 49,2 = 98,4 \text{ Нм};$$

$$p_{\text{от}} = (0,2 \dots 0,3) \cdot 49,3 = 9,68 \dots 14,76 \text{ Нм}.$$

Значення зрізного моменту взято з літератури [11]: $M_{\text{от}} = 19 \text{ Нм}$.

Тоді допустиме падіння напруги становить:

$$\Delta U_{\text{доп}} \% = \left(1 - \sqrt{\frac{19+14}{98,4}}\right) \cdot 100\% = 42\%.$$

Ось така ситуація $\Delta U_{\text{доп}} \% > \Delta U_{\text{факт}} \%$ здійснюється.

Тому запуск двигуна в цих умовах цілком можливий.

5.5 Перевірка запобіжного пристрою на максимальну відключаючу здатність

Пристрої захисту в мережах 0,38 кВ випробовуються на максимальну

відключаючу здатність за таких умов:

$$\text{безлад у } \text{грі} > I_{\text{к.з.}}(3), \text{ зміна } \text{грі} > I_{\text{юда}} \quad (5,30)$$

де $I_{\text{гран.ізм.}}$ - обмеження струму відключення апаратом, кА;

вічко- Струм трифазного короткого замикання. $I_{\text{юда}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{к.з.}}(3)$, не

застосовується;

$X(3)$ - струм трифазного короткого замикання, кА.

$$I_{\text{к.з.}}^{(3)} = \frac{U_l}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_{\Sigma})^2 + (X_{\Sigma})^2}} \quad (5,31)$$

де U_l - напруга мережі В;

R_{Σ} , X_{Σ} - активна та реактивна складові повного опору трифазної мережі КЗ відповідно в Омах;

$$R_{\Sigma} = R_t + R_f; \quad X_{\Sigma} = X_t + X_f; \quad (5,32)$$

де R_t, X_t - активна і реактивна складові повного опору трансформатора з трифазним замиканням, Ом;

R_{ph}, X_{ph} - відповідно активна та реактивна складові опору проводів до точки короткого замикання, Ом.

Значення Z_t, R_t, X_t визначаються за такими формулами:

$$Z_T = \frac{U_{к.з.} \% \cdot U_n^2}{100 S_n}, R_T = \frac{\Delta P_n \cdot U_n^2}{S_n^2}, X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}, (5,33)$$

де S_n - номінальна потужність трансформатора, кВА;

$U_{к.з.} \%$ - трансформатор напруги короткого замикання, В;

ΔP_n - Втрати трансформатора від короткого замикання.

Випробовується автоматичний вимикач ВА47Г29-34, який входить до складу електрошліфувальної машини.

$I_{к.з} = 3 \text{ кА}$.

далі:

$$R_T = \frac{3700 \cdot 400^2}{250000^2} = 0,0095 \text{ Ом};$$

$$X_T = \frac{4,5 \cdot 400^2}{100 \cdot 250 \cdot 10^3} = 0,029 \text{ Ом};$$

$$Z_T = \sqrt{0,029^2 + 0,0095^2} = 0,0274 \text{ Ом};$$

$$R_L = 0,03 + 0,3 + 0,31 + 0,021 = 0,11 \text{ Ом};$$

$$X_L = 0,03 + 0,36 = 0,01 \text{ Ом};$$

$$R_{\Sigma} = 0,015 + 0,0095 = 0,11 \text{ Ом};$$

$$X_{\Sigma} = 0,01 + 0,0274 = 0,0374 \text{ Ом};$$

$$Z_{\Sigma} = \sqrt{R_{\Sigma}^2 + X_{\Sigma}^2} = \sqrt{0,11^2 + 0,0374^2} = 0,116 \text{ Ом};$$

$$I_{к.з}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,116} = 1993 \text{ АЛЕ};$$

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot 1993 = 2790 \text{ АЛЕ}.$$

Оскільки умовна гра $z > I_{с.п.} (3)$, автоматичний вимикач відповідає умові випробування максимальної відключаючої здатності.

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.

РОЗДІЛ 6. ГАРДІАН РОЗВИТОК ТРИФАЗНІ ЕЛЕКТРОДВИГУНИ З
НОРМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ

6.1 Основні способи захисту асинхронних двигунів від ненормальних умов

Надійна і безперебійна робота електродвигунів забезпечується насамперед правильним підбором їх за потужністю, режимом роботи, ККД, ступенем захисту від впливу зовнішнього середовища. Крім цього, дуже важливий розумний, технічно грамотний підхід розробників електроприводу до створення схеми управління і захисту, підбору протипотемнюючих пристроїв, провідниково-кабельної продукції. При встановленні та експлуатації електродвигунів дуже важливо дотримуватись чинних стандартів і правил.

Однак навіть при розумному рівні роботи правильно сконструйованого електроприводу ймовірність виникнення ненормальних (аварійних) режимів все одно досить висока.

Ці режими включають:

- багатофазні та однофазні замикання в обмотках двигуна, в клемній коробці та зовнішньому колі (включаючи міжфазне замикання в мережах з рухомою нейтральною точкою);
- короткі замикання в ланцюгах керування;
- короткі замикання в обмотках двигуна;
- теплове перевантаження двигуна в складних умовах пуску (перевантаження, низька напруга мережі);
- теплове перевантаження двигуна, викликане обривом фази в зовнішньому ланцюзі або в обмотці статора;
- теплові перевантаження двигуна при порушенні режиму охолодження (відмова вентилятора, заїдання ребер рами тощо).

Умови роботи електродвигунів у сільському господарстві, безумовно, надзвичайно важкі. Переважна більшість з них знаходиться в суворих умовах навколишнього середовища, коли напруга в мережі живлення дуже часто буває нестабільною, зі змінною несиметрією, викликаній змішаним включенням

трифазних і однофазних електричних навантажень. Технічне обслуговування нерегулярне і часто виконується некваліфікованими працівниками.

За результатами досліджень [12, 20, 22] багато електродвигунів, які використовуються в сільському господарстві, вибираються із запасом потужності (від 30 до 50%), працюють при температурах нижче допустимих і досить часто за короткий час, строковий режим.

Однією з найпоширеніших аномалій є обрив фази, що призводить до виходу з ладу електродвигунів (40...60% усіх аварій з електродвигунами). Близько чверті аварій з електродвигунами викликано блокуванням працюючої машини (замерзання рухомих частин насосів, конвеєрів, засмічення дробарок тощо). Тривалі перевантаження призводять до виходу з ладу електродвигунів приблизно в 10 ... 15% випадків, а коротке замикання внаслідок прориву ізоляції при надмірному зволоженні або порушення режиму охолодження електродвигуна - в 15 ... 25% випадків.

Безперечно, впровадження ефективних пристроїв захисту від неправильних режимів роботи дозволяє істотно підвищити безпеку експлуатації електродвигунів. Вимоги до таких пристроїв останнім часом значно зросли з наступних причин:

- сучасні електродвигуни (серії АІР, 5А, 7А) характеризуються меншим запасом масо-тепловикористання і значно більшою швидкістю нагріву в умовах перевантаження, ніж двигуни попередніх серій;
- несправність електродвигуна, наприклад, як частини лінії електропередач, призводить до великих втрат.

До недавнього часу асортимент захисних пристроїв включав запобіжники для захисту від короткого замикання та електротеплові реле для захисту від перевантажень.

Захист запобіжником простий і досить надійний, але вимагає змінних каліброваних плавких вставок. Часто причиною аварії стають самі запобіжники, оскільки при перегорянні плавкої вставки одного з них може виникнути режим обриву фази.

Заміна запобіжників автоматичними вимикачами з електромагнітними розчіплювачами практично виключає роботу холостого ходу при коротких замиканнях, але в той же час залишається необхідність захисту двигунів від

перевантажень, викликаних дисбалансом напруги в мережі.

Частково це завдання вирішується впровадженням автоматичних вимикачів з комбінованими розчіплювачами та електротепловими реле РТЛ, РТТ (замість реле ТРН, ТРП). Ці реле мають механізм прискорення зносу в разі

перевантаження, викликаного розривом ланцюга живлення двигуна. Безумовно,

надійність роботи електротеплових реле в нештатних режимах залежить від їх ретельної настройки і налаштування.

Однак в цьому випадку не завжди вдається досягти ефективного захисту електротепловими реле при роботі двигунів з частими або тривалими пусками, швидкозмінними навантаженнями, а також в режимах реверсу і реверсного гальмування.

Крім того, електротеплові реле практично не захищають двигуни при перевантаженнях, пов'язаних з погіршенням охолодження через забиття ребер рами або пошкодження зовнішнього вентилятора.

Недоліки цих захистів і значна інтенсивність відмов електродвигунів в умовах експлуатації є основою для розробки і впровадження нових більш досконалих моделей, які відносяться до наступних груп:

- пристрої захисту від обриву фази;
- вбудовані пристрої захисту від температури;

- підключені охоронні пристрої з розширеною функціональністю.

Відомо велика кількість різноманітних схемних рішень таких пристроїв, і постійно додаються нові.

На столі. 6.1 містить коротку порівняльну характеристику ряду пристроїв захисту трифазних асинхронних двигунів від режимів розімкнутої фази. На рис. 6.1 показано, як змінюється за величиною напруга між різними точками ланцюга з'єднаної зіркою обмотки статора в разі обриву фази.

вказано на рис. 6.1 Напруги є контрольними параметрами і подаються на приймальні пристрої (групи захисту від напруги).

Таблиця 6.1

Порівняльна характеристика захисту двигуна від безфазних режимів живлення

Назва та тип пристрою	намір	контрольований параметр і його датчик	Оцінений		час реакції
			напруга, В	частота герц	

1	2	3	чотир	5	6
Ан аналізатор РА-74/2	Захист електродвигунів від роботи на двох фазах	Залишкова (U=88В), фільтр напруги	220, 380	п'ят десять	
Рел е контролю фази EL-8	Захист електродвигунів при їх роботі на двох фазах, при симетричному спаді напруги, при міжфазній несиметрії напруги, у зворотній послідовності фаз	Фільтр напруги зворотної послідовності	100.1 10.220, 380.400.415	п'ят десять	
Рел е контролю трифазної напруги 10, 11, 12	Захист електродвигунів при недопустимому зниженні симетрична напруга (обриви фаз), несиметрія міжфазних напруг, зі зворотною послідовністю фаз	Фазні напруги трифазного змінного струму	100, 110, 220, 380, 400, 415	п'ят десять	5+ 0,6
FU Z	Захист електродвигунів від роботи у відкритій фазі, зависання і не почати	Кут зсуву між фазними струмами двигуна. Трансформатор струму фазового зсуву	380	п'ят десять	П ри обриві фази не більше 1
3-М Фу	Те саме і додатковий захист від будь- якого перевантаження із затримкою часу, яка залежить від цього	Те саме	Те саме	Те саме	Те ж саме стосується перевантаже ння 1,15 і не більше 50; 1,5 дюйма не більше 5

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця продовження 6.1

1	2	3	4	5	6
ФУ	Як і ФУЗ-М,	ФУЗ-М	Також само, як	Te	Te
C - B	додатковий термозахист при перегріві двигуна через порушення охолодження	ФУЗ-М і додатково Температура корпусу двигуна через вбудований термістор РТС	само	само	e само
ФУ	Аналог ФУЗ-У	ФУЗ-У	Також само, як	Te	Te
C-I	додатковий захист включення (також відключення під час роботи електродвигуна знизеним опорою ізоляції статора.	ФУЗ-У і контролю ізоляції статора	схему опору обмотки	само	e само

Рис. 6.1. Напруга в колі статора трифазного асинхронного електродвигуна при обриві однієї з фаз (А).

Щось виділяється з цієї групи пристроїв, які містять фільтри, побудовані з симетричних елементів - напруги зворотної або нульової послідовності. Вони характеризуються досить високою чутливістю (особливо перші) і надійністю роботи при обриві фази, але мають один суттєвий недолік - захисти по напрузі реагують тільки на обрив фази до моменту їх короткого замикання, тобто з цього моменту, точці до електродвигуна немає особливого контролю, як перерва. в самому двигуні.

Цього недоліку можна уникнути, використовуючи пристрої захисту, які контролюють фазні струми електродвигуна.

Слід зазначити, що у випадку електродвигунів без захисту від

перевантаження, спеціальний захист від двофазного режиму може використовуватися виключно, і при цьому є велика ймовірність виходу з ладу однієї з фаз, що призведе до виходу з ладу електричної мережі двигуна з тяжкими наслідками (п. 5.3.62 ПУЕ).

Усі основні несправності електродвигунів (втрата фази, зупинка, відсутність пуску, перевантаження) призводять до перегріву обмотки статора і, як правило, виходять з ладу за відсутності захисту.

Термічний захист на основі контролю температури обмотки статора широко поширений. На малюнку 6.2 показано порівняння вбудованого теплового захисту. Такі пристрої, контролюючи температуру обмотки статора за допомогою спеціальних вбудованих датчиків (термістори, позистори), захищають двигун від більшості аварійних ситуацій.

Незважаючи на деякі переваги (чутливість, постійний контроль температури обмотки), вбудований термозахист має кілька істотних недоліків.

Він реагує не на причину, а в результаті аварійної роботи, через що двигун залишається в такому стані тривалий час, особливо при підвищеній тепловій енергії від датчиків температури. Це призводить як до інтенсивного старіння ізоляції, так і до виходу з ладу електродвигуна.

Це також означає, що установка датчиків температури в обмотку статора можлива тільки на заводі або під час ремонту на спеціалізованому підприємстві. Спроба виконати цю роботу безпосередньо в полі часто призводить до пошкодження обмотки.

Крім того, вбудований температурний захист, що дозволяє електродвигуну працювати в безфазному режимі, не відповідає вимогам електробезпеки обслуговуючого персоналу та худоби.

Останнім часом налагоджено виробництво вдосконалених пристроїв теплового захисту УВТЗ-5 (табл. 6.2), які додатково оснащені захистом від обриву фази напруги.

Оригінальним дизайном і конструкцією схеми є пристрій захисту фази FUS, розроблений на факультеті електротехніки Латвійського сільськогосподарського університету [20, 22]

Таблиця 6.2

Порівняльна характеристика промислових вбудованих пристроїв температурний захист

параметри	тип пристрою					
	УВТЗ-1	УВТЗ-1М	УВТЗ-5	ОВЕН	ФУЗ-У	ВЕТЗ
напруга живлення	+ 10% 220	+ 10% 220	+ 10% 220	36,110,1 27,220,38	380	220+10%
налаштування опору	тридцять %	тридцять %	тридцять %	0		
РТС терморезистор для вимірювання приладу (40...+40°C)-	2200+20 0	2100+15 0	2100+40 0			2100
Тип РТС для двигунів з класом теплоізоляції:						
A ($\theta = 105^\circ$)	ST14-1B ST14-1A	ST14-1B ST14-1A	ST14-1B ST14-1A	CT14-2- 160		ST14-1B ST14-1A
B ($\theta = 130^\circ$)						
F ($\theta = 155^\circ$)						
Маса пристрою, кг	0,7	0,45	0,3		2,3	

Базова система FPS виконує функцію контролю кута зсуву фаз між струмами в трифазній мережі. Прилади FUS випускаються на різні струми в 5 діапазонах. За допомогою градуїрованого підстроювального резистора робочий струм ФУС можна адаптувати до номінального струму електродвигуна. Пристрій ФУЗ надійно захищає електродвигун від усіх прямих аварійних режимів роботи (обрив фази, відсутність пуску, гальмування, перевантаження), але не реагує на деякі допоміжні режими роботи, що призводить до перегріву обмотки статора. Побічні поломки виникають при недостатньому теплообміні з навколишнім середовищем, частій їзді заднім ходом або запуску двигуна, перегріві підшипників.

Більш досконала модифікація ФУЗ-У, що дозволяє додатково контролювати температуру корпусу або обмотки двигуна за допомогою термодатчика (резистора). Ви можете використовувати РТС термістори в спеціальних двигунах, призначених для роботи з пристроями UHTS.

Інша модифікація ФУС-І додатково дозволяє контролювати опір ізоляції обмотки статора електродвигуна, і при його значному зниженні не дозволить йому включитися. Розроблена та виготовлена універсальна станція керування та захисту електродвигунів глибинних насосів УВУ з використанням фазочутливого захисту ФУЗ-М.

Серед багатьох комбінованих запобіжників заслуговує на увагу універсальний запобіжник УЗІН (АС СРСР 1772863А1) з використанням

датчика(ів) температури зі сплавів з ефектом «пам'яті форми». Пристрій забезпечує захист асинхронного двигуна від перегріву (аналог UHFS) і захист від ураження електричним струмом шляхом контролю струму витoku через ізоляцію. Датчик температури встановлений в статорі двигуна і підключений послідовно з резистором обмеження струму між фазним виходом і нейтраллю.

Пристрій SPD має суттєву перевагу перед вбудованим температурним захистом - для нього не потрібна лінія зв'язку між датчиками температури і схемою захисту.

6.2 Пристрій захисту трифазних двигунів на основі мікроконтролера RIS16F676 фірми Microchip Technology Inc.

Найчастіше трифазні двигуни виходять з ладу через розбалансування фаз в напрузі живлення або перегріву при інтенсивній роботі. Пропонований трифазний захист двигуна вимикає електродвигун у разі обриву фази, відхилення напруги будь-якої з фаз (несиметрія фаз) більш ніж на ± 30 В або нагрівання корпусу двигуна до температури вище 60°C .

В основі пристрою лежить мікроконтролер (МК) RIS16F676 Microchip Technology Inc. і датчик температури DS1820. Виникнення аварійної ситуації в кожній фазі і перевищення температури корпусу двигуна сигналізується загорянням відповідних сигнальних діодів. Для вимірювання та порівняння використовується середнє значення випрямленої фазної напруги відносно нульового провідника.

Алгоритм роботи програми МК наведено на рис. 6.2. Після включення МК відбувається ініціалізація його регістрів і вмикання керуючого виходу. При запуску двигуна (або групи двигунів) можливі провали фаз або перенапруги, тому фільтр починає працювати через хвилину після включення двигуна. Затримка реалізується послідовним включенням преділителя, таймера TMR0 і двох роздільників, кожен з коефіцієнтом ділення 30.

Потім послідовно вимірюють напруги фаз А, В, С. Після кожного вимірювання фази перевіряють на обрив провідів. Якщо виміряна напруга дорівнює нулю, вихід негайно вимикається. Потім перевіряються виміряні значення напруги на предмет виходу за межі 190...250 В - в цьому випадку

спрацьовує лічильник помилок, необхідний для підвищення стійкості приладу до перешкод. При зведенні восьмизначного лічильника з нуля до нуля його дільник дорівнює 256. При часі виконання програми 7 мс час затримки вимкнення двигуна становить близько 1,8 с. Кожне порівняння має свій рахунок, тому якщо наступне вимірюване напруга в нормі, тоді цей лічильник скидається. Таким чином, щоб

заглушити двигун, потрібно 256 помилок вимірювання поспіль.

Після порівняння напруг фаз АВ, ВС, СА перевіряється, щоб їх різниця не перевищувала 30 В. Якщо дисбаланс фаз більше 30 В, спрацьовує лічильник помилок. Вихід вимикається через 1,8 секунди, як описано вище.

Якщо вихід вимкнено через помилку, встановлюється прапор помилки, який скидається лише після перезапуску МС. Якщо помилки немає, активація виходу підтверджується, і МС продовжує виконання підпрограми вимірювання температури двигуна.

Рис. 6.2. Алгоритм програми мікроконтролера RIS16F676^o
Microchip Technology Inc.

Вимірювання температури починається з ініціалізації датчика температури DS1820 і видачі команди для включення перетворення. Після отримання даних від датчика температури перевіряється позначка «дві секунди». Справа в тому, що перші дані, що надходять від датчика, є ненадійними, тому потрібен деякий час, щоб дані стабілізувалися. Для початку порівняння температур введена затримка 1,8 с. Так як електродвигун за такий короткий час не встигає розігрітися до 60 °С, така затримка не знижує якість захисту двигуна.

Після закінчення часу затримки встановлюється позначка «дві секунди» і перевіряється кожне наступне вимірюване значення температури на предмет перевищення 60 °С. Якщо температура перевищує 60 °С, вихід вимикається. Програма переходить до нового циклу вимірювання фазної напруги.

Принципова схема пристрою показана на рис. 6.3. Фазова напруга знижується подільниками напруги на резисторах R1...R3 і R10...R12 з коефіцієнтом ділення 1:100. Змінна напруга фаз випрямляється одношвидкісним випрямлячем, що складається з діодів VD1...VD3 і стабілітронів VD7...VD9, згладжується фільтруючими конденсаторами C4...C6 і подається на входи RA0...RA2 від МК DD2. Лінія зв'язку датчика температури

DD1 з входом RC4 МК має підтягуючий резистор R13.

МК тактується внутрішнім генератором 4 МГц. На виході RA4 (вивід 3 МК) можна спостерігати частоту тактового генератора, поділену на чотири (1 МГц) і таким чином контролювати продуктивність МК.

Вихід RCZ МК включає реле стартера K1 через оптотиристор U1 і симистор VS1. Його контакти K1.1 .. K1.3 включають / вимикають живлення двигуна. Світлодіоди HL1...HL4 сигналізують про аварійну ситуацію. Резистори R6...R9 підбираються в залежності від обраного типу діода і необхідної яскравості (на графіку показані значення опору для діодів КІПД21 - ПК). Кнопка SB1 «Скидання» потрібна для перезапуску МК і включення двигуна після усунення аварійної ситуації.

Безтрансформаторний джерело живлення з гасильним конденсатором описано в літературі [24], принцип дії якого не потребує пояснень.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Гасить конденсатор С3 типу К73 - 17 з допустимою напругою не менше 400В. Стабілітрон VD4 типу 1N4733А можна замінити на будь-який стабілітрон з напругою стабілізації 5,1В. Ця напруга є еталонною для АЦП МК. Тому при установці стабілітрона з меншою напругою стабілізації (наприклад, 4,7 В) потрібно пропорційна зміна коефіцієнта ділення дільників вхідної напруги.

Стабілітрони VD7... VD9 можна замінити на стабілітрони типу КС147А. Датчик температури DS1820 можна не використовувати, але тоді захист двигуна від перегріву не спрацює (лінія зв'язку повинна залишатися навантаженою резистором R13).

Плата пристрою зображена на аркуші 4 графічної частини проекту (верхня частина), а розташування елементів на ній – на аркуші 4 графічної частини проекту (нижня частина). Плата складається зі скловолокна, фольгованого з двох сторін. З боку монтажу елементів фольга не протравлена і з'єднана загальним дротом. Нижня частина пластини, навпроти якої проходять фазні провідники, не екранована. Змінювання відбувається для отворів, які не заштриховані на кресленні. Якщо сигнальні діоди встановлюються з намірної сторони, штрихові лінії виконуються з монтажною сторони деталі. Наскрізні отвори для конденсаторів С4...С6 з'єднані з екраном затискним дротом.

Зібрана плата пристрою повинна бути встановлена в екранований корпус з отворами для світлодіодів і кнопкою скидання. Пристрій не можна встановлювати на двигун або підставку двигуна. Кабель зв'язку датчика температури повинен бути екранованим і мати довжину до 5 м. Для кріплення датчика температури до двигуна використовується натискна пружина з високоефективних транзисторів у корпусі КТ28-2. Датчик змонтований на теплопровідній пасті, а його виводи (в корпусі TO-92) ізольовані силіконовою масою.

Апарат налаштований без МК. Спочатку перевіряють напругу живлення МК, яке повинно бути 5,1 В. Під час наших тестів VD4 замінили на п'ять екземплярів стабілітронів типу 1N4733А, і всі вони відповідали цій умові. Перед установкою резисторів R10 ... R12 їх номінал підбирають з точністю до 1%. При

цьому відхилення від значення 2 кОм не має значення (можна використовувати резистори 1,9 ... 2,1 кОм), головне забезпечити рівність значень разом.

Потім номінали резисторів (R1 ... R3) підбирають так, щоб на входах I1 ... I3 МК напруга постійного струму дорівнювало вхідній напрузі, поділеному на 100. У цьому випадку фазна напруга може бути прикладена до всі входи. На практиці ви можете вибрати значення одного резистора, а для інших резисторів буде встановлено значення, ідентичне вибраному. Це відбувається при ретельному підборі резисторів R10 ... R12. Після установки запрограмованого МК пристрій готовий до використання.

Робота з приладом зводиться до аналізу стану світлодіодів в аварійних ситуаціях. Якщо двигун вимкнений і жоден світлодіод не горить, це свідчить про втрату фази. Якщо загориться один із світлодіодів АВ, ВС, СА, то

Можливо, фазна напруга виходить за межі 190 ... 250 В. В цьому випадку перша буква позначення діода вказує на аварійну фазу. У разі дисбалансу фаз напис під світлодіодом відповідає фазам, різниця напруг яких перевищує 30 В. Зазвичай одночасно світяться два світлодіоди, наприклад АВ і СА. При цьому напруга фази А має відхилення більш ніж на 30 В від напруги фаз і С.

Після усунення аварійної ситуації електродвигун підключається до мережі натисканням кнопки «Скидання».

Щодо програмування МК. Багато програмістів досі не мають програмного забезпечення для програмування МК RIS16F676 від Microchip Technology Inc.

При програмуванні даного МК можна використовувати програму "PonyProg 2000" з установкою б/у МК RIS16F84. Для цих МК частота програмування і обсяг пам'яті однакові. Після перепрограмування програма видає помилку 21. Це тому, що карти пам'яті і біти конфігурації МК не збігаються. Не обов'язково звертати увагу на цей підпис, але якщо є сумніви, давайте забудемо про написаний код і порівняємо його з оригіналом – вони повинні збігатися.

Якщо в подальшому МК буде використовуватися в інших програмах, необхідно провести детектування відомими методами і зберегти калібрувальну константу. Ця програма передбачає, що постійна калібрування дорівнює нулю

(мінімальна частота внутрішнього генератора). Файл розробки МК під назвою
T3faza.hex можна знайти на сайтах.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 7

БЕЗПЕКА ТА ОХОРОНА НА РОБОЧІЙ СИТУАЦІЇ

7.1 Перелік основних нормативних документів

1. Закон України «Про охорону праці». Постанова Верховної Ради України від 21 листопада 2002 року № 229-IV зі змінами та доповненнями від 25 листопада 2003 року № 1331-IV від 23 грудня 2013 року № 1334-IV від 23 грудня 2004 року № 228

2. Закон України «Про пожежну безпеку» Постанова ВР від 17 грудня 1993 р. № 3747-ХІІ.

3. Закон України «Про дорожній рух». Постановою Верховної Ради України від 28 січня 2003р

4. Закон України "Про забезпечення санітарно-епідеміологічного стану населення"

5. ССБП ДСТУ 2293-93. «Система стандартів охорони праці. Поняття та визначення».

6. Єдина система показників стану з урахуванням умов і безпеки праці. Затверджено наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 31.03.94 р. №27.

7. НАПБ А.01.001-95. Протипожежні правила в Україні затверджені наказом МВС України від 22 червня 1995 року № 400, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 14 липня 1995 року за номером 219/95.

8. Типове положення про надання послуг з охорони праці. Затв. Наказом Держнаглядохоронпраці України від 08.03.1993 р. № 73, зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 30.09.93 р. за № 140.

9. ДНАОП 0.00-4.12-94. Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, затверджене наказом Держнаглядохоронпраці України від 04.04.94 № 30, зареєстроване в Міністерстві юстиції України 05.05. /12/94 № 95/309.

10. Положення про медичні огляди працівників певних категорій : затв.

Наказом МОЗ України від 31 березня 1994 р. № 45, зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 21 червня 1994 р. за № 136/345.

11. Положення про проведення експертизи та обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах, в установах і організаціях: затв. Постанова Кабінету Міністрів України від 8 жовтня 1993 р. № 623.

12. ДНАОП 0.00-4.26-96. Положення про режим еквіпування працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 18 листопада 1996 р. за № 667/1692. Він набрав чинності 29.11.96.

13. ДНАОП 0.03-3.30-96. Державні санітарні норми і правила захисту населення від дії електромагнітних випромінювань. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 29 серпня 96 р. за № 488/1513. Він набрав чинності 29.11.96.

14. Принципи технічної експлуатації теплоутилізаційного обладнання та мереж централізованого теплопостачання / Держенергонагляд України: - К.: Рабат. 1995. - 81с.

15. ГКД 34.03.103-96. Система управління охороною праці в Міненерго. Постанова затверджена Міністерством енергетики України 24 квітня 1996 року.

16. ГКД 34.12.102-95. Навчання, інструктаж та перевірка знань працівників підприємств, установ та організацій Міненерго України з питань охорони праці та експлуатації обладнання. Позиція.

17. Правила застосування та випробування захисних пристроїв в електроустановках / ПО Союзтехенерго. - 7-е видання, перероб. і додатково М.: Энергоатомиздат. 1983 рік - 64с.

18. Посібник з надання першої допомоги потерпілим від аварій на електростанціях / Упр. згідно тех. Охорона та пром. Міністерство санітарної енергетики УРСР. - М.: Энергоатомиздат. 1987 рік - 64с.

19. Інструкція з пристрою блискавкозахисту будівель і споруд. РД 34.21.122-87. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 56с.

20. Правила безпечної роботи з інструментами та обладнанням. ДНК ОП

1.1.10-1.04.-01. Держенергонагляд України: - К.: Форт, 2001. - 176 с.

7.2 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

7.2.1 Організація роботи з охорони праці та аналіз ступеня і причин

травматизму. Безпека всіх осіб, які використовують ці пристрої у виробничому процесі, залежить від кваліфікації та належного виконання елементарних вимог електробезпеки під час встановлення та експлуатації електроприладів.

Враховуються протипожежний і блискавкозахист, які тісно пов'язані з охороною праці, оскільки пожежі на виробництві і блискавка загрожують не тільки матеріальним цінностям, а й життю людей.

Нині в господарстві надається велике значення питанню охорони праці і створені оптимальні умови праці. На кожному виробничому підприємстві є особа, відповідальна за охорону праці та протипожежний захист. Навчання та інструктажі з питань охорони праці проводяться перед прийняттям на роботу та регулярно під час роботи. Щорічно електромонтери складають іспит з правил охорони праці, на підставі якого їм присвоюється група безпеки.

Люди, які працюють із шкідливими речовинами, регулярно проходять огляд у лікаря. Працівники забезпечені спецодягом та засобами захисту. Незважаючи на все це, трапляються порушення техніки безпеки, які часто призводять до травм і зниження продуктивності.

Тому бізнес має приділяти більше уваги охороні праці, навчати працівників та посилювати контроль відповідальних за дотримання правил безпеки на виробництві. Створена на заводі ремонтна майстерня має підсобні та виробничі приміщення, які забезпечують працівникам комфортні умови праці та відпочинку.

7.2.2 Аналіз умов праці в цеху.

Проектований цех має такі небезпечні та шкідливі умови та виробничі фактори:

- наявність рухомих машин і механізмів;
- підвищене забруднення повітря пилом і газами;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- висока вологість;

- можливість дотику до струмоведучих частин.

Приміщення і секції цеху поділяються на різні категорії в залежності від навколишнього середовища, ступеня небезпеки ураження електричним струмом, вибуху і пожежі, вогнестійкості конструкції.

Для усунення вологи в зоні зовнішнього миття та демонтажу машин призначені вентиляція, вентилятор типу Ц4-70 № 2. Для безпеки на них встановлюється захисний комутаційний пристрій ЗОУП-25 або дифузор. пральна машина. Для усунення пилу в зоні обслуговування та діагностики також розроблена вентиляція, вентилятор типу Ц4-70 №4.

Приміщення для обслуговування та діагностики, залежно від ступеня ураження електричним струмом, пов'язане з підвищеним ризиком, оскільки має бетонну підлогу. Для усунення цієї небезпеки використовуються дерев'яні рейки.

Для захисту людей від безпосереднього дотику до струмоведучих частин їх електроізольовують і прикріплюють попереджувальні знаки та плакати.

Для захисту від ураження електричним струмом при пошкодженні ізоляції обладнання застосовують захисне заземлення, а працівникам видають ізолюючі засоби захисту.

7.3 Розробка заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих виробничих факторів

7.3.1 Перелік технічних і організаційних заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Організаційно-технічні заходи, передбачені в роботі з усунення небезпечних і шкідливих виробничих факторів, спрямовані на:

- необхідний захист від проникнення в обертові частини машини, огороження;
- запобігання вибуху при накопиченні небезпечної кількості пари в приміщеннях для просочення, пресування та спікання металокерамічних контактних пластин;

НУБІП України
 - видалення шкідливих газів із приміщень, для яких передбачена система витяжки;
 - захист від дотику до струмоведучих частин електрообладнання. Для цього встановлюється захисне заземлення і використовується заземлення металевих частин пристрою;

НУБІП України
 - захист приміщень від прямих ударів блискавки. Проектом передбачено встановлення громовідводу на даху об'єкта;
 - забезпечення пожежної безпеки, оснащення гідрантами та кришками;

НУБІП України
 - забезпечення робочих місць необхідним рівнем освітлення.
7.3.2 Підбір засобів індивідуального захисту. Розрахунок необхідної кількості засобів індивідуального захисту, необхідних для нормальної роботи проєктованих електроустановок, проводиться згідно з вимогами нормативного документа ТП 5-86.

НУБІП України
 Розрахункові дані зводяться до таблиці. 7.1.
 Таблиця 7.1
 Розрахунок необхідної кількості засобів захисту для майстерні (на 1 рік експлуатації)

назва інструменту	марка або тип	ГОСТ, ОСТ, ТУТ	Натовп
індикатор напруги	УНН-10	ТУ-34-3031-75	2
мірювальні затискачі	С-91	ТУ-25-04-856-76	3
електричні рукавички	ШВП	ТУ-38-106330-79	3
переносне заземлення	1041-11041	ТУ-16-538232-84	2
плочка на білому фоні	К-1000	ТУ-34-133807-85	3
шоломі безпеки	іртуальна машина	ТУ-39062-84	3
плакати та знаки безпеки	-	ГОСТ 124026-86	чотири
інструмент з ізольованими ручками	КСМИ-2	ТУ-34-28-10072-80	3
апюшон	ПШ-1	ТУ-6-10-2080-86	2
переносна аптечка	-	ГОСТ 11516-83	2

7.4 Розрахунок заземлення приймальної підстанції 10/0,4 кВ

Проведено розрахунки заземлювача ЗТП 10/0,4 кВ.

Вихідні дані для розрахунків:

- $\rho_1 = 260 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, $\rho_2 = 190 \text{ Ом}\cdot\text{м}$;
- Висота верхнього шару ґрунту $h_1 = 2,8 \text{ м}$;
- довжина вертикальних брусків $l = 7 \text{ м}$;
- діаметр стрижня $d = 0,012 \text{ м}$;
- Глибина закладення бруса $t = 0,8 \text{ м}$;

- середньорічна тривалість шторму 60 годин;
- Площа залізобетонної основи $TCS = 50 \text{ м}^2$;
- довжина кабельної лінії $L_{кл} = 15 \text{ км}$;
- довжина повітряної лінії $L_{пл} = 140 \text{ км}$.

Рис. 7.1. Схема мережі 0,38 кВ із повторним заземленням.

визначається рекв. :

$$\rho_{екв} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot k \cdot l}{\rho_1 \cdot (t + k \cdot l - h_1) + \rho_2 (h_1 - t)}, \quad (7,1)$$

де $k=1$ при $\rho_1 > \rho_2$;

$$\rho_{екв} = \frac{260 \cdot 190 \cdot 1 \cdot 7}{260 \cdot (0,8 + 1 \cdot 7 - 2,8) + 190(2,8 - 0,8)} = 206 \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

Опір повторюваного заземлювача розраховується за формулою:

$$Ціна \text{ } \rho = 0,3 \text{ рекв.}, \quad (7,2)$$

$$Ціна \text{ } \rho = 0,3 \cdot 206 = 61,8 \text{ Ом.}$$

Допустимий опір заземлювача:

$$R_{адм.л} = 0,1 \text{ рекв.}, \quad (7,3)$$

$$R_{адм.л} = 0,1 \cdot 206 = 20,6 \text{ Ом.}$$

Допустимий опір заземлення станції локальної мережі:

$$r_{адд} = 0,04 \text{ рекв.}, \quad (7,4)$$

$$r_{адд} = 0,04 \cdot 206 = 8,24 \text{ Ом.}$$

Розрахунок заземлювача мережі 0,38 кВ.

Стійкість до природного заземлення:

$$R_{\text{нр}} = \frac{0,5 \cdot \rho_{\text{сф}}}{\sqrt{s}} \quad (7,5)$$

$$\text{де } \rho_{\text{сф}} = \rho_1 \cdot \left(1 - e^{-\alpha \frac{k_1}{\sqrt{s}}}\right) + \rho_2 \cdot \left(1 - e^{-\beta \frac{\sqrt{s}}{k_1}}\right),$$

і β – коефіцієнти, для $\rho_1 > \rho_2$ $\alpha = 3,6$; $\beta = 0,1$.

ИДЖР – допустимий опір заземлювального електрода;

пенсія – повний опір заземлення;

RStk – опір штучного заземлювача;

Рекомендована розрідна ціна – стійкість до природного заземлення.

Рис. Схема заміщення мережі 7,2 - 0,38 кВ.

$$R_{\text{нр}} = \frac{0,5 \cdot 239,4}{\sqrt{50}} = 17 \text{ Ом};$$

$$\rho_{\text{сф}} = 260 \cdot \left(1 - e^{-3,6 \frac{2,8}{\sqrt{50}}}\right) + 190 \cdot \left(1 - e^{-0,1 \frac{\sqrt{50}}{2,8}}\right) = 239,4 \text{ Ом м}$$

Опір повторних заземлень розраховується:

$R_{I1} \text{ u003d } 20,6 \text{ Ом}; R_{I2} \text{ u003d } 15,45 \text{ Ом}; R_{I3} \text{ u003d } 20,6 \text{ Ом};$

$$R_{\text{пов}} = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_3} = \frac{20,6 \cdot 15,45 \cdot 20,6}{20,6 \cdot 15,45 + 15,45 \cdot 20,6 + 20,6 \cdot 20,6} = 6,2 \text{ Ом}.$$

Еквівалентний опір визначається:

$$R_{\text{екв}} = \frac{R_{\text{пов}} \cdot R_{\text{нр}}}{R_{\text{пов}} + R_{\text{нр}}} = \frac{6,2 \cdot 1,7}{6,2 + 1,7} = 4,54 \text{ Ом}.$$

Оскільки $R_{\text{екв}} = 4,54 \text{ Ом} < R_{\text{доп}} = 8,4 \text{ Ом}$, то опір штучного заземлювача приймається максимально допустимим: $R_{\text{шт}} = 61,8 \text{ Ом}$. Тому штучне заземлення з таким співвідношенням $R_{\text{екв}}$ до $R_{\text{доп}}$ виконати не можна, але це вимагається нормативно.

Розрахунок заземлювача мережі 10 кВ.

Допустимий опір заземлювача визначається:

$$R_{\text{д}} = \frac{125}{I_{\text{з.з.}}} \quad (7,7)$$

де $I_{\text{з.з.}}$ – струм витоку на землю.

НУБІП України

НУБІП України

Рис. 7.3. Схема заміщення мережі 10 кВ.

НУБІП України

$$I_{\text{з.з.}} = \frac{U \cdot (L_{\text{пл}} + 35 \cdot L_{\text{ст}})}{350} = \frac{10 \cdot (140 + 35 \cdot 15)}{350} = 19 \text{ АЛЕ.}$$

$$R_{\text{д}} = \frac{126}{19} = 6,57 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом.}$$

Опір електрода штучного заземлення визначається за формулою:

$$R_{\text{шт}(10)} = \frac{R_{\text{д}(10)} \cdot R_{\text{п}}}{R_{\text{п}} - R_{\text{д}(10)}} = \frac{6,6 \cdot 17}{17 - 6,6} = 10,79 \text{ Ом.}$$

НУБІП України

При порівнянні $R_{\text{шт}(10)}$ і $R_{\text{шт}(0,4)}$ для розрахунку використовується менший із двох: $R_{\text{шт}(10)} = 10,79 \text{ Ом}$.

Опір поширенню струму стрижня визначається:

$$R_{\text{ст}} = \frac{K_{\text{с}} \cdot \rho_{\text{екв}}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4h+l}{4h-l} \right), \quad (7,8)$$

НУБІП України

де $K_{\text{с}}$ – сезонний фактор, $K_{\text{с}} = 1,5$;

X – відстань від земної поверхні до центра стрижня,

$$X = 1 + 0,5l = 4,3 \text{ м.}$$

$$R_{\text{ст}} = \frac{172 \cdot 1,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 7} \cdot \left(\ln \frac{2,7}{0,012} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 4,3 + 7}{4 \cdot 4,3 - 7} \right) = 46 \text{ Ом.}$$

НУБІП України

Кількість вертикальних смуг визначається за формулою:

$$n = \frac{R_{\text{ст}}}{R_{\text{доп}}} = \frac{46}{10,79} = 4,3, \quad (7,9)$$

Приймає 8 барів.

НУБІП України

НУБІП УКРАЇНИ

Малюнок 7.4. Схема контуру заземлення ЗТП.

Опір поширенню горизонтального струму смуги визначається:

$$R_{\text{op}} = \frac{\rho_{\text{er}} \rho_2}{2 \cdot \pi l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l^2}{b \cdot d} \quad (7.10)$$

де b – ширина горизонтальної смуги, $b = 0,4$ м;

ρ_{er} – еквівалентний питомий опір горизонтального заземлювача (розраховується інтегруванням);

LG – довжина горизонтального заземлювача, $lg = 5$ м.

Розрахунок рек проводиться на основі даних зі значенням питомого опору, еквівалентним $\rho_{\text{er.g.}} / \rho_2$ двошарового заземлення для розрахунку опору простого горизонтального заземлення: $\rho_1 / \rho_2 = 1$; $h_1 = 3$ м; колода = 5 м; $\rho_{\text{er.g.}} / \rho_2 = 1,69$.

$$1. \rho_1 / \rho_2 = 2; h_1 = 3 \text{ м; колода} = 5 \text{ м; } \rho_{\text{er.g.}} / \rho_2 = 1,89;$$

$$2. \rho_1 / \rho_2 = 2; h_1 = 5 \text{ м; колода} = 5 \text{ м; } \rho_{\text{er.g.}} / \rho_2 = 1,93;$$

$$\frac{\rho_{\text{er}}}{\rho_2} = 1,69 + \frac{1,93 - 1,89}{5 - 3} \cdot (3,5 - 3) = 1,9;$$

$$\frac{\rho_{\text{er}}}{\rho_2} = 1,69 + \frac{1,9 - 1,89}{2 - 1} \cdot (1,6 - 1) = 1,8;$$

$$\rho_{\text{er}} = 190 \cdot 1,8 = 342 \text{ Ом};$$

$$R_{\text{штг}} = \frac{2 \cdot 342}{2 \cdot 3,14 \cdot 36} \cdot \ln \frac{2 \cdot 36^2}{0,04 \cdot 0,8} = 34,19 \text{ Ом};$$

$$q_{\text{штг}} = \frac{1}{R_{\text{штг}}} = \frac{1}{34,19} = 0,03 \text{ ем.}$$

Опір електрода штучного заземлення визначається за формулою:

$$R_{\text{шт}} = \frac{1}{\eta \cdot (\rho_{\text{в}} \rho_{\text{г}} + \rho_{\text{г}} \rho_{\text{г}})} \quad (7.11)$$

де η – коефіцієнт використання складного прямокутного заземлювача керування замкнутим контуром, визначене з довідкової літератури.

$$1. \rho_1 / \rho_2 = 1; n = 8; h / lb = 0,4; a / lb = 1; \eta = 0,442;$$

$$2. \rho_1 / \rho_2 = 3; n = 8; h / lb = 0,4; a / lb = 1; \eta = 0,557;$$

$$\eta = 0,442 + \frac{0,557 - 0,442}{3 - 1} \cdot (1,6 - 1) = 0,48.$$

Для визначення n також використовується метод інтегрування:

$$R_{шт} = \frac{1}{0,48 \cdot (6 \cdot 0,02 + 8 \cdot 0,03)} = 6,43 \text{ Ом}$$

Оскільки $R_{шт} = 6,43 \text{ Ом} < R_d = 6,57 \text{ Ом}$, цей розрахунок виконано правильно.

7.5 Захист від перенапруги

Господарський район розміщення цеху відноситься до району із середньорічною тривалістю штормів 60 ... 80 годин на рік, що відповідає $n = 9$ показників на 1 км².

Для захисту від перенапруги передбачені такі заходи:

- Для захисту станції від перенапруг вищих напруг (10 кВ) встановлено розрахунки типу РС-10.

- Для захисту станції від перенапруг на стороні 0,38 кВ передбачені

розрядники РВН-0,5.

Відповідно до РД-34.21.122-87 майстерня по блискавкозахисту відноситься до III категорії із зоною Б.

Для захисту цеху від прямого удару блискавки планується будівництво громовідводу. Очікувана кількість прямих ударів блискавки визначається формулою:

$$N = [(B + 6 \cdot h_x) \cdot (L + 6 \cdot h_x) - 7,7 \cdot h_x^2] \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (7.12)$$

де B - ширина будівлі, $B = 18 \text{ м}$;

L - довжина будівлі, $L = 48 \text{ м}$;

h_x - висота покрівлі будівлі, $h_x = 9,5 \text{ м}$;

n - середня кількість ударів блискавки на 1 км²/рік;

$$N = [(18 + 6 \cdot 9,5) \cdot (48 + 6 \cdot 9,5) - 7,7 \cdot 9,5^2] \cdot 9 \cdot 10^{-6} = 0,064.$$

Було використано 4 громовідводи на відстані 11 м один від одного. Це впливає на висоту найвищої точки даху - h_{x1} , і висоту стіни - h_{x2} : $h_{x1} = 9,5 \text{ м}$; $h_{x2} = 6,5 \text{ м}$. Вони визначаються величиною $h_c = h_{x1} = 9,5 \text{ м}$, а найменша висота

блискавковідводу знаходиться:

$$X_m = 0,89 \cdot H_c + 0,124 \cdot L; \quad (7,13)$$

$$X_m = 0,89 \cdot 9,5 + 0,124 \cdot 11 = 9,8 \text{ м.}$$

Тоді $N = 1,5$; $h = 14,7$ м, що більше висоти даху. Але на рівні даху ми отримуємо:

$$r_x = 14,7 \cdot (1 - 3 / 6,5) = 7,9 < 9 \text{ м.}$$

Це означає, що частина даху на такій висоті не потрапляє в охоронну зону.

Висота громовідводу збільшена до 13 м.

$$r_0' = 1,5 \cdot 13 = 19,5 \text{ м;}$$

$$r_x' = 19,5 \cdot (1 - 3 / 6,5) = 10,5 \text{ м} > 9 \text{ м.}$$

Перевіряючи захищений кут даху, відстань, на якій громовідвод найближче до краю будівлі на плані, становить:

$$\sqrt{22^2 + 3,05^2} = 3,65 \text{ м.}$$

Радіус захисту:

$$r_{x2}' = 1,5 \cdot (13 - \frac{0,3}{0,92}) = 19,01 > 9 \text{ м.}$$

Перевіряється захист верхньої точки даху:

$$r_x = 1,5 \cdot (13 - \frac{0,5}{0,92}) = 18,68 > 9 \text{ м.}$$

Заземлення громовідводу складається із стрижнів діаметром 12 мм.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

7.6 Протипожежний захист

Характеристика приміщень цеху за вибухонебезпечністю наведена в таблиці. 2.1. Оскільки деякі приміщення об'єкта є вибухонебезпечними, то в роботах передбачено ряд заходів щодо забезпечення пожежної безпеки, а саме:

- використання спеціального обладнання;
- захист електричних мереж від перевантаження та короткого замикання;
- заземлення корпусів електрообладнання у вибухонебезпечних зонах;
- використання систем аварійного відключення акумуляторних батарей у разі підвищення рівня водню в повітрі вище норми;
- використання систем пожежної сигналізації;
- Оснащення майстерні необхідними технічними засобами для гасіння пожежі, розрахунок яких наведено в таблиці. 7.2.

Таблиця 7.2

Розрахунок необхідної кількості вогнегасних речовин

в ремонтній майстерні

ні зарплата	Найменування обладнання та засобів гасіння	Місцезнаходження	Тип	Натовп
один	Пінний хімічний вогнегасник	на кожному циферблаті та всередині	ОХП-10	тридцять
2	вуглекислотний вогнегасник	на кожному циферблаті та всередині	ОУ-5	п'ятнадцять
3	брухт	у пожежній частині	-	десять
чотири	Відро	у пожежній частині	-	десять
5	гаф	перед майстернею	-	десять
6	лопата	перед майстернею	-	десять
7	пісочниця	перед майстернею	-	десять

У майстерській роботі також передбачено комбіновану подачу виробничої та гасіння води з джерелом живлення наявної зовнішньої мережі, в

тому числі вводу. На вході встановлюється запірна арматура з перепускною лінією. Для відведення води в разі пожежі вентиль на байпасній лінії слід залишити відкритим.

Розрахункова витрата води на зовнішнє нежежогасіння 15 л/с. Пожежні крани з рукавами встановлюють у спеціальних шафах на висоті 1,35 м від землі.

Пожежні крани розміщуються з розрахунком поливу кожної пожежної точки будівлі двома форсунками.

Розрахункова витрата води на гасіння внутрішньої пожежі 5 л/с (у перерахунку на 2 потоки по 2,5 л/с). Контроль за протипожежним станом цеху здійснює начальник цеху.

Для гасіння пожежі характерним є те, що одночасно з її гасінням необхідно евакуйовувати машини, установки та вузли. При цьому струмені води спрямовуються як на обладнання, що горить, так і на обладнання, розташоване поблизу. Слідкуйте за автомобільними паливними баками та паливно-мастильними ємностями.

ВИСНОВКИ

НУБІП України

В результаті виконання магістерської роботи розроблено питання електрифікації технологічних процесів ремонтної майстерні на основі модельного проекту «Центр технічного обслуговування і ремонту енергетичного

НУБІП України

устаткування на 2100 умовних ремонтів на рік», включаючи вибір контролю та захист: електромагнітний пускач типу ПМД з електрогепловим реле типу РТЛ, автоматичним вимикачем ВА 47Г 29-34 і органами управління типу ПР8501.

Перевірено параметри електроприводів технологічних пристроїв ВВП та РГО та обрано асинхронний електродвигун серії АІР.

НУБІП України

Освітлювальна проводка - одножильний кабель АВРГ, освітлювальний щит ОШВ 25-6 з автоматичними вимикачами ВА 47-2912.

НУБІП України

Детально розглянуто основні способи захисту асинхронних електродвигунів від аномальних станів і запропоновано пристрій захисту трифазних двигунів на основі мікроконтролера PIC16F676 і датчика температури мікроконтролера DS1820 фірми Microchip Technology Inc. Цей пристрій захищає трифазні електродвигуни від збою в кожній фазі та перегріву корпусу двигуна.

НУБІП України

Враховується також тематика охорони праці в цеху при діагностиці електроустаткування.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про енергетику». В редакції від 1 липня 2010 року №2388-VI.
2. Закон України «Про енергозбереження». (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2006, № 15, ст.126).
3. Закон України №555-IV від 20.02.2003р «Про альтернативні джерела енергії».
4. ДБН А.2.2. –1 – 2003 Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд.
5. ДБН А.2.2. –3 – 2012 Склад та зміст проектної документації.
6. ДБН В.2.5. – 23 – 2003. Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. Державний комітет України з будівництва та архітектури. – К.: 2004. – 128 с.
7. ДБН В.2.5-27-2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.
8. Правила улаштування електроустановок. – Видання офіційне. Мінергоугілля України. – Х.: Видавництво «Форт», 2017. – 760 с.
9. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕС). Затверджено Наказ Міністерства палива та енергетики 25.07.2006 № 258 (у редакції наказу Міністерства енергетики та вугільної промисловості № 91 від 13.02.2012 та № 905 від 16.11.2012).
10. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Затверджено Наказ Держнаглядохоронпраці від 09.01/98 №4. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10.02.98 за № 93/2533.
11. Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных предприятий Госагропром СССР. – М.: ВО Агропромиздат, 1987. – 191с.

12. Олійник В.С. Довідник сільського електрика / О.С. Марченко, В.С. Гайдук, В.Ф. Гончар та ін.; За ред. В.С. Олійника, 3-є вид., перероб. і доп. – К.: Урожай, 1989. – 264 с.

13. Кравчик А.Э. Выбор и применение асинхронных двигателей / А.Э. Кравчик, Э.К. Стрельбицкий, М.М. Шлаф. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 96 с.

14. Червінський Л.С. Електричне освітлення та опромінення / Методичні вказівки до виконання курсової роботи // Л.С. Червінський., Г.М. Борщ та ін. – К.: Видавничий відділ НАУ, 2001. – 35 с.

15. ГОСТ 13109-95 Электрическая энергия. Требования к качеству электрической энергии в электрических сетях общего назначения.

16. Контроль неразрушающий. Методы теплового вида. Общие требования. ГОСТ 23483-79. [Чинний від 1980-01-01], – М.: Стандартиформ, 1980. – 27 с. – (Межгосударственный стандарт).

17. Контроль неразрушающий тепловой. Термины и определения ГОСТ 25314-82. [Чинний від 1982-01-06], – М.: Стандартиформ, 1982. – 11 с. – (Межгосударственный стандарт).

18. Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования / Правила устройства электроустановок. – Вып. 1. – 6-е изд; перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 640 с.

19. Правила користування електричною енергією. Затверджено постановою НКРЕ 31.07.96 №28 у редакції постанови НКРЕ від 17.10.2005р. №910. За реєстровано в Міністерстві юстиції України 18 листопада 2005 р. за №1399/11679.

20. ДНАОП 0.00. – 1.32 – 01. «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних електроустановок.» – К.: ПП «Фірма «Гранма», 2001. – 117 с.

21. Карапетян И. Г., Шапиро И. М., Файбисович Д. Л. Справочник по проектированию электрических сетей / Издательство: НЦ ЭНАС, 2012. – 376 с.

22. Козирський В.В. Електропостачання агропромислового комплексу: підруч./Козирський В.В., Каплун В.В., Волошин С.М. –К.: Аграрна освіта, 2011. - 448 с.

23. Лут М.Т., Мірошник О.В., Трунова І.М. Основи технічної експлуатації енергетичного обладнання АПК.: Підручник для студентів ВНЗ. – Харків, Факт, 2008. – 438 с.

24. Лут М.Т., Радько І.П., Волошин С.М. Технології обслуговування та ремонту енергообладнання й засобів автоматизації / М.Т.Лут, І.П.Радько, С.М.Волошин.-К.: Ви д-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. –878 с.

25. Лут М.Т., Радько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. Безпека праці в сільських електроустановках: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / М.Т.Лут, І.П.Радько, В.Г.Тракай, А.І.Чміль.-К.: Ви д-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. – 430 с.

26. Червінський Л.С., Сторожук Л.О. Електричне освітлення та опромінення: Посібник - К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2011.- 214 с.

27. Філіпенко А.С. Основи наукових досліджень. Конспект лекцій: Посібник. – К.: Академвидав, 2004.- 208 с.

28. Алексеев Б.А. Система непрерывного контроля состояния крупных силовых трансформаторов / Б.А. Алексеев // Электрические станции. -2000. - №8.-С. 62-71.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України