

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет "Транспортна інженерія"

Кафедра "Локомотиви"

"ДО ЗАХИСТУ"

Зав.кафедрою Б. Боднар Борис БОДНАР

" 12 " 01 2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи *магістра*

на тему: "Впровадження засобів діагностування електричного
обладнання тепловоза ТЕМ2"

за освітньою програмою: "Локомотиви та локомотивне господарство"
зі спеціальності 273 "Залізничний транспорт"
галузі знань 27 "Транспорт"

Виконав: студент групи ЛГ2226

Керівник Сергій Васильєв Сергій ВАСИЛЬЄВ
Нормоконтролер Олександр Очкасов Олександр ОЧКАСОВ
Людмила Колодій Людмила КОЛОДІЙ

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.

Студент Сидор

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
UKRAINIAN STATE UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGIES

Faculty “*Transport engineering*”

Department “*Locomotives*”

Explanatory Note
to Master’s Thesis

master

on the topic: “ **Implementation of diagnostic tools for the electrical equipment of the TEM2 diesel locomotive**”

according to educational curriculum: “*Locomotives and Locomotive Economy*”
in the Speciality 273 “*Railway transport*”
Branch of knowledge 27 “*Transport*”

Done by the student of the group *LG2226*:

Serhii VASILYEV

Scientific Supervisor: Oleksandr OCHKASOV

Normative controller: Liudmyla KOLODII

Dnipro, 2024

Український державний університет науки і технологій

Факультет «*Транспортна інженерія*», кафедра «*Локомотиви*»

Спеціальність 273 «*Залізничний транспорт*»

за ОП «*Локомотиви та локомотивне господарство*»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри «Локомотиви»

_____ Борис БОДНАР

« ____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу на здобуття ОС «*магістр*»

студенту групи *ЛГ2226*

Васильєва Сергія Миколайовича

1. Тема кваліфікаційної роботи: «**Впровадження засобів діагностування електричного обладнання тепловоза ТЕМ2**»
затверджена наказом від «17» січня 2023 р № 31ст
2. Термін подання студентом закінченої роботи «12» січня 2024 р
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: проектно-конструкторська документація електричного обладнання тепловоза ТЕМ2; правила ремонту тепловозів серії ТЕМ2 в обсязі ТО-3, ПР-1
4. Перелік креслень (демонстративного матеріалу)
 - 1) Електрична схема тепловоза ТЕМ2.
 - 2) Функціонально логічна-модель електричної схеми пуску дизеля.
 - 3) Результати розрахунку інформативності перевірок контрольних точок схеми.

- 4) Граф пошуку несправності в електричній схемі пуску дизеля.
- 5) Обладнання для діагностування тягових електродвигунів.
- 6) Обладнання для діагностування електричних кіл.

5. Перелік питань до розробки та термін виконання

Назва розділу кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Обсяг розділу, %
Особливості експлуатації тепловозів на промисловому транспорті. Досвід впровадження засобів діагностування.	28.11.2023	30
Розробка діагностичного забезпечення електричної схеми тепловоза ТЕМ2	19.12.2023	30
Вибір переносних засобів діагностування для впровадження в депо.	09.01.2024	40

Студент _____

Сергій ВАСИЛЬЄВ

Керівник роботи _____

Олександр ОЧКАСОВ

ВСТУП

Моральна і фізична зношеність парку рухомого складу вимагає істотних фінансових і трудових ресурсів по підтримці парку в працездатному стані шляхом проведення заходів щодо відновлення ресурсу вузлів і елементів, а також модернізації при капітальному ремонті.

В магістерській роботі виконано аналіз умов експлуатації тепловозів на промисловому транспорті та досвід використання технічних засобів діагностування локомотивів в умовах депо промислового транспорту. Показано що раціонально використовувати переносні та стаціонарні засоби технічного діагностування в умовах депо промислового підприємства.

Для впровадження засобів діагностування пропонується виконати переносні засоби діагностування пропонується використовувати в ремонтному цеху та на ПТО.

З метою покращення знань спеціалістів, що обслуговують тепловоз, машиністів та помічників машиніста в магістерській роботі виконується розробка діагностичного забезпечення електричної схеми тепловоза. В якості прикладу, розробка виконана для фрагменту електричної схеми яка відповідає за пуск дизеля. Вибір схеми пуску дизеля пояснюється складністю схеми.

Першим етапом при розробці діагностичного забезпечення є аналіз роботи об'єкту діагностування.

Розглянуто роботу схеми пуску дизеля тепловоза ТЕМ2. Проведений аналіз роботи схеми, розроблено логічну модель схеми, обрано контрольні точки за якими можливо побудувати фізичну модель стенду, який дозволяє діагностувати роботу електричної схеми пуску дизеля тепловозу ТЕМ2.

На основі проведеного аналізу засобів діагностування локомотивів запропоновано впровадження в депо промислового підприємства переносних засобів діагностування.

Виконавши аналіз переліку робіт що виконуються при проведенні ТО-3 та

										Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	0032.226319.000.04МР.ПЗ					

ПР-1 тепловозів запропоновано впровадження засобів діагностування наступних вузлів: автогальмівне обладнання, тягові електродвигуни (ТЕД) та система охолодження ТЕД, електричні кола та електричні апарати. Проведено вибір засобів діагностування для цих груп обладнання.

					0032.226319.000.04MP.ПЗ	Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

1 ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕПЛОВОЗІВ НА ПРОМИСЛОВОМУ ТРАНСПОРТІ

1.1 Організація та умови експлуатації тепловозів на промисловому транспорті

Розвиток залізничного транспорту підприємства нерозривно пов'язаний зі станом локомотивної тяги, удосконалюванням експлуатації і технічного обслуговування локомотивів, покращенням кількісних і якісних показників експлуатації локомотивів. Проблеми розвитку локомотивної тяги й експлуатації локомотивів мають загальне, комплексне значення. У теорії і практиці експлуатації локомотивів на підприємствах промислового транспорту за останні десятиріччя відбулися значні зміни, пов'язані з одного боку з фізичним та моральним старінням рухомого складу, подорожчанням палива та паливо-мастильних матеріалів; а з іншого – з нарощуванням обсягів перевезень.

За умов ефективної експлуатації локомотивного парку можливе зниження собівартості продукції, і збільшення конкурентоспроможності, у якій вартість перевезень відіграє значну роль.

При організації експлуатації локомотивів прагнуть, щоб кожен локомотив як найбільше знаходився в роботі, перевозив більше вантажів з більш високими швидкостями при мінімальній витраті енергії, матеріальних і трудових ресурсів.

У склад робочого парку включають усі локомотиви, що експлуатуються на вивізній, маневровій та господарській роботах, на екіпіруванні та технічному обслуговуванні ТО-1, ТО-2, а також у робочому резерві служби рухомого складу або служби локомотивного господарства.

До неробочого парку включають локомотиви, що знаходяться в усіх видах ремонту та технічного обслуговування, в очікуванні ремонту, у запасі підприємства, оренді інших підприємств, а також ті, що очікують виключення з інвентарного парку у зв'язку зі списуванням з балансу підприємства. В число

						0032.226319.000.04MP.ПЗ	Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата			

несправних локомотивів входять також локомотиви, які знаходяться в процесі підготовки до консервації для постановки в запас.

Умови експлуатації локомотивів на підприємстві промислового транспорту є більш складними, порівняно з умовами експлуатації локомотивів Укрзалізниці. Неприятливим фактором є велика кількість кривих малого радіусу та висока запиленість повітря яка викликається проведенням навантажувальних та розвантажувальних робіт. Ці та інші умови призводить до необхідності частіше проводити ремонти та технічне обслуговування рухомого складу.

Ремонтний цех та склади підприємства розташовані на відкритій території, обладнані вантажопідйомними механізмами, що виключає можливість підходу локомотивів, які не мають автономності руху, на залізничні колії. Керування експлуатацією локомотивів є елементом оперативного планування і керування всією роботою підприємства та орієнтовано на вибір оптимального вирішення задач по забезпеченню виконання планів перевезень, технічних норм використання рухомого складу, ритмічності, безперебійності і безпеки руху поїздів. Оперативне керівництво перевізним процесом здійснює диспетчерський апарат.

1.2 Особливості експлуатації маневрових тепловозів

Для всіх умов експлуатації маневрових тепловозів характерна тривала робота силової установки при невеликому навантаженні й на холостому ходу. Найбільш напружені, з погляду вимог до енергетичного ланцюга маневрових тепловозів, є маневри поштовхами різної швидкості: одногрупні ізольовані, одногрупні серійні. Вони складають основу сучасної технології маневрів на витяжних коліях (розформування й формування составів).

Найважливішою умовою високої продуктивності маневрів поштовхами є швидкий розгін вагонів до швидкості при якій відчеп не зупинився б раніше досягнення певного місця й у той же час підійшов би до стоячих на колії вагонів

										Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	0032.226319.000.04MP.ПЗ					

зі швидкістю, що виключає пошкодження рухомого складу (3-5 км/год). Чим більше відстань, яку повинен пройти відцеп вагонів до місця зупинки, і чим більше сумарний питомий опір руху відчепа, тим більше повинна бути швидкість розгону (поштовху). Максимальна величина швидкості розгону, зафіксована при виконанні маневрів поштовхами, становить 16 км/год. У зимових умовах, коли збільшується питомий опір руху, швидкість розгону збільшується. Для досягнення необхідної швидкості мінімальна тривалість роботи силової установки під навантаженням становить 10-20 с. Рукоятка контролера машиніста на наступну позицію переводиться з інтервалом 1,5-5 с, причому мінімальний інтервал переведення рукоятки обмежується не умовами маневрів, а інструкціями. З погляду технології виконання маневрів, підвищення продуктивності праці бажані максимально можливі прискорення розгону.

При виконанні маневрів поштовхами в інтенсивних умовах експлуатації проводиться до 45 реверсувань у годину, у тому числі до 25 реверсувань із витримкою часу менш 1 с, тобто в середньому кожні 80 секунд тепловоз із вагонами змінює напрямок руху, розганяється до необхідної швидкості й потім зупиняється. При виконанні маневрів одnogрупними серійними поштовхами склад кілька раз (2- 4 рази) загальмовується до швидкості 4-5 км/год, а потім знову, без зміни напрямку руху, розганяється до необхідної швидкості. Така технологія маневрів обумовлює роботу силової установки тепловоза на несталіх режимах.

1.3 Основні технічні вимоги до маневрових тепловозів

Маневрові тепловози повинні забезпечувати максимально можливі (за умовами безпеки руху) швидкості маневрових пересувань, плавний додаток тягових, а також гальмових сил, простоту й зручність керування, швидке реверсування, високу надійність, високий коефіцієнт корисної дії.

Випробування різних серій маневрових тепловозів з уніфікованою

										Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						

0032.226319.000.04MP.ПЗ

Електроустаткування повинне забезпечувати нормальну роботу тепловоза при зміні температури зовнішнього повітря від -40 до $+ 55^{\circ}\text{C}$ і мати обладнання, що сигналізує про заземлення в низьковольтних і високовольтних ланцюгах.

Екіпажна частина повинна забезпечувати безаварійну роботу від побудови до середнього ремонту без викочування колісних пар на поточному ремонті.

Термін служби ізоляції електричних машин - не менш ніж до капітального ремонту. Загальна кількість відмов (непланових ремонтів) не повинне перевищувати трьох випадків на 105 год роботи.

Конструкція тепловоза повинна передбачати можливість установки знімного баласту в межах до 10% для збільшення навантаження на вісь. Кабіна машиніста повинна забезпечувати гарний огляд колії як при русі тепловоза вперед, так і при русі назад [3].

					0032.226319.000.04MP.ПЗ	Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

на об'єкт подаються тестові впливи.

Робоче технічне діагностування це діагностування, під час якого на об'єкт подаються робочі впливи.

Діагностування - це особливий технологічний процес контролю, при якому визначається рівень технічного стану і працездатності обладнання локомотива без розбирання і зняття агрегату. В процесі такого контролю фіксуються певні параметри, пов'язані з робочими процесами обладнання, що перевіряється, наприклад, споживаний струм, електричний опір, температура і тенденції її зміни, вібрація, шум, герметичність, наявність домішок в змащувальних матеріалах і інші параметри.

При звичайних методах ремонту велика частка часу витрачається зазвичай на визначення і пошук дефекту. Діагностичні методи дозволяють скоротити цей час, отже, і час простою локомотива в ремонті.

Основний принцип діагностування стану технічних систем полягає в наступному: послідовному і систематичному вимірюванні певних параметрів систем; виявленні змін цих параметрів в процесі експлуатації і порівнянні їх з початковими; прогнозуванні зміни цих параметрів.

При діагностуванні вирішуються завдання точного визначення стану, в якому знаходиться система, або встановлення безлічі станів, в одному з яких вона перебуває в даний період часу. Це визначається тим, яке завдання ставиться при дослідженні об'єкта діагностування. Розрізняють п'ять завдань діагностування.

Перше завдання діагностування - перевірка справності, при якій вирішується завдання виявлення в об'єкті будь-якої несправності, що переводить об'єкт діагностування з безлічі справних станів в безліч несправних станів. Вона виникає при виготовленні пристроїв на заводах, включенні їх після довгого зберігання або ремонту. При введенні в експлуатацію локомотивів, перевіряють всі елементи, вузли, ланцюги, джерела живлення і ізоляцію. Часто це дуже трудомісткий процес, для спрощення якого необхідно застосовувати методи технічного діагностування.

										0032.226319.000.04MP.ПЗ	Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата							

$$\Delta = \theta_{\text{ф}} - \theta_{\text{эт}} \quad (2.1)$$

Таким чином, оцінка технічного стану об'єкту визначається відхиленням фактичних значень його параметрів від їх еталонних значень. Будь-яка система технічної діагностики працює на принципі відхилень.

Міра достовірності і якості діагнозу визначається погрішністю, з якою оцінюється величина діагностичного симптому.

Еталонне значення вказує, яку величину матиме справний, добре відрегульований, механізм, що працює при такому ж навантаженні і таких же зовнішніх умовах.

Математична модель об'єкту діагностування представляється набором формул, по яких розраховуються еталонні значення всіх діагностичних параметрів. Кожна формула повинна враховувати умови навантаження об'єкту і найбільш істотні параметри зовнішнього середовища. Вимірювальне устаткування в більшості випадків використовується не лише для виміру діагностичного сигналу, але і для оцінки зовнішніх дій.

2.2 Аналіз способів організації технічного обслуговування та ремонту локомотивів

У працюючому локомотиві поряд з робочими процесами, тобто з процесами, сприяючими перетворенню енергії в зовнішню роботу сили тяги, виникають і шкідливі процеси, під впливом яких дієвість робочих процесів знижується, експлуатаційні показники локомотива погіршуються. Робочі процеси в локомотиві протікають лише в період його функціонування, тоді як шкідливі процеси - в період всього часу його існування. До шкідливих процесів можна віднести зношування і деформацію деталей, втому металу, старіння матеріалів, корозію і окислення, відкладення нагару і накипу, перегрів деталей і тому

					<i>0032.226319.000.04MP.ПЗ</i>	Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 2.1 – Порівняння використання засобів діагностування локомотивів в умовах депо

Засіб діагностування	Призначення	Галузь застосування	Вид ремонту	Переваги	Недоліки
Стаціонарний	діагностування крупних вузлів та агрегатів після ремонту	цехи локомотиво ремонтних заводів, локомотивні депо, випробувальні станції	ПР-3, КР-1, КР-2	низька вартість, можливість діагностування всього локомотивного парку одним діагностичним комплексом	додаткові затрати часу та енергії на проведення діагностування. Складність виявлення прихованих відмов. Необхідність моделювання режимів навантаження
Переносний (мобільний)	діагностування одного вузла або системи локомотива	локомотивні депо, ПТО	ТО-2, ТО-3, ПР-1	не висока вартість, малі затрати часу на проведення діагностування	не дозволяють виконати контроль технічного стану локомотива в цілому
Бортовий (вбудовані)	діагностування найбільш важливих вузлів локомотива в процесі експлуатації	локомотивні депо, ПТО	ТО-2, ТО-3, ПР-1, ПР-2, ПР-3	постійний контроль технічного стану вузлів локомотива в процесі експлуатації	висока вартість

2.4 Використання результатів діагностування локомотивів

Основною метою впровадження систем діагностування є підвищення надійності рухомого складу та перехід на систему ремонту рухомого складу з урахуванням його фактичного технічного стану.

Впровадження технічного обслуговування і ремонту рухомого складу з врахуванням його фактичного стану, має бути засноване на вичерпній і достовірній інформації про стан устаткування кожного локомотиву. Найбільш ефективним способом її здобуття є технічне діагностування з використанням інформаційних вимірювальних систем, мікропроцесорної техніки, персональних ЕОМ і автоматизованих робочих місць

На залізницях інших країн широко використовується інформація систем діагностування при плануванні та вижеченні обсягів ремонту. У Германії розроблена система ruDi для контролю і управління парком тягового рухомого складу, структура системи приведена на рисунку 2.2.

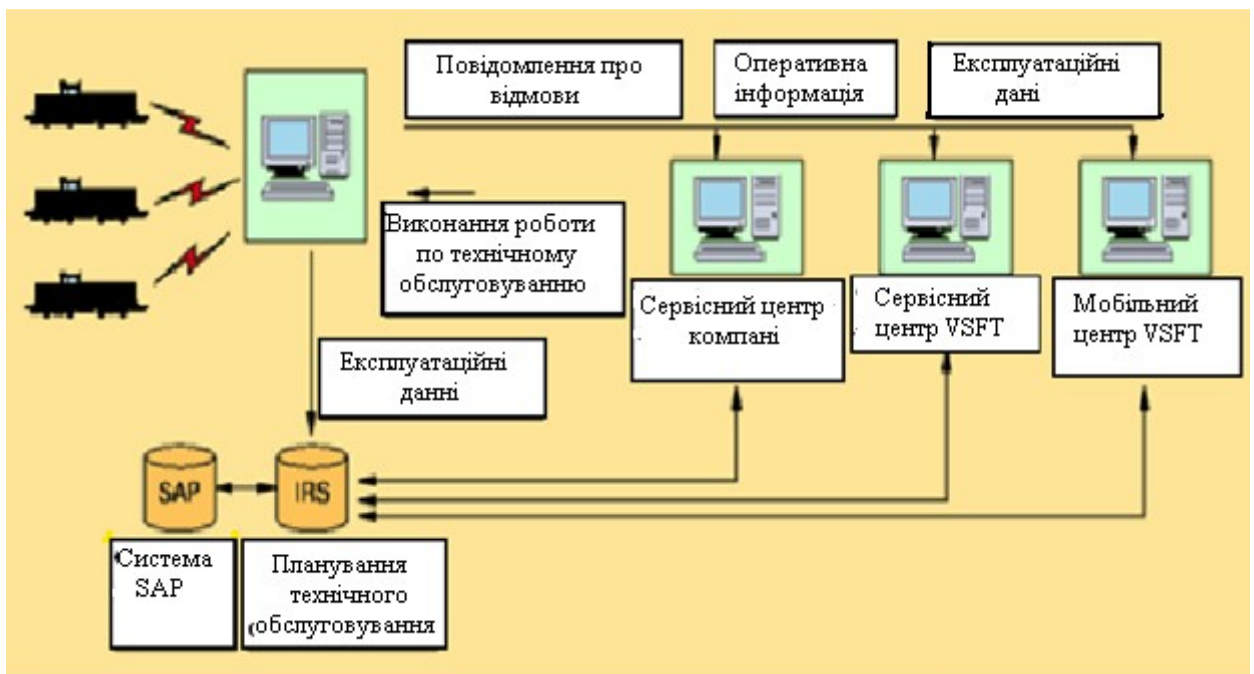


Рисунок 2.2 – Структура інтегрованої системи ruDi/VSMS

											Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата							

0032.226319.000.04MP.ПЗ

Система забезпечує реєстрацію всіх експлуатаційних даних, технічну діагностику рухомого складу в оперативному режимі і визначає його місцезнаходження в межах європейської мережі. На основі даних, що поступають безперервно, виробляється оцінка міри завантаження, окремо для кожного типу рухомого складу і визначаються терміни його технічного обслуговування. Система дозволяє не лише визначати місцезнаходження рухомого складу в будь який час, але і сприяє оптимізації процесу управління парком рухомого складу і підвищенню якості організації його технічного обслуговування. У зв'язку з цим помітно підвищується надійність і експлуатаційна готовність рухомого складу.

Завдяки модульній компоновці система ruDi має можливість розширення незалежно від виробників рухомого складу, її можна встановлювати на пересувний склад як додаткове устаткування. Експлуатаційним компаніям система ruDi забезпечує оперативний контроль парку рухомого складу, поліпшення планування поточного вмісту, точну документальну реєстрацію всіх виробничих робіт, а також підтримку при розрахунках експлуатаційних витрат протягом всього терміну життєвого циклу (LCC). Вся інформація (захищена паролем) може виводитися в Інтернет.

VSMS об'єднує в собі систему планування, організації і документальної реєстрації процесів технічного обслуговування тягового рухомого складу, а також системи реєстрації витрат і експлуатаційні показники. На всіх стадіях виготовлення, експлуатації і поточного обслуговування рухомого складу безперервно і в реальному масштабі часу реєструються експлуатаційні показники (години роботи, пробіг, витрата палива і т. д.). Крім того, проводиться аналіз відмов з класифікацією їх по серіях рухомого складу, типах вузлів і компаніях, що виробляють вузли та агрегати.

На основі отриманих даних ведеться автоматизоване планування заходів, щодо технічного обслуговування з вказівкою потрібних ресурсів. Ці заходи документально реєструються системою, на основі чого формується «історія»

									Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата					

0032.226319.000.04MP.ПЗ

поточного вмісту рухомого складу і його вузлів з врахуванням інструкцій, що діють. В результаті доступності документації фахівці сервісних служб в будь-якій точці світу отримують інформацію в оперативному режимі.

З іншого боку, фахівцями сервісної служби виробляється безпосередня і точна реєстрація без використання паперових носіїв всіх проведених заходів щодо технічного обслуговування, а також пов'язаних з ними витрат.

Постійний контроль за витратами на обслуговуючий персонал і матеріальними ресурсами забезпечує їх облік протягом всього терміну служби (витрат LCC). Крім того, зібрані дані дозволяють проводити аналіз показників RAMS (надійність, експлуатаційна готовність, ремонтпридатність, безпека).

Постійна документальна реєстрація відповідних параметрів дозволяє систематично фіксувати всі виникаючі відхилення від нормального стану і аналізувати частоту і причини виникнення несправностей. Аналіз показників LCC і RAMS для різних цілей може проводитися з класифікацією за серією рухомого складу, типові вузла, а також по виробникові або компанії, що експлуатує рухомий склад. Таким чином, всі зібрані дані служать основою як для розрахунку показників LCC і RAMS, так і для розробки системи профілактичного і ремонтного обслуговування рухомого складу, що базується на чіткій інформації.

Важливою складовою частиною планування робіт по поточному вмісту тягового рухомого складу, управління і документування є реєстрація і обробка в реальному часі експлуатаційних характеристик (наприклад, частоти обертання дизелів, температури, тиску). Цю важливу задачу виконує система ruDi у складі VSMS, розробленою компанією Vossloh.

Система управління парком залізничного рухомого складу ruDi забезпечує постійну реєстрацію в реальному масштабі часу відповідних експлуатаційних показників і дозволяє проводити в оперативному режимі технічне діагностування і визначати місцезнаходження рухомого складу на будь-якій мережі.

										Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	0032.226319.000.04MP.ПЗ					

особливостей підприємства і специфіки завдань. На відміну від традиційних методів розрахунку, які відображають витрати і доходи, що виникають лише в період експлуатації об'єкту, в методі LCC враховуються, крім того, витрати передування і подальшого періодів, а також інші, пов'язані з об'єктом, такі, наприклад, як витрати в результаті простою. Таким чином, при складанні балансу враховуються не лише витрати, пов'язані з придбанням і виникаючі при використанні об'єкту. Розробка систем менеджменту витрат, таких, як LCC, не може замінити традиційних методів розрахунку витрат, а швидше служить для розширення їх можливостей.

Період, передуючий часу знаходження об'єкту на ринку, охоплює всі види діяльності, необхідні для його виготовлення. Сюди відносяться, наприклад, витрати на дослідження і розробку, а також витрати, пов'язані з впровадженням виробу (наприклад, презентація на виставці) і адаптацією до умов ринку.

Період, наступний за часом знаходження об'єкту на ринку, включає всі витрати, що виникають після виготовлення і реалізації об'єкту. До них відносяться, наприклад, витрати на гарантійне обслуговування, можливе повернення продукції, а також витрати на поточний вміст.

Так, витрати протягом життєвого циклу залізничного рухомого складу складаються з наступних витрат:

- інвестиційних;
- на монтаж і введення в експлуатацію;
- на споживану енергію;
- експлуатаційних;
- ремонтних;
- компенсаційних в результаті простоїв і відмов;
- екологічних;
- на вивід з експлуатації і утилізацію.

Модель розрахунку витрат по методу LCC, призначена для виробника,

									Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	0032.226319.000.04MP.ПЗ				

детально враховує всі попередні витрати на такі роботи, як планування, дослідження і розробка, конструювання. Система управління парком рухомого складу ruDi є основною складовою частиною сучасних моделей LCC, призначеною для планування і ухвалення рішень, а також для обґрунтування вже прийнятих рішень. Дані, отримані в системі ruDi, дозволяють аналізувати і регулювати витрати по поточному вмісту рухомого складу протягом всього життєвого циклу.

Висновок до розділу. На основі проведеного аналізу використання технічних засобів діагностування локомотивів в умовах депо промислового транспорту раціонально використовувати переносні та стаціонарні засоби технічного діагностування. Впровадження стаціонарних засобів діагностування пропонується виконати на пункті реостатних випробувань тепловозів, переносні засоби діагностування пропонується використовувати в ремонтному цеху та на ПТО.

					<i>0032.226319.000.04MP.ПЗ</i>	Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

3 РОЗРОБКА ДІАГНОСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ ТЕПЛОВОЗА ТЕМ2

З метою покращення знань спеціалістів, що обслуговують тепловоз, машиністів та помічників машиніста в магістерській роботі виконується розробка діагностичного забезпечення електричної схеми тепловоза. В якості прикладу розробка виконана для фрагменту електричної схеми яка відповідає за пуск дизеля. Вибір схеми пуску дизеля пояснюється складністю схеми. Першим етапом при розробці діагностичного забезпечення є аналіз роботи об'єкту діагностування. Розглянемо роботу схеми пуску дизеля тепловоза ТЕМ2.

3.1 Аналіз роботи об'єкту діагностування

Електрична схема пуску дизеля тепловоза ТЕМ2 приведена на рисунку 3.1.

Для запуску дизеля включають рубильник акумуляторної батареї РБ, штурвал контролера машиніста КМ встановлюють в нульове положення, реверсивну рукоятку контролера ставлять в робоче положення «Вперед» або «Назад», включають автоматичний вимикач АВЗ «Управління загальне», а також вимикачі АВ1 і АВ2 в ланцюгах електродвигунів паливо і маслопрокачуючих насосів.

Запуск дизеля починається після включення тумблера В27 «Пуск-зупинка дизеля». До включення тумблера В27 його розмикаючі контакти підключають до джерела живлення на котушку реле РУ12 через розмикаючі контакти кнопок 1КО, 2КО «Стоп дизеля» на переносних пультах і контактах перемикача ПЧТ.

Реле РУ12 включається і замикаючими контактами стає на самоблокування. Другими замикаючими контактами підготовляється коло живлення контактора КТН.

Після включення тумблера В27 «Пуск-зупинка дизеля» отримує живлення котушка контактора КТН від контактів контролера КМ по контактам тумблера

					<i>0032.226319.000.04MP.ПЗ</i>	Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

схему запуску дизеля. Цим обмежується час прокрутки дизеля від батареї при невдалому запуску - 15 с.

Для можливості провороту колінчастого вала без запуску дизеля передбачена кнопка КП «Проворот вала дизеля», натисканням якої на позиції «Холостий хід» підключений до джерела живлення безпосередньо на котушки пускових контакторів Д1 і Д2 розмикаючих контактів допоміжного ланцюга контакторів ДУЯ і КВ.

Крім того, передбачається можливість включення паливодкачуючого насосу без запуску дизеля за допомогою включення контактора КТН тумблером В28 «Паливний насос». При цьому ланцюг живлення котушок апаратів схеми запуску дизеля розмикається розмикаючими контактами перемикача В28. Також передбачено включення маслопрокачуючого насосу тумблером В4 «Водяна помпа».

Зупинка дизеля проводиться відключенням тумблера В27 «Пуск-зупинка дизеля». При цьому обривається живлення контактора КТН, реле РУ4 і електромагніту БМ. Дизель зупиняється.

3.2 Розробка функціонально-діагностичної моделі

Для розробки діагностичного забезпечення електричної схеми необхідно виконати аналіз її функціонально-діагностичної моделі.

Функціональна діагностична модель може бути використана при діагностуванні розгалужених електричних кіл високої розмірності при структурному підході до аналізу топології діагностованого кола, при поданні об'єкта діагностування (ОД) у вигляді сукупності регулюючих елементів (РЕ), що мають самостійне конструктивне оформлення.

Функціональні діагностичні моделі відображають сукупність операцій, виконуваних обладнанням та його окремими частинами при функціонуванні. В якості функціональної діагностичної моделі можуть розглядатися схеми зв'язків

									Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	0032.226319.000.04МР.ПЗ				

докладені до цього елемента, є допустимими;

- кожному стану ОД відповідає відмову тільки одного елемента (або відмови відсутні).

Кожне можливий стан ОД, що складається з N-елементів, можна визначити N-мірним вектором станів S , v -го компонента якого дорівнює одиниці, якщо сигнал на виході v -го елемента задовольняє вимогам (v -й елемент працездатний, вплив, прикладена до v -му елементу, є допустимим), і дорівнює нулю в протилежному випадку.

Для діагностування схеми задаються також всі можливі перевірки, які будуть виконуватися для визначення того чи іншого стану системи. Кожна перевірка може мати два результати: позитивний, що позначається одиницею, якщо реакція контрольованого елемента допустима, і негативний, що позначається нулем, якщо реакція цього елемента неприпустима. Усі перевірки вважаються рівноцінними.

Для діагностування реальної системи в кожному конкретному випадку задається безліч перевірок $\Pi = \{\pi_i\}; i = 1, \dots, m$. Кожна перевірка дозволяє встановити, якому результату цієї перевірки (позитивному чи негативному) належить підмножина станів, що складається з k - елементів.

На основі логічного аналізу функціональної моделі будується таблиця станів, в якій число стовпців відповідає числу основних діагностичних ознак (числу перевірок). Кожен рядок таблиці - це результати перевірок певного стану.

Таблиці станів, одержувані в результаті аналізу функціональної моделі системи, мають ряд властивостей.

При наявності в системі зворотних зв'язків у таблиці з'являються тотожні рядки і стовпці, які свідчать про порушення однозначності відповідності між станами ОД і сукупності різних чисельних значень системи перевірок. Такі стани називають нерозрізненими, а перевірки еквівалентними.

Перевірку, яка в таблиці станів представлена одними одиницями або одними нулями, називають нерозніжняючою перевіркою і виключають з розгляду.

					<i>0032.226319.000.04MP.ПЗ</i>	Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Для виключення станів які не можуть бути розрізнені необхідно ввести в таблицю додаткові перевірки або змінити структуру ОД, обірвавши зворотні зв'язки системи. Тоді задана безліч перевірок дозволить однозначно визначити будь-який стан ОД.

Якщо в ОД передбачається наявність відмови одного і тільки одного елемента системи, то ОД можна представити у вигляді орієнтованого графа. У цьому випадку безліч можливих станів ОД буде еквівалентно безлічі його елементів.

Після аналізу моделі та складання таблиці станів вибирається розв'язувана задача діагностування. Якщо вибирається завдання визначення працездатності, то для її вирішення відбирається своя сукупність перевірок $S_{пр}$, якщо вибирається завдання пошуку виниклого дефекту, то для її вирішення вибирається теж своя сукупність перевірок $S_{пд}$.

Для вибору сукупності оцінюваних прямих діагностичних параметрів, при вирішенні задачі визначення працездатності попарно порівнюють результати перевірок (рядки таблиці станів). Перший рядок (вектор перевірок, відповідний працездатного стану ОД) порівнюється з подальшими рядками. Результати порівняння заносять в таблицю, в якій в кожному рядку стоїть одиниця чи нуль. Нуль - якщо перевірка дала однакові результати, і одиниця - якщо перевірка дала різні результати.

Виконуючи аналіз отриманої таблиці, виключають рядки нерозпізнаних станів і складають алгоритм перевірки працездатності АР, тобто визначають скільки і які перевірки необхідно виконати, щоб визначити працездатність ОД. Для цього відбирають з усіх перевірок тільки ті, які дозволяють встановити, що об'єкт знаходиться в працездатному стані. Для вирішення завдань пошуку дефекту визначають сукупність $S_{пд}$, для цього попарно порівнюють результати перевірок всіх станів і складають таблиці. Після видалення рядків нерозпізнаних станів визначають мінімальну кількість перевірок, однозначно ідентифікують дефект. Для цього вибирають таку кількість перевірок, щоб у кожному рядку

									Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	0032.226319.000.04MP.ПЗ				

була, принаймні, хоча б одна одиниця (тоді відібрані перевірки будуть розрізняти всі поєднання станів).

Розглянуті види моделей застосовуються при реалізації допускового методів технічного діагностування. Застосування допускового методів не завжди ефективно, так як необхідно узгодити допуски на вихідні сигнали одних складових частин з системою допусків на вхідні сигнали інших складових частин, безпосередньо пов'язаних з першими.

На основі аналізу роботи схеми пуску дизеля розроблена функціонально – діагностична модель пуску дизеля приведена на рисунку 3.2.

3.3 Аналіз моделі та вибір контрольних точок

Для аналізу моделі та вибору контрольних точок використовуємо спосіб побудови програми пошуку з використанням інформаційного критерія [8].

Задача при побудові та аналізі заключається в виборі мінімальної кількості контрольованих параметрів об'єкту контролю і виявлення послідовності їх контролю.

Вихідні данні задаються в вигляді функціональної моделі та таблиці несправностей, причому таблиця несправностей представляється у вигляді транспонованої матриці станів, де стовбці відповідають всім можливим станам схеми, а рядки-вихідним параметрам функціональних елементів. Контроль вихідного параметру може мати лише два наслідки: в допуску (символ «1») і в не допуску (символ «0»). Припускається, що схема що діагностується розділяється на N функціональних елементів і ймовірності станів схеми рівні.

$$p(S_1) = p(S_2) = \dots p(S_N) = \frac{1}{N} . \quad (3.1)$$

Тоді невизначеність станів схеми до контролю її параметрів характеризується ентропією:

										Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						

0032.226319.000.04MP.ПЗ

$$H_0 = -\sum_{i=1}^N p(S_i) \log_2 p(S_i) = \log_2 N . \quad (3.2)$$

Контроль кожного параметру схеми несе деяку кількість інформації відносно його стану $I_k = H_0 - H_k$, де H_k - середня умовна ентропія схеми за умови контролю k -го параметру. Оскільки в результаті контролю k -го параметру приймається лише два рішення з ймовірностями $p_k(z_k)$ і $p_k(\bar{z}_k)$ відповідно, то середня умовна ентропія дорівнює:

$$H_k = p_k(z_k)H_{z_k} + p_k(\bar{z}_k)H_{\bar{z}_k} \quad (3.3)$$

де H_{z_k} і $H_{\bar{z}_k}$ - ентропія станів схеми після виконання контролю параметру z_k .

Ймовірність $p_k(z_k)$ та $p_k(\bar{z}_k)$ можливо знайти по матриці станів схеми як співвідношення числа одиниць та нулів до загального числа нулів до загального числа станів в k -му рядку:

$$p_k(z_k) = \frac{m}{N}, p_k(\bar{z}_k) = \frac{N-m}{N}. \quad (3.4)$$

Тоді

$$H_k = \frac{m}{N} \log_2 m + \frac{N-m}{N} \log_2 (N-m) \quad (3.5)$$

В результаті контролю k -го елементу схеми буде отримана наступна кількість інформації:

$$I_k = \log_2 N - \frac{m}{N} \log_2 m - \frac{N-m}{N} \log_2 (N-m). \quad (3.6)$$

Обчислюючи послідовно кількість інформації I_k , отримане в результаті контролю кожного елементу параметру $z_k, k = \overline{1, N}$, можливо визначити важливість параметрів в порядку спадання величини I_k . Першим контролюється

										Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						

0032.226319.000.04MP.ПЗ

параметр z_k , що дає максимальну кількість інформації. Після цього схема буде мати ентропію H_k , величина якої буде характеризувати новий стан схеми. Другим для контролю вибирають параметр z_h , що має найбільшу умовну інформацію $I(z_h/z_k) = H_k - H(z_h/z_k)$ відносно нового стану схеми. Отже, після контролю першого параметру необхідно знову вичислити кількість інформації, отриманої при контролі всіх параметрів, що залишилися, відносно початково стану, що характеризується ентропією H_k .

По максимуму умовної інформації вибирається другий контрольований параметр. По тій же схемі вибираються і інші параметри. Процес продовжується до тих пір, коли збільшення числа контрольованих параметрів не приводить до зниження ентропії схеми. Використовуючи ці правила, обчислимо інформативність елементів таблиці функцій несправностей. Результати та хід обчислень наведено в додатку А.

В результаті розрахунку отримуємо схему пошуку несправності приведену на рисунку 3.3.

Висновок до розділу. В магістерській роботі обрано для розробки діагностичного забезпечення схему пуску дизеля. Проведений аналіз роботи схеми, розроблено логічну модель схеми, обрано контрольні точки за якими можливо побудувати фізичну модель стенду, який дозволяє діагностувати роботу електричної схеми пуску дизеля тепловозу ТЕМ2.

					0032.226319.000.04МР.ПЗ	Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

4 ВИБІР ПЕРЕНЕСНИХ ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ

Переносні засоби технічного діагностування знаходять все більш широке застосування. Причина тому - розвиток мікропроцесорної техніки, засобів відображення інформації і систем передачі даних. Можна виділити два підходи до створення переносних засобів діагностування:

- створення спеціалізованих пристроїв на базі спеціальної апаратної частини;
- використання стандартних вимірювальних засобів з налаштуванням і адаптацією їх під об'єкт, що діагностується.

Обидва варіанти побудови систем однаково поширені на транспорті. Однак використання стандартних промислових вузлів і пристроїв, в т.ч. планшетних комп'ютерів, стає все більш популярним. Виконаємо вибір засобів для діагностування.

На основі аналізу переліку робіт що виконуються при проведенні ТО-3 та ПР-1 необхідно виконувати контроль наступних вузлів:

- механічне обладнання (екіпажна частина);
- автогальмівне обладнання;
- тягові електродвигуни (ТЕД) та система охолодження ТЕД;
- електричні кола та електричні апарати;

4.1 Діагностування тягових електродвигунів

Тяговий електричний двигун це складна електромеханічна система, тому діагностування двигуна з використанням одного приладу який контролює всі технічні параметри електричної машини поки що дуже складно. Існує декілька сучасних систем діагностування тягових електродвигунів в умовах локомотивних

					<i>0032.226319.000.04MP.ПЗ</i>	Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

депо які контролюють той чи інший параметр електричної машини. Розглянемо ці системи.

Діагностування стану ізоляції. При експлуатації відбувається поступове старіння тягового рухомого складу, тому числі й електричних машин.

На існуючому рівні розвитку засобів діагностування електричної міцності ізоляції значна увага приділяється неруйнівним методам контролю стану ізоляції.

Для контролю стану ізоляції раніше використовували руйнівні методи: випробовування на максимальний опір, на електричну міцність, на максимальний струм, що дуже часто приводило до руйнації ізоляції, її пробою та виникненню нагару. У часи, коли виникає тенденція на збільшення вартості запасних частин, все частіше використовуються методи неруйнівного контролю деталей. До неруйнівних методів контролю стану ізоляції можна віднести: визначення зволоженості ізоляції, ступеня її старіння. За допомогою приборів, описаних вище, виміри необхідних коефіцієнтів автоматизуються, зменшуючи трудомісткість випробувальних операцій та зменшуючи похибки при вимірюванні.

Критерієм зволоженості ізоляції обмоток електродвигунів служить опір ізоляції і відношення між опорами, виміряними через 60 і 15 с, що називається коефіцієнтом абсорбції. Коефіцієнт абсорбції завжди більше одиниці і збільшується в міру висихання ізоляції. Нормальним значенням коефіцієнту абсорбції для електричних машин потужністю менш ніж 5000 кВт становить значення 1,2.

Опір ізоляції обмотки зменшується при збільшенні її температури. Практично опір ізоляції вимірюється при температурі обмотки значно нижче 75°C. У цих випадках величину, отриману за допомогою вимірювань, слід перерахувати шляхом множення її на температурний коефіцієнт, значення якого для інтервалу температур 10-75°C.

Ізоляція синхронних електродвигунів не піддаються сушінню, якщо опір ізоляції їх обмотки при 10-30°C перевищує 0,2 МОм. Для перевірки стану ізоляції

									Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	<i>0032.226319.000.04MP.ПЗ</i>				

після поточних і капітальних ремонтів, а також ремонтів з частковою або повною перемотуванням обмоток необхідно порівняти характеристики ізоляції з даними попередніх вимірювань та випробувань. Якщо ізоляція обмоток не задовольняє вимогам, викладеним вище, то електричну машину необхідно сушити. У процесі сушіння видаляється волога, що міститься в ізоляції обмоток. Сушіння електродвигунів може проводитися зовнішнім нагрівом, нагріванням струмом від стороннього джерела живлення, втратами в активній сталі. Вибір методу сушки залежить від типу машини, ступеня зволоженості ізоляції і наявності необхідного обладнання.

У загальному випадку, чим більше коефіцієнт абсорбції, що має місце при сухій ізоляції, тим менше струм заряду абсорбційної ємності (струм абсорбції) і тим більше час заряду. Чим менше коефіцієнт абсорбції (у вологій ізоляції), тим більше струм абсорбції і тим менше час заряду. Після припинення процесу поляризації, тобто заряду абсорбційної ємності, струм стає рівним нулю, але через ізоляцію продовжує протікати струм витoku. Опір також залежить від стану ізоляції. У забрудненій або зволоженій ізоляції він значно менше, ніж у чистої або незволоженої, що впливає на значення струму витoku. Криві зміни струмів в сухій і зволоженій ізоляції з урахуванням явища поляризації представлені на рисунку 4.1.

При прикладанні до ізоляції напруги, що перевищує електричну міцність, відбувається пробій її в найбільш слабкому місці, що супроводжується вигорянням та руйнуванням пошкодженої ділянки. Коефіцієнт поляризації визначає ступінь старіння ізоляції, її надійність в процесі експлуатації. За допомогою визначеного коефіцієнту поляризації можна зрозуміти чи має ізоляція пошкодження. Визначається коефіцієнт поляризації заміром опору через 1 хвилину та 10 хвилин. Дані діляться один на одне, а отримане значення порівнюється з нормальним показником.

					0032.226319.000.04MP.ПЗ	Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

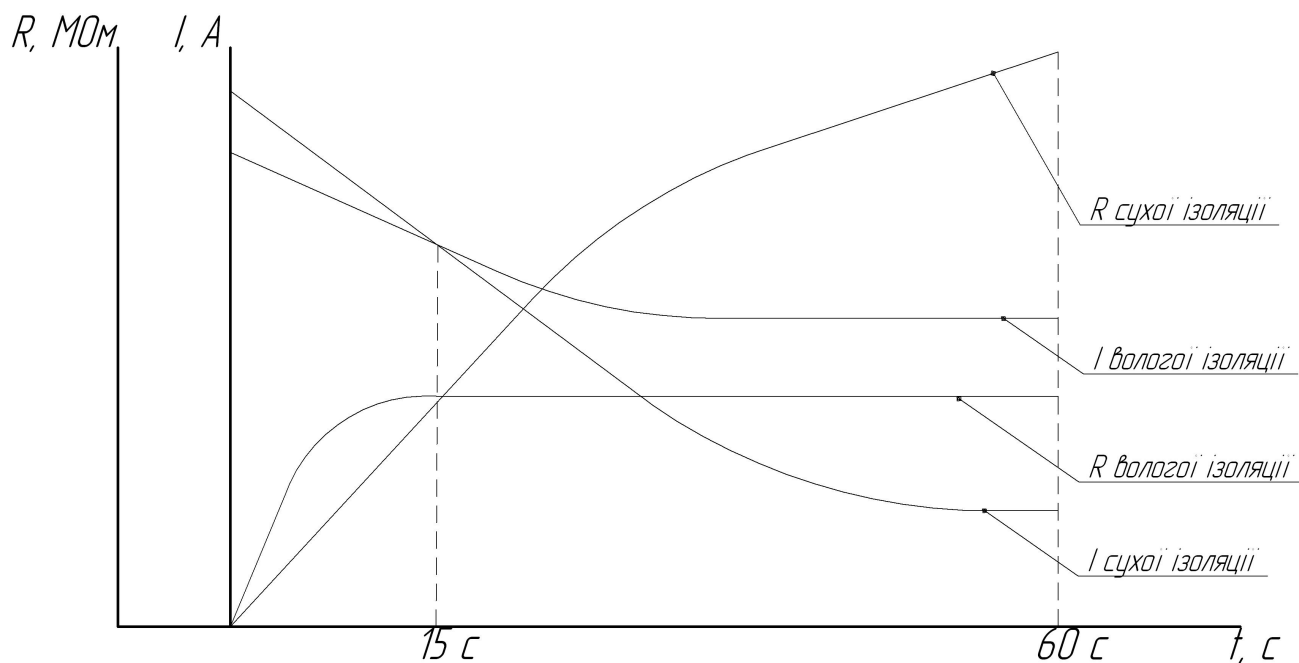


Рисунок 4.1 – Криві зміни струму абсорбції і опору ізоляції

Всі ці параметри можна визначити за допомогою прибору діагностування ізоляції „Кедр”, який запропоновано до впровадження.

Нормальний показник коефіцієнту поляризації для електричних машин відрізняється в залежності від класу ізоляції.

Мікропроцесорний пристрій для діагностування ізоляції „Кедр” призначений для діагностування стану ізоляції електричних машин та апаратів, у тому числі для діагностування стану ізоляції тягових електродвигунів. Пристрій дозволяє контролювати опір ізоляції та коефіцієнт абсорбції обмоток електричних машин та має наступні можливості:

- автоматичний вибір меж вимірювання;
- автоматичне підлаштування нуля;
- збереження вимірювань у енергонезалежну пам’ять;
- перегляд збережених у енергонезалежній пам’яті значень;
- вихід для підключення до персонального комп’ютера;
- перегляд вмісту енергонезалежної пам’яті на екрані комп’ютера.

					0032.226319.000.04MP.ПЗ	Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Технічні характеристики пристрою для діагностування стану ізоляції „Кедр” приведені в таблиці 4.1. Зовнішній вигляд системи діагностування ізоляції приведена на рисунку 4.2.

Таблиця 4.1 - Технічні характеристики пристрою „ Кедр ”

Параметр	Одиниця виміру	Значення
Напруга випробування	В	500±2; 1000±2; 2500±2
Діапазон діагностування опору ізоляції	МОм	0...10000
Основна похибка діагностування опору ізоляції, не більше	%	2
Діапазон діагностування коефіцієнту абсорбції	-	1...999
Час роботи від акумуляторних батарей	год	2



Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд системи діагностування ізоляції

Для діагностування кута зсуву геометричної нейтралі та міжвиткового замикання тягового електродвигуна в дипломному проекті пропонується впровадження системи контролю та діагностування електрообладнання „Доктор - 030М” яка призначена для вимірювання напруги постійного струму, напруги змінного струму частотою до 1000 Гц, опорів, індуктивності, часових

											Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	<i>0032.226319.000.04MP.ПЗ</i>						

інтервалів та видачі напруги постійного та пульсуючого струмів, що використовується для діагностування електричних кіл локомотивів, а також прогнозування відмов електрокомутаційної апаратури та тягових електродвигунів.

Експрес-контроль обладнання відбувається напротязі 20 хв з виявленням несправних вузлів та агрегатів з подальшою їх локалізацією.

Даний комплекс дозволяє вимірювати параметри електричних апаратів, проводити обробку і вивід результатів на вбудований рідкокристалічний дисплей, друкуючий пристрій, а також накопичувати дані діагностики для подальшої обробки та прогнозування стану електрообладнання, у тому числі тягових електродвигунів.

Керування роботою „Доктор-030М” відбувається за допомогою дистанційного пульта керування або за допомогою стандартної клавіатури, що підключається до базового блоку.

Приладом можуть контролюватися наступні параметри тягового електродвигуна:

- контроль міжвиткового замикання якорів та обмоток збудження;
- контроль та налаштування нейтралі;
- контроль опору якірного кола та обмоток збудження.

Прилад контролю та діагностування електрообладнання „Доктор - 030 М” дозволяє проводити діагностування тягових електричних двигунів тепловозів і може бути рекомендована до впровадження у локомотивному депо П. Технічні характеристики приладу „Доктор - 030 М” приведені в таблиці 4.2, зовнішній вигляд на рисунку 4.3.

За допомогою такого параметра, як <НЕЙТРАЛЬ> приладу „Доктор - 030 М”, можна виявити порушення кута встановлення нейтралі електродвигуна, нещільне прилягання щіток до колектора, забруднення колектора, а також, за допомогою певної методики виміру, міжвиткове замикання якоря.

										Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						

0032.226319.000.04МР.ПЗ



Рисунок 4.3 – Зовнішній вигляд пристрою «Доктор-30М»

Таблиця 4.2 - Технічні характеристики пристрою «Доктор-30М»

Параметр	Одиниця виміру	Значення
Напруга випробування (постійний/змінний струм)	В	0,06 - 50 0,006 - 0,06
Опір постійному струму	Ом	0,001 - 0,01 0,01 - 1000
Індуктивність	Гн	0,00001 - 1
Інтервал випробувань	с	0,01 - 10

Визначення зсуву геометричної нейтралі. Одним з факторів, що впливають на режим роботи тягових двигунів, є точність установки щіток на нейтралі за допомогою поворотної траверси. Зсув щіток з нейтралі приводить до розбіжності швидкісних характеристик, до підвищеного зношування щіток і колекторів, сприяє виникненню колових вогнів. Зсув траверси на 10 мм викликає зміну струму двигуна на 21%, зсув траверси на 5 мм у режимі, близькому до вартового, приводить до збільшення ступеня іскріння на 1 бал.

Геометрична нейтраль це лінія перпендикулярна осі полюсів і поділяюча якір по діаметру на області північного й південного полюсів. У електричної машини геометрична нейтраль може співпадати з фізичної нейтралію лінією, що

										Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	<i>0032.226319.000.04MP.ПЗ</i>					

проходить через крапки на окружності якоря, у яких магнітна індукція дорівнює нулю. Щітки перебувають на геометричній нейтралі. Якщо струм в обмотці якоря не дорівнює нулю, то якір являє собою електромагніт з віссю симетрії, що проходить через щітки. При розташуванні щіток на геометричній нейтралі осі симетрії магнітних полів головних полюсів і якорі перпендикулярні. Таке поле реакції якоря називається поперечним. Якщо щітки зміщені щодо геометричної нейтралі, то виникне й поздовжнє поле реакції якоря. Накладення магнітних полів головних полюсів і якоря створює результуюче магнітне поле машини, що стає несиметричним щодо осі головних полюсів.

Фізична нейтраль зміщається щодо геометричної нейтралі на кут ρ у напрямку (проти напрямку) обертання якоря в генераторному (руховому) режимі роботи машини.

Установку щіток на нейтралі виконують декількома способами. При одному з них на працюючій машині, у режимі генератора на холостому ходу, нейтральне положення щіток визначають по максимальній напрузі на колекторі. При іншому – машина працює в режимі двигуна на холостому ходу. Вважається, що якщо при реверсуванні частота обертання не змінюється, то щітки встановлені на геометричній нейтралі.

Для контролю установки щіток на нейтраль використовується схема, заснована на наявності трансформаторного зв'язку між обмотками головних полюсів і якоря.

Для вимірювання кута зсуву геометричної нейтралі на якірну обмотку подається напруга. За рахунок трансформаторного зв'язку між якірною обмоткою й обмоткою збудження на обмотці збудження наводиться напруга, яка виміряється.

Відношення напруг (поданої і виміряної) дає коефіцієнт, пропорційний стану геометричної нейтралі. При відхиленні геометричної нейтралі від норми коефіцієнт збільшується.

						0032.226319.000.04MP.ПЗ	Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата			

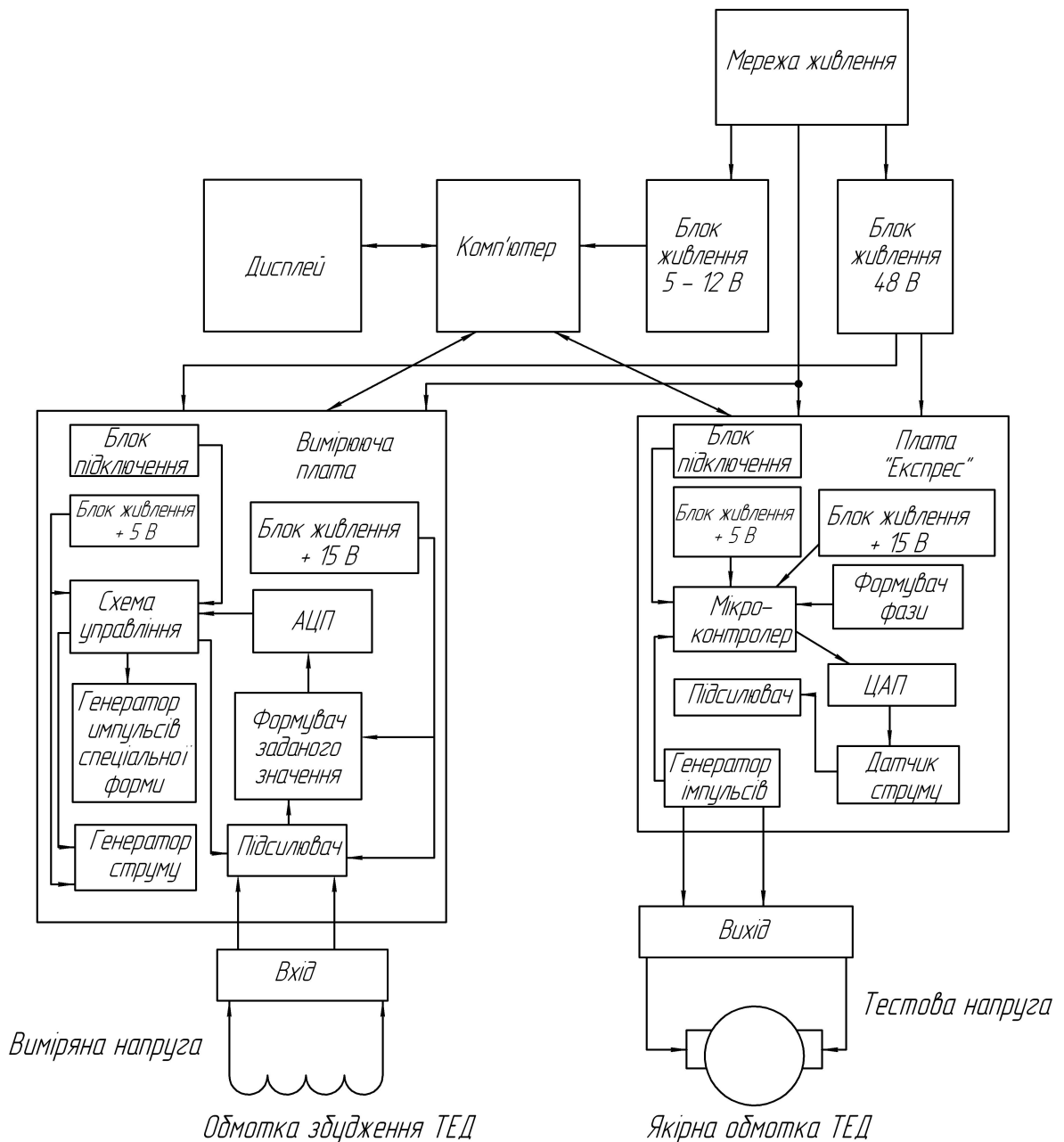


Рисунок 4.4 – Підключення приладу „Доктор - 030 М” для визначення нейтралі

- зробити повторний контроль нейтралі й зробити запис результатів;
- повернути ще раз у ту ж сторону якір електродвигуна на кут 5° – 10° щодо тієї ж щітки й зробити контроль нейтралі із записом результатів.
- далі повторити дії, описані вище, необхідну кількість раз.

Після проведеного контролю потрібно зрівняти максимальне й мінімальне

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	0032.226319.000.04МР.ПЗ	Анк.

значення нейтралі і якщо їх різниця становить більш 20% від максимуму, те це вказує на наявність міжвиткового замикання якоря.

4.2 Контроль стану електричних кіл

Для контролю технічного стану електричних кіл пропонується впровадження системи ОКО-Е [9]. Зовнішній вигляд пристрою показаний на рисунку 4.5.



Рисунок 4.5 - Зовнішній вигляд пристрою контролю технічного стану електричних кіл ОКО-Е

Система «ОКО-Е» призначена для перевірки секвенції силових кіл локомотивів, електричних параметрів машин і апаратів.

Система складається з вимірювального модуля і переносного терміналу оператора. Вимірювальний модуль за допомогою щупів підключається до вимірювального ланцюга, за допомогою перемикача вибирається параметри вимірювань, а управління вимірюванням проводиться виконавцем с терміналу по бездротовому зв'язку.

В процесі діагностування, виконавець перебуває за органами управління

										Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	0032.226319.000.04MP.ПЗ					

(контролер машиніста), вибираючи необхідну перевірку зі списку на терміналі, оператор встановлює необхідний режим навантаження кіл і натисканням кнопки на екрані терміналу дає команду на збереження даних вимірювань. Дані діагностування, отримані з вимірювального модуля, зберігаються в пам'яті терміналу оператора згідно з обраним режимом перевірок. За результатами вимірювань автоматично будується графік та відображається на дисплеї, який порівнюється з еталоном, для електричного кола даного типу рухомого складу, завантаженого в термінал управління.

Параметри що контролює система:

- перевірка секвенції електричних силових кіл та кіл управління;
- вимірювання опору обмоток електричних машин;
- вимірювання опору котушок апаратів управління.

Технічні характеристики пристрою «ОКО-Е» приведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Технічні характеристики пристрою «ОКО-Е»

Параметр	Одиниця виміру	Значення
Опір постійному струму	Ом	0,001 – 50 0,01 - 50000
Напруга постійного струму	В	0,05 - 500
Напруга змінного струму частотою 1000 Гц	В	0,05 - 500

До складу системи входить:

- переносний термінал оператора;
- переносний вимірювальний блок;
- блок живлення для зарядки переносного терміналу оператора.

4.3 Контроль стану автогальмівного обладнання

Для контролю технічного стану автогальмівного обладнання пропонується

					0032.226319.000.04MP.ПЗ	Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

4.4 Система вимірювання кінцевого натискання контакторів

Для вимірювання кінцевого натискання контакторів пропонується впровадження системи ОКО-ДМ [9]. Зовнішній вигляд пристрою показаний на рисунку 4.7.



Рисунок 4.7 - Зовнішній вигляд пристрою вимірювання кінцевого натискання контакторів ОКО-ДМ

Система призначена для контролю зусилля натискання контактів, реєстрації вимірювань і передачі даних.

Контроль моменту розмикання контактів з реєстрацією зусилля розмикання контактів проводиться щупами що підключаються до контрольованих контактів. Реєстрація моменту розриву контакту і зусилля, при відключенні контактів, виконується модулем автоматично. Виміряні значення відображається на дисплеї модуля. Можлива передача результатів вимірювання ОКО-ДМ в базу даних при замовленні додаткового комплекту; обладнання, ПЕОМ, бездротова точка доступу, ПО.

Живлення здійснюється від акумуляторної батареї. дані вимірювання відображаються на кольоровому дисплеї. Для кріплення вимірювального модуля передбачена магнітна застібка.

Технічні характеристики пристрою «ОКО-ДМ» приведено в таблиці 4.4.

					0032.226319.000.04MP.ПЗ	Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі виконано аналіз умов експлуатації тепловозів на промисловому транспорті та досвід використання технічних засобів діагностування локомотивів в умовах депо промислового транспорту. Показано що раціонально використовувати переносні та стаціонарні засоби технічного діагностування в умовах депо промислового підприємства.

Переносні засоби діагностування пропонується використовувати в ремонтному цеху та на пункті технічного обслуговування.

З метою покращення знать спеціалістів, що обслуговують тепловоз, машиністів та помічників машиніста в магістерській роботі виконується розробка діагностичного забезпечення електричної схеми тепловоза. В якості прикладу, розробка виконана для фрагменту електричної схеми яка відповідає за пуск дизеля. Вибір схеми пуску дизеля пояснюється складністю схеми. Першим етапом при розробці діагностичного забезпечення є аналіз роботи об'єкту діагностування. Розглянуто роботу схеми пуску дизеля тепловоза ТЕМ2, так як на підприємстві це найбільш поширена серія тепловозів.

Проведений аналіз роботи схеми, розроблено логічну модель схеми, обрано контрольні точки за якими можливо побудувати фізичну модель стенду, який дозволяє діагностувати роботу електричної схеми пуску дизеля тепловозу ТЕМ2. На основі проведеного аналізу засобів діагностування локомотивів запропоновано впровадження в депо промислового підприємства переносних засобів діагностування. Виконавши аналіз переліку робіт що виконуються при проведенні ТО-3 та ПР-1 тепловозів запропоновано впровадження засобів діагностування наступних вузлів: автогальмівне обладнання, тягові електродвигуни (ТЕД) та система охолодження ТЕД, електричні кола та електричні апарати. Проведено вибір засобів діагностування для цих груп обладнання.

					<i>0032.226319.000.04MP.ПЗ</i>	Анк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Додаток А

Результати розрахунку інформативності перевірок елементів схеми пуску дизеля тепловоза ТЕМ2

Таблиця А.1 – Розрахунок інформативності перевірок Крок1

Перевірка	Множина станів S																		Інформативність перевірки
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₃	S ₁₄	S ₁₅	S ₁₆	S ₁₇	S ₁₈	I
АБ	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,310
РБ АБ	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,503
АВ1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,650
АВ2	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,650
АВ3	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,764
КонтрМ	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,764
В27	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,852
2КО	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,918
1КО	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,964
ПЧТ	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0,991
РУ12 КОТ	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1,000
РУ12 КОН	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0,991
КТН КОТ	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0,964
КТН КОН	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0,852
ПН	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0,764
В28	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0,764
РУ4 КОНТ	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,650
Ш4 КОНТ	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0,503

Таблиця А.3 – Розрахунок інформативності перевірок Крок3

Перевірка	Множина станів S										Інформативність перевірки
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	I
АБ	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,469
РБ АБ	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0,722
АВ1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0,881
АВ2	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0,881
АВ3	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0,971
КонтрМ	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0,971
В27	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1,000
2КО	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0,971
1КО	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0,881
ПЧТ	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0,722

Таблиця А.4 – Розрахунок інформативності перевірок
Крок4

Перевірка	Множина станів S							Інформативність перевірки
	S ₁₂	S ₁₃	S ₁₄	S ₁₅	S ₁₆	S ₁₇	S ₁₈	I
РУ12 кон	0	1	1	1	1	1	1	0,991
КТН кот	0	0	1	1	1	1	1	0,964
КТН кон	0	0	0	1	1	1	1	0,852
ПН	0	0	0	0	1	1	1	0,764
В28	0	0	0	1	0	1	1	0,764
РУ4 конт	0	0	0	1	0	0	1	0,650
Ш4 конт	0	0	0	1	0	0	0	0,503

Таблиця А.5 – Розрахунок інформативності перевірок
Крок5

Перевірка	Множина станів S				Інформативність перевірки
	S ₃₀	S ₃₁	S ₃₂	S ₃₃	I
Д2	1	1	1	1	-
Ген	0	1	1	1	0,811
БМ	0	0	0	1	0,811
РЧО	0	0	0	0	-

Таблиця А.6 – Розрахунок інформативності перевірок
Крок6

Перевірка	Множина станів S							Інформативність перевірки
	S ₂₂	S ₂₃	S ₂₄	S ₂₅	S ₂₆	S ₂₇	S ₂₈	I
РВ3 кот	0	0	1	1	1	1	1	0,811
КМН кот	0	0	0	1	1	1	1	0,954
КМН кон	0	0	0	0	1	1	1	1,000
МН	0	0	0	0	0	1	1	0,954
РУ5 кон	0	0	0	0	1	0	1	0,954
РУ5 кот	0	0	0	0	1	1	0	0,954
РВ5	0	0	0	0	1	1	0	0,954