

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет Львівського інституту
(назва факультету)

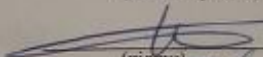
Кафедра «Рухомий склад залізниць і колія»
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
бакалавра
(ступінь вищої освіти)

на тему: Підвищення надійності гідравлічних передач рухомого складу

за освітньою програмою Локомотиви та локомотивне господарство
зі спеціальності: 273 «Залізничний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: ЛГ19117

	 (підпис студента)	/ Олег БАЗЬКІВ / (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Керівник:	 (підпис)	/ доцент Микола КУЗІН / (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Нормоконтролер:	 (підпис)	/ викладач Іван КРАВЕЦЬ / (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент


(підпис)

Львів – 2022 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Faculty of the Lviv institute

(faculty)

Railways rolling stock and track

(department)

Explanatory Note

to Master's Thesis

bachelor

(higher education degree)

on the topic: Improving the reliability of the rolling stock hydraulic transmissions

according to educational curriculum Locomotives and locomotive economy

in the Speciality: 273 "Railway transport"

(speciality and its code)

Done by the student of the group: LG19117 / Oleh BAZKIV /

(name, surname)

Scientific Supervisor:

/ Mykola KUZIN /

(position, name, surname)

Normative controller :

/ lecturer Ivan KRAVETS /

(position, name, surname)

Dnipro – 2022

ЗМІСТ

ПЕРЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	6
ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ГІДРОПЕРЕДАЧ З ТОЧКИ ЗОРУ НАДІЙНОСТІ.....	9
1.1 Основні положення та визначення надійності	9
1.2 Аналіз конструкції гідропередачі з точки зору надійності.....	11
1.3 Короткий аналіз існуючої технології ремонту гідропередачі.....	15
2 АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗДІВ	21
2.1 Методика збору та обробки інформації про надійність дизель-поїздів.....	21
2.2 Визначення показників надійності дизель-поїздів ДРІ	26
2.3 Загальні напрямки підвищення надійності рухомого складу	28
3 РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ГІДРОПЕРЕДАЧ.....	31
3.1 Модернізація системи управління гідропередачі ГДП-1000 та пропозиції щодо її перевірки і настройки	31
3.2 Розробка технології діагностування системи управління гідропередачі	32
3.3 Розробка пристроїв для перевірки і настройки системи автоматизованого управління гідропередачею	37
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	42
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	43
ДОДАТОК А.....	45
ДОДАТОК Б.....	48

					0041.190529.01.ВКР.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Підвищення надійності гідравлічних передач рухомого складу Літера Аркуш Аркушів ЛІ УДУНТ			
Розробив		Олег БАЗІЛЬ		10.06.22				
Консульт								
Керівник		Микола КУЗІН						
Н. кантр.		Іван КРАВЕЦЬ		10.06.22				
Зав.каф.		Олена БАЛЬ		10.06.22				

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра:

(рівень освіти)

53 с., 0 рис., 1 табл., 2 додатки, 12 джерел.

Об'єкт розробки – гідравлічна передача дизель-поїзда ДР1.

Мета роботи – підвищення експлуатаційної надійності моторвагонного рухомого складу.

Методи дослідження – порівняльний аналіз, синтез.

Проаналізовано надійність дизель-поїзда ДР1 в цілому та надійність його складових частин, розраховано показники надійності, проаналізовано систему автоматизованого управління гідропередачею з точки зору надійності, запропоновано технічні заходи щодо підвищення надійності: модернізація системи управління гідропередачею, впровадження технології діагностування системи управління та впровадження нових пристроїв для її перевірки і налаштування.

Результати роботи можуть стати основою для аналогічних досліджень нових типів моторвагонного рухомого складу, який надійшов на залізниці України останніми роками: рейкових автобусів PESA620M, PESA630M а також дизель-поїздів ДПКр-2 та ДПКр-3.

Ключові слова: ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗД, НАДІЙНІСТЬ, ГІДРАВЛІЧНА ПЕРЕДАЧА, ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ, РОЗРАХУНОК, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

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

АСУ	Автоматизована система управління
ДСТУ	Державний стандарт України
ГДП	Гідродинамічна передача
ГТР	Гідротрасформатор
ЕОМ	Електронно-обчислювальна машина
МВРС	Моторвагонний рухомий склад
ПТЕ	Правила технічної експлуатації залізниць України
ПТО	Пункт технічного огляду
ПР	Поточний ремонт
САУГ	Система автоматизованого управління гідропередачею
ТО	Технічне обслуговування

ВСТУП

Локомотивне господарство відіграє важливу роль в усій системі залізничного транспорту. У ньому працюють 23% усіх робітників залізничного транспорту, на нього припадає 40% експлуатаційних витрат, 23% витрат енергоносіїв, близько 13% основних фондів.

Скорочення експлуатаційних затрат в локомотивному господарстві є актуальною проблемою. Одним із основних напрямків розв'язання цієї проблеми є підвищення надійності локомотивів, що досягається шляхом удосконалення їх конструкції та методів технічного утримання, які забезпечують пошук мінімальних значень показника якості функціонування технічної експлуатації локомотивів у будь-яких умовах експлуатації – при зростанні чи зменшенні вантажних потоків.

Надійність рухомого складу напряму залежить від надійності його складових частин, особливо базових, до яких відноситься передача.

На рухомому складі в основному знайшли застосування передачі двох типів – електричні та гідравлічні. Останні, в силу особливостей їх конструкції набули поширення на тепловозах промислових підприємств та на моторвагонному рухомому складі (дизель-поїздах та рейкових автобусах).

Гідравлічна передача – це сукупність гідравлічних машин, що дозволяють передавати енергію від ведучого елемента трансмісії до веденого [1].

Питаннями удосконалення конструкції гідравлічних передач, підвищення їх надійності а також надійності рухомого складу з даним типом передач займалось ряд видатних українських та зарубіжних учених, серед яких слід виділити праці

У праці [2] для підприємств, що ремонтують гідропередечі запропоновано проведення певного обсягу оціночних та регулювальних випробувань із метою контролю їх післяремонтного стану. Як показує практика, значна частина дефектів гідравлічних передач виявляється під час стендових випробувань.

						Арк.
						8
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Праця [3] присвячена питанню раціоналізації діагностування вузлів гідропередачи тепловозів. Авторами розроблено методику і засоби діагностичних випробувань тепловозів з ГДП.

У праці [4] розглядаються питання ітання підвищення ефективності системи технічної експлуатації та ремонту локомотивів промислового транспорту. Розроблено математичну модель впливу основних параметрів на надійність локомотивів.

Однією з перших праць, яка присвячена застосуванню ЕОМ для автоматизації збору, обробки, аналізу та накопичення інформації про надійність тепловозів є праця [5]. Автор підкреслює необхідність підвищення надійності тепловозів і тепловозних дизелів в експлуатації методами технічного обслуговування, заснованими на теорії надійності та теорії відновлення за рахунок організації збору та оперативного опрацювання.

Питанню удосконалення засобів та методів автоматичного контролю і діагностування тепловозів з гідродинамічною передачею присвячена праця [6]. Однак слід зазначити, що автор основний наголос робить на оцінці технічного стану кривошипно-шатунного механізму дизеля а не на гідропередачі.

Спільним в усіх цих працях є розгляд гідравлічних передач тепловозів. У той же час гідравлічні передачі моторвагонного рухомого складу, на якому вони набули широкого використання, залишились дещо поза увагою.

Таким чином, тема даної кваліфікаційної роботи є актуальною.

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення експлуатаційної надійності моторвагонного рухомого складу.

Для досягнення вказаної мети необхідно проаналізувати показники надійності МВРС, виявити вузли та агрегати, від яких у найбільшій мірі залежить надійність, запропонувати методи та технічні засоби щодо її підвищення.

						Арк.
						9
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ГІДРОПЕРЕДАЧ З ТОЧКИ ЗОРУ НАДІЙНОСТІ

1.1 Основні положення та визначення надійності

Надійність локомотивів - одна з актуальних проблем залізничного транспорту. Для вирішення цієї проблеми велике значення має теорія надійності. Використовуючи положення теорії надійності, можна розробити науково обгрунтовану систему заходів, здійснення якої при дотриманні вимог безпеки руху забезпечує нормальну роботу локомотивів з найменшими витратами. Ця система повинна охоплювати всі періоди «життя» локомотива - проектування, виготовлення, експлуатацію і ремонт.

Основні поняття і визначення теорії надійності технічних пристроїв сформульовані в ДСТУ2860-94 «Надійність техніки. Терміни і визначення» [7].

На підставі цього державного стандарту встановлені відповідні поняття стосовно тягового рухомого складу. Це перш за все три основні терміни, що відносяться як до окремих вузлів, так і локомотива в цілому: властивість, стан і подія.

Властивість локомотива виконувати тягові функції, зберігаючи свої параметри у встановлених межах протягом заданого часу, є його надійністю.

Надійність - властивість комплексна, залежна від складових властивостей, а саме: безвідмовності, ремонтнопридатності, довговічності і збережуваності.

Безвідмовність - властивість локомотива зберігати працездатність протягом заданого часу без вимушених перерв на ремонт. Відмови локомотива усувають в процесі ремонту, відновлюючи його працездатність. Отже, тільки властивість безвідмовності не повністю характеризує надійність відновлюваних систем або вузлів. Тому вводять поняття властивість ремонтнопридатності.

Ремонтнопридатність - це пристосованість даного вузла, деталі або системи до виявлення і усунення відмов шляхом проведення технічного обслуговування і виконання ремонту.

						Арк.
						10
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Проте властивість ремонтпридатності не визначає процесу відновлення працездатності, оскільки сам процес ремонту йде по своїх законах. Для опису цих законів вводять поняття відновлюваності.

Довговічність - здатність вузла, деталі або локомотива зберігати свою працездатність до граничного стану з необхідними перервами на ремонт. Довговічність визначається двома умовами: або фізичним, або моральним зносом. Фізичний знос настає у тому випадку, коли подальший ремонт і експлуатація стають вже не вигідними, оскільки витрати перевищують дохід в експлуатації; моральний знос означає невідповідність параметрів локомотива сучасним умовам їх експлуатації.

Збережувальністю називають властивість локомотива безперервно зберігати свій справний і працездатний стан протягом встановленого часу транспортування або знаходження в резерві.

Стан локомотива може бути працездатним, непрацездатним, справним, працездатним і несправним, несправним і непрацездатним [7].

При справному стані локомотив відповідає всім вимогам ПТЕ [8], Інструкції з технічного обслуговування дизель-поїздів і електропоїздів в експлуатації [9] та іншим нормативним документам, які містять вимоги до технічного стану дизель-поїздів. Стан локомотива вважають несправним, якщо він не відповідає хоч би одній з вимог ПТЕ. Наприклад, несправні звукові сигнали в діючій кабіні машиніста, решта всього устаткування справна і може працювати з повним навантаженням. Такий локомотив працездатний, але несправний. Інший приклад - розбито лобове скло в кабіні машиніста, все механічне і електричне устаткування справне. Локомотив знаходиться також в працездатному, але несправному стані.

Подія - це перехід локомотива з одного можливого стану в інший.

Прикладом події є відмова, та пошкодження. *Відмовою* називають порушення працездатного стану, внаслідок чого локомотив повністю або частково втрачає свої тягові властивості. Разом з відмовою розрізняють також пошкодження. Неістотне пошкодження не порушує працездатність (наприклад,

						Арк.
						11
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

перегоріла сигнальна лампа), істотне ж пошкодження є відмовою.

Наслідками відмов є: невиконання заданих показників по масі состава, швидкості, часу ходу, часу стоянок; відновлення на шляху прямуювання, навіть без порушення графіка руху; неплановий ремонт; дострокова заміна вузла; завищений об'єм планового ремонту, точніше завищений об'єм робіт при плановому ремонті.

Для кількісної оцінки надійності недостатньо загальних визначень. Треба встановити кількісні показники вказаних вище властивостей локомотива. Оскільки всі дані події є випадковими (відбуваються у випадкові моменти часу), то доцільно для їх кількісної оцінки використовувати положення теорії ймовірності. При цьому кількість показників повинна бути мінімальною, вони повинні мати чіткий і ясний зміст, охоплювати всі стадії «життя» локомотива (проектування, виготовлення, експлуатацію і ремонт). Визначення їх повинно здійснюватися з мінімальною витратою праці і засобів при використанні сучасної обчислювальної техніки.

1.2 Аналіз конструкції гідропередачі з точки зору надійності

У гідравлічних передачах гідромуфта і гідротрансформатор являються найважливішим вузлами, що перетворюють механічну енергію насосного колеса в кінетичну енергію робочої рідини і потім енергію рідини в механічну енергію турбінного колеса. Гідромуфта не перетворює передаваний обертаючий момент і з цієї причини самостійно не застосовується в передачах і використовується як окрема ступінь гідравлічної передачі [10].

Гідротрансформатор на відміну від гідромуфти має направляючий апарат і здатний змінювати (трансформувати) передавальний обертаючий момент, збільшуючи його в 3-3,5 рази. Гідротрансформатор в локомотивній тязі використовують завжди як перша ступінь гідропередачі для приведення дизель-поїзда в рух і його розгону до переходу на наступну ступінь швидкості.

Гідротрансформатор гідропередачі ГДП-1000 (рис. 3.1) складається з лопаток насосного колеса, турбінного колеса і двох направляючих апаратів в

						Арк.
						12
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

колі циркуляції масла. Насосне колесо з великою швидкістю переміщує масло на лопатки турбінного колеса, яке змушує обертатися турбінне колесо. Масло, відпрацювавши на лопатках турбінного колеса, потрапляє па нерухомі лопатки направляючого апарату, де змінює напрям свого руху, потім проходить на лопатки направляючого апарату, де ще більше змінює напрям потоку, і потім знову потрапляє на лопатки обертового насосного колеса під найкращим кутом.

Гідропередача ГДП-1000 дизель-поїзда серії ДР1А являє собою сталевий зварний корпус гідропередачі, в якому розміщені: вхідний вал, головний вал, два гідротрансформатора (першої ступені другої ступені), вал ведений, вал відбору потужності, вал вторинний з втулкою, вал реверсу із зубчастою муфтою, роздаточний вал, насоси, фільтри і трубопроводи масляної системи.

Корпус гідропередачі зібраний з чотирьох частин: верхньої, середньої, проміжної та нижньої, з'єднаних між собою болтами і шпильками. Площини роз'ємів частин корпусу збігаються з горизонтальними осями валів гідропередачі.

На верхній частині корпусу є горловина для заправки гідропередачі маслом, оглядовий люк, люк запобіжний над кульковим клапаном, люк для установки системи управління гідропередачею.

У середній частині корпусу, що знаходиться між осями головного валу і вторинним валом, розташовані отвори підведення та відведення масла до теплообмінника, до середньої частини приварені кронштейни кріплення гідропередачі на рамі силової установки системи дизель-поїзди та є скоби для транспортування гідропередачі.

Проміжна частина корпусу, розміщена між середньою та нижньою частинами, є верхнім картером для масла гідропередачі, в якому закріплені відкачуючий і живильний насоси, система трубопроводів масла. Нижня частина корпусу є додатковою ванною для масла з встановленим у ній фільтром відкачуючого насоса.

Обертовий момент від колінчастого вала дизеля через пружну муфту передається вхідному валу гідропередачі. Зубчасте колесо вхідного вала

						Арк.
						13
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

знаходиться в постійному зачепленні з зубчатим колесом головного вала і приводить головний вал в обертання при роботі дизеля.

Електрогідравлічна система управління гідропередачі ГДП-1000 показана на листі 1 графічної частини. Заповнення гідротрансформаторів першої та другої ступенів маслом при включенні тягового режиму та зливання масла з гідротрансформаторів при знятті навантаження (виключенні гідропередачі) виконуються електрогідравлічною системою автоматичного управління гідропередачею (САУГ), що складається з двох електрогідравлічних вентилів, золотникової коробки, масляної системи з насосами, фільтрами і трубопроводами, джерела постійного струму, проводів, реле і контролера машиніста.

Режим роботи без навантаження. Електрогідравлічні вентиля 21 і 22 виключені, золотник 30 управління знаходиться в початковому положенні. Від валу 9 відбору потужності обертаються вали 11 і 13 привода відкачуючого насоса 44 і живильного насоса 41. Крильчатка насоса управління (вихрового насоса), установлення в корпусі живильного насоса, подає масло до клапана 19, який відрегульований на перепуск масла в картер корпусу при тиску $5,5 \cdot 10^5$ Па. Від клапана 19 масло проходить через фільтр 17 до електрогідравлічних вентилів 21 і 22. Котушки цих вентилів знеструмлені, і золотники, перебуваючи у вихідному положенні, далі масло не пропускають. Клапан 19 зливає масло від вихрового насоса управління в картер. Внутрішні порожнини гідротрансформаторів 14 першої ступені і 12 другої ступені через зливні канали а і б золотникової коробки з'єднуються з картером, і в них немає мастила. Канали е і ж електрогідравлічних вентилів і золотника також з'єднані з картером.

Живильний насос 41 подає масло на змащення підшипників і зубчастих коліс.

Включення гідротрансформаторів першої ступені і здійснюється наступним чином; через котушку електрогідравлічного вентиля 22 пропускають

						Арк.
						14
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

електричний струм, і електромагніт переставляє золотник у робоче положення. Масло під тиском $5,5 \cdot 10^5$ Па пройде по каналу 23 через виїмки в золотнику вентиля і по каналах 24, 28, *и*, *е* до торця золотника 30. Золотник опуститься вниз до відкриття каналу *ж* і зупиниться, масло пройде по каналу 26, через виточку золотника вентиля 21, по каналу 25 на злив в картер. Опустився вниз золотник 30 перекриє канали *б* і 34, припиняючи з'єднання внутрішньої порожнини гідротрансформатора 14 із картером, а канали *д* і *г* в золотниковій коробці з'єднуються. Масло від живильного насоса 41 по трубах 36 і 16 почне заповнювати гідротрансформатор першої ступені швидкості. Почне обертатися турбінне колесо, вал турбінного колеса і зубчасте колесо 15, передаючи обертовий момент через систему зубчатих коліс на провідні колісні пари дизель-поїзда серії ДР1А.

Включення гідротрансформатора другої ступені швидкості відбувається наступним чином: через котушку електрогідравлічного вентиля 22 припиняють пропускати струм, а на котушку електрогідравлічного вентиля 21 подають живлення. Золотник вентиля 21 переміститься в робоче положення, а золотник вентиля 22 повернеться у вихідне положення. Масло від насоса управління пройде по трубі 18, через виточку в золотнику вентиля 21 по каналу *ж* до торця золотника 30 і паралельно через кульковий клапан по каналах 28 і *е* другим шляхом знову до торцевої частини золотника 30, і він опуститься вниз до краю. При цьому внутрішня камера гідротрансформатора 14 другої ступені через канали 34 і *б* в золотнику 30 з'єднується з картером і відбудеться злив масла з гідротрансформатора 14, а канал *а* з золотником 30 перекриється, від'єднуючи гідротрансформатор 12 від картера. У золотнику 30 канал *г* з'єднується з каналом *в*, і масло від живильного насоса пройде по трубі 32 у гідротрансформатор 12 другої ступені швидкості. Обертовий момент від дизеля до ведучих колісних пар дизель-поїзда буде передаватися через турбінне колесо 5 гідротрансформатора 12 і через зубчасті колеса 10, 4. Якщо припинити живлення котушки електромагніта вентиля 21, його золотник підніметься вгору

						Арк.
						15
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

у вихідне положення, припиниться подача масла по каналу *ж* до торця золотника 30, золотник підніметься вгору, по каналах 35 і *а* зіллється масло в картер з гідротрансформатора другої ступені швидкості, зупиниться передача обертового моменту від вхідного вала передачі до роздавального.

1.3 Короткий аналіз існуючої технології ремонту гідропередач

В умовах локомотивного депо ремонтним персоналом проводиться ремонт гідропередачі в наступних обсягах: технічні обслуговування ТО-2 і ТО-3, поточні ремонти ПР-1 і ПР-3 [9,10,11].

Технічне обслуговування ТО-2. Технічне обслуговування ТО-2 гідропередачі типу ГДП-1000 дизель-поїзда серії ДР1А проводиться не більше одного разу в дві доби. При ньому перевіряють:

-при працюючому дизелі тиск масла живильного насоса, який має бути не менший 0,1 МПа при холостих обертах колінчастого вала дизеля і не менший 0,35 МПа при нормальній частоті обертання колінчастого вала дизеля. Температура масла при вимірюванні тиску повинна бути в межах 60...98 °С;

-тиск масла для змащування гідропередачі, який має бути не менший 0,07 МПа на холостих обертах колінчастого вала дизеля і 0,15...0,2 МПа при нормальній частоті обертання колінчастого вала. Тиск має бути стійким, без різких коливань стрілки манометра. При цьому після перехідного процесу або виключення гідроапаратів можливе короткочасне падіння тиску, яке відбувається через спінювання масла в даний момент і не є ознакою бракування;

-відсутність чи наявність слідів течі масла по зовнішній поверхні гідропередачі з роз'ємного корпусу, по поверхні прилягання кришок люків, фланця реактивного болта кріплення ГТР1 до бічної стінки корпусу гідропередачі;

-відсутність чи наявність сторонніх шумів всередині гідропередачі, а також чіткість її реверсування;

-при заглушеному дизелі – рівень масла у верхньому і нижньому картерах

					Арк. 16
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	

гідропередачі; кріплення датчика швидкості; чіткість і порядок включення електрогідравлічних вентилів аварійним перемикачем гідроапаратів (перевірку проводять при включеному реверсі, натиснутій педалі пильності і встановленій в робоче положення рукоятки контролера машиніста).

При проведенні ТО-2 необхідно перевірити рукоятку фільтруючих елементів фільтру системи управління.

Технічне обслуговування ТО-3. Технічне обслуговування ТО-3 проводять через 8...10 діб роботи дизель-поїзда. При ньому необхідно виконати всі роботи, вказані в технічному обслуговуванні ТО-2, а також:

-по гідромеханічній системі – промити фільтр відкачуючого насоса, і фільтр, який встановлений перед холодильником. Перевірити стан зовнішніх кріпильних деталей (болтів, гайок, гвинтів, шпильок), дотягнути при необхідності;

-перевірити кріплення блокувального клапана і роботу фіксатора сервоциліндрів реверсора шляхом підйому і опускання штока фіксатора вручну. Поршень фіксатора повинен переміщуватися без заїдань;

-за системою електроавтоматики – перевірити опір ізоляції електропроводів, стан відкритих частин електромонтажу; пил, бруд і масло з проводів видалити, усунути пошкодження ізоляції;

-перевірити дію системи обмеження максимальної швидкості руху дизель-поїзда шляхом включення вентиля гальмування *BT*.

Поточний ремонт ПР-1. Поточний ремонт ПР-1 проводиться через 2...2,5 місяці роботи дизель-поїзда серії ДР1А. На додаток до операцій, які виконуються при технічних обслуговуваннях ТО-2 і ТО-3, необхідно:

-по гідромеханічній системі – зняти, розібрати і промити масляний фільтр системи управління; зняти блокувальний клапан, перевірити люфт хвостовика (максимально допустимий люфт 1,5 мм). При підвищеному люфті замінити пружину хвостовика;

-за системою електроавтоматики – на кожному третьому поточному ремонті

					Арк. 17
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	

ПР-1 зняти кожух коректуючого реостата, перевірити місця паяння проводів і резисторів; ламелі перемикача очистити від металічного пилу і бруду; перевірити плавність обертання вала перемикача, чи немає перекосу рухомого реостата і щільність прилягання рухомого контакту до нерухомих у всіх положеннях при обертанні вала перемикача; перевірити відповідність позицій реостата позиціям контролера машиніста;

-відкрити кришку блока перемикання швидкостей і перевірити стан контактів реле. Контакти реле РЕН-18, що підгоріли і забруднені, зачистити дрібною шліфувальною шкіркою і протерти технічними серветками, змоченими в бензині. При цьому необхідно стежити, щоб не порушився зазор контактів реле, який між замикаючими контактами повинен бути 0,9...1,0 мм;

-перевірити правильність налагодження реле переходів і реле обмеження швидкості за допомогою приладу перевірки і настройки автоматики;

-перевірити мегаомметром на 500 В опір ізоляції ланцюгів електроавтоматики, який повинен бути не нижчим 0,3 МОм. При перевірці опору ізоляції мегаомметром на діодах і стабілітронах щоб уникнути їх пробою поставити перемички;

-перевірити кріплення проводів, наявність маркування, цілісність ізоляції. Бракувальне маркування повністю відновити відповідно до схеми;

-відкрити кришку кінцевого вимикача фіксатора, перевірити стан контактів і надійність під'єднання до них проводів. При необхідності відрегулювати положення рухомої контактної колодки щодо нерухомих контактів. Пластина контактної колодки повинна замикати контакти кінцевого вимикача при підйомі штока фіксатора сервоциліндра. За наявності підгорівших контактів кінцевого вимикача їх зачистити шліфувальною шкіркою. Перевірити натиск контактів на рухому колодку, який повинен бути не меншим 5 Н. Проводи, що під'єднуються до затискачів кінцевого вимикача, не повинні заважати переміщенню рухомої колодки і пружини вимикача;

-зняти кожух з електропневматичних вентилів і перевірити надійність

						Арк.
						18
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

кріплення вентилів на відсутність витоків повітря. У вентилях, що мають витік повітря, клапани притерти;

-зняти кришку з контактного барабана сервоциліндра і перевірити стан контактів і надійність під'єднання до нього проводів. Забруднені контакти, що підгоріли, зачистити дрібною шліфувальною шкіркою. Контактне натиснення повинно бути 10...14 Н. Відхилення контактної поверхні ковзаючого контакту від осі контактних пластин у включеному положенні повинно бути не більше 0,7 мм. Неповне прилягання контактів до контактного барабана не допускається. При необхідності контактне натиснення і положення контактів щодо контактного барабана регулюють шляхом зсуву контактної стійки по пазах кронштейна або зсуву контактів по пазах панелі;

-на кожному поточному ремонті ПР-1 перевіряють стан контактів реле *P* гідродоворота. При забрудненні контакти зачистити. Також перевіряють установлені витримки часу спрацьовування реле гідродоворота і у разі потреби регулюють змінними резисторами *R8* і *R9*. При цьому поворот осі резистора *R8* за годинниковою стрілкою приводить до збільшення часу включення вентиля *ВГП1* (повинно бути $1,5 \pm 0,2$ с), а *R9* – до збільшення паузи (повинно бути $3,0 \pm 0,3$ с). Поворот проти годинникової стрілки зменшує встановлені витримки.

Поточний ремонт ПР-3. Його проводять через 160 000... 200 000 км пробігу дизель-поїзда. При його проведенні гідропередачу типу ГДП-1000 знімають з дизель-поїзда серії ДР1А і перевозять на ремонтну позицію. На додаток до операцій, наведених у технічних обслуговуваннях ТО-2, ТО-3, поточному ремонті ПР-1, на поточному ремонті ПР-3 необхідно виконати наступні роботи:

-по гідромеханічній системі – провести ревізію живильного насоса, звернувши особливу увагу на стан підшипників, знос зірочки і пояска ущільнювача робочого колеса; оглянути приводи живильних насосів, що відкачують, звернувши особливу увагу на стан конічних шестерень, затягування болтів кріплення верхніх напівмуфт і плавності обертання підшипників;

						Арк.
						19
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

-провести ревізію клапана вихрового насоса, механізму перемикання реверсу, звернувши особливу увагу на знос гумових ущільнень, стан пружин буферів. Перед збиранням деталі повітряних циліндрів, що труться, змастити змазкою ЦИАТИМ-201;

-оглянути рухомі муфти, для чого їх вийняти, розібрати і перевірити стан підшипників. При виявленні задирів або забоїн останні зачистити спеціальним напильником або дрібною шліфувальною шкіркою;

-рекомендується прокачати масляну систему гідропередачі дизельним паливом тиском 0,15...0,20 МПа протягом 30 хв. з під'єднанням до фланця входу робочої рідини гідропередачі, заправити гідропередачу чистим маслом, пропрацювати на ньому не менше однієї години. Якщо спостерігатимуться зміни тиску живильного насоса, то слід знов злити масло і заправити свіжим;

-заміряти тиск на форсунках системи змащування, який повинен бути не менший 0,01 МПа при холостих обертах колінчастого вала дизеля і 0,02 МПа при номінальній частоті обертання колінчастого вала дизеля;

-за системою електроавтоматики – вузли автоматики (блок управління, що коректує реостат, датчик швидкості) знімають з дизель-поїзда, піддають повній ревізії і проводять їх сумісну наладку на спеціальному стенді;

-після проведення ремонту перевірити центрування двигуна і гідропередачі. Якщо зсув або перекіс осей більший за встановлені норми, передачу з двигуном відцентрувати.

Капітальний ремонт КР-1 проводиться через 600 тис км пробігу. При цьому відновлюють експлуатаційні характеристики гідропередачі, ремонтуючи або замінюючи зношені і пошкоджені деталі.

Капітальний ремонт КР-2 проводиться через 1800 тис км (але не більше 12 років). При цьому відновлюють всі вузли і деталі до початкових розмірів або замінюють новими.

Перелік контрольованих параметрів у вузлах (деталях) гідропередачі типу ГДП-1000 при проведенні ПР-1 та ПР-3 наведено в табл. 1.1.

						Арк.
						20
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 - Перелік контрольованих параметрів у вузлах (деталях) гідропередачі при проведенні планових ремонтів в обсязі ПР-1 та ПР-3

Контрольований параметр	Розмір, мм	
	креслярський	бракувальний в експлуатації
Поточний ремонт ПР-1		
Люфт хвостовика в блокуючому клапані	не більше 1	більше 1,5
Зміщення контактної поверхні рухомих контактів від осі пластини на контактному барабані механізму перемикання реверсора у ввімкненому положенні	не більше 0,7	більше 0,7
Поточний ремонт ПР-3		
Насос системи змащування:		
сумарний торцевий зазор	0,08...0,127	0,16
діаметральний зазор між цапфами шестерень і втулками	0,08...0,118	0,15
радіальний зазор між зубцями шестерень і корпусом	0,09...0,115	0,15
Насос відкачуючий:		
сумарний торцевий зазор	0,08...0,147	0,18
радіальний зазор між зубцями шестерень і корпусом	0,09...0,115	0,15
діаметральний зазор між цапфами шестерень і втулками	0,08...0,118	0,15
Осьовий люфт:		
привідного вала	0,20...0,40	більше 0,70
насосного вала гідроапаратів	0,20...0,40	більше 0,70
Норми центрування дизеля з гідропередачею:		
зміщення осей	до 0,3	більше 0,3
перекіс осей валів	до 0,25 на довжину 230 мм	більше 0,25 на довжину 230 мм

2 АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗДІВ

2.1 Методика збору та обробки інформації про надійність дизель-поїздів

Основні вимоги, запропоновані до системи збору й обробки інформації про надійність виробів, що серійно випускаються, сформульовані в ДСТУ 2860 – 94 [7]. У додатку до локомотивного господарства ці основні вимоги, що визначають структуру системи збору й обліку інформації в умовах експлуатації локомотивів, полягають у наступному.

Дані про надійність повинні бути об'єктивними і представницькими, що дозволяють оцінювати їхню точність; порівнянними для однотипних локомотивів, експлуатованих на різних ділянках обертання і приписаних до різного депо; передбачати можливість централізованої обробки одержуваної інформації за допомогою засобів обчислювальної техніки.

Форми збору і результати обробки інформації повинні забезпечувати ефективність зворотнього зв'язку депо, служб і керувань Укрзалізниці з локомотивобудівними заводами. Результати обробки інформації про надійність локомотивів повинні сприяти проведенню проектними організаціями конструктивних удосконалень вузлів і деталей, а також змін електричних схем для підвищення їхньої надійності; локомотивобудівним заводам - удосконалювати технологію виготовлення, зборки, контролю й іспитів, спрямовану на забезпечення необхідного рівня надійності і його підвищенню в рухомого складу, що випускається знову; депо і ремонтним заводам - здійснювати організаційно-технічні заходи, спрямовані на підвищення надійності і якості ремонту і технічного обслуговування тепловозів, зниження витрат на їхнє виконання і підвищення ефективності використання тягових одиниць.

Збір і облік інформації здійснюються лабораторіями і групами надійності депо для визначення фактичних показників надійності деталей і вузлів рухомого складу й елементів його устаткування, вивчення закономірностей виникнення відмов і розробки методів їхнього попередження, дослідження

					Арк. 22
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	

процесу зносу деталей і вузлів з метою розробки заходів для підвищення їхньої працездатності, установлення раціональних термінів ремонтів рухомого складу. У депо, де проводиться збір інформації про надійність, із приписного парку виділяють дослідні і контрольні дизель-поїзди. Дизель-поїзди, що пройшли модернізацію з метою підвищення надійності, вважаються дослідною групою. За даними про відмови цієї групи розраховують показники їхньої надійності і порівнюють з аналогічними показниками одиниць контрольної групи, яких не торкнулося дане удосконалення. Число дослідних і контрольних дизель-поїздів установлюють на підставі вимог про довірчі інтервали даних по надійності з урахуванням загальної чисельності приписного парку депо. За експлуатацією і ремонтом дослідних і контрольних одиниць рухомого складу здійснюють ретельне спостереження з реєстрацією відмов деталей, вузлів і агрегатів, виконаних ремонтів і технічних обслуговувань, роботи секції протягом даного періоду, витрати електроенергії.

Показники надійності розраховують на підставі інформації про відмови, що містяться в картці відмов, що є основним нагромаджувачем первинних статистичних даних про відмови. Інформація, крім карток відмов, фіксується в спеціальних формах обліку: картах планових ремонтів, картах обліку зношень. На кожну відмову устаткування заповнюють окрему картку. На кожен дослідний і контрольний дизель-поїзд ведуть окремі карти обліку планових ремонтів. У карті обліку планових ремонтів фіксують вид і дату ремонту, його тривалість, трудомісткість, витрати на даний вид ремонту, пробіг від початку експлуатації і т.п.

Показники надійності, розраховані за даними про відмови дослідних дизель-поїздів, експлуатованих у межах гарантійного пробігу після будівлі, заводського чи деповського ремонту, характеризують фактичний рівень їхньої надійності в порівнянні з зазначеним у технічних умовах на чи будівлю ремонт тепловозів.

Як контрольні одиниці виділяють тільки надійшли в експлуатацію після чи будівлі ремонту великого обсягу (ПР-1, ПР-3 і капітальні). Збір даних, що

						Арк.
						23
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

відносяться до контрольного складу, починають з реєстрації в депо його технічного стану при надходженні в експлуатацію. При заміні агрегату на контрольній секції до виконання ним пробігу, що відповідає ремонту великого обсягу, збір даних по цьому агрегаті припиняють і починають збір даних про надійність агрегату, установленого замість несправного.

З метою можливості обробки інформації про відмову дизель-поїздів за допомогою ЕОМ передбачене її кодування при нанесенні на картку відмов. Картку заповнюють на відмови, виявлені в процесі експлуатації, включаючи технічні обслуговування і ремонт, незалежно від наявності інших документів (рекламаційних і технічних актів, що діють облікових форм у депо і т.д.). Картка відмов представляє стандартну карту, призначену для автоматичної обробки.

Зведення, які кодуються для наступної автоматичної обробки, наносять на лицеву сторону полючи картки. На зворотний бік полючи картки заносять дані, при обробці яких механізацію не використовують (дані про пробіги до відмов, число ремонтів агрегату від початку експлуатації чи ремонту ПР-1 і ін.).

Для кодування інформації про відмову устаткування дизель-поїзда доцільно розбити умовно на наступні системи по видах устаткування: дизель, гідропередача, допоміжне обладнання, механічне обладнання.

Кожна з цих систем розбивається на агрегати (підсистеми); кожен агрегат можна підрозділити на вузли, кожен вузол на деталі. Варто передбачити ще кодування типу чи модифікації кожного агрегату і вузла. Оскільки обсяг інформації при обробці даних по надійності дизель-поїздів в обсязі дороги, а тим більше мережі залізниць, значний, то своєчасна й ефективна обробка його може бути зроблена тільки з застосуванням ЕОМ.

З метою автоматизації процесу збереження й обробки даних про виникаючі відмови, відповідно до класифікаційної схеми кожному з вузлів устаткування дизель-поїзда привласнений позиційний код, що складається з чотирьох цифр. Кожна з цифр несе інформацію про те, якій підсистемі і системі належить

						Арк.
						24
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

даний вузол. Упорядкована в такий спосіб інформація дозволяє за допомогою ЕОМ формувати необхідні звіти по видах устаткування для виконання аналізу.

Крім того, для організації обліку відмов пропонуються наступні класифікаційні ознаки відмов, прийняті для кодування в картці відмов:

1) Місце появи відмов: на шляху прямування, виявлене при технічному обслуговуванні чи ремонті (у тому числі при технічному обслуговуванні і прийманні тепловоза локомотивними бригадами).

2) Вплив даної відмови на виконання графіка руху потягів: з порушенням графіка; без порушення графіка.

3) Тривалість простою дизель-поїзда на шляху прямування чи на станції.

4). Потреба в резервному локомотиві.

5). Місце усунення відмови: відновлення в депо чи на ПТО: відновлення на час рейса.

На підставі аналізу інформації, отриманої в результаті статистичної обробки даних, зібраних лабораторіями надійності в депо, можна визначити рівень надійності дизель-поїздів даної серії, його найбільш пошкоджувальні вузли і розробити економічно обґрунтовані припущення, спрямовані на підвищення їхньої надійності. Ці ж дані можна використовувати для вирішення на науковій основі задач, що є складовими частинами АСУ залізниць - прогнозування, зокрема, міжремонтних пробігів.

Аналіз форм звітності й обліку про відмову устаткування показує, що в локомотивному господарстві України немає єдиної для всіх депо сучасної автоматизованої системи обліку й обробки інформації, що утруднює розробку заходів щодо усунення і попередження відмов, оцінку надійності дизель-поїздів і їхніх вузлів, розробку системи змісту локомотивів з обліком їхнього технічного стану. Крім того, зараз, коли основний парк дизель-поїздів виробив свій ресурс, особливу актуальність здобуває питання аналізу відмов у всіх ланках від будівництва до експлуатації дизель-поїздів.

З метою ефективного аналізу надійності дизель-поїздів необхідно розробити єдину для мережі доріг автоматизовану систему обліку й обробки

					Арк. 25
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	

статистичної інформації про відмови і несправності устаткування рухомого складу.

Задачею збору інформації про надійність є збір і нагромадження звітів про відмови устаткування локомотивів при їхній експлуатації і ремонті.

Основними джерелами інформації є журнали технічного стану і журнали заміни устаткування, заповнювані підприємствами експлуатуючими МВРС. При зборі даних необхідно фіксувати: дату виявлення відмови; депо приписки; службу дороги; серію дизель-поїзда; вузол, що відмовив; номер дизель-поїзда; наробіток дизель-поїзда від початку експлуатації або від часу проведення капітального ремонту до моменту виникнення відмови, тис км; характер відмови; простій у ремонті, год; час усунення відмови, год.

Задачами обробки інформації про надійність є: оцінка показників надійності; установлення вузлів, що лімітують надійність; виявлення елементів технологічного процесу, що знижують надійність локомотивів при їхньому виготовленні; виявлення недоліків експлуатації, технологічного обслуговування і ремонту; вивчення залежностей виникнення несправностей ненадійно працюючих деталей і вузлів і розробка методів їхнього усунення; розробка раціональної системи технічного обслуговування і ремонту рухомого складу.

При обробці інформації проводиться: автоматичне кодування вузла, що відмовив, кодування інформації про відмову по виду й ознакам; занесення закодованої інформації в базу даних; систематизація інформації в залежності від типу локомотива, виду несправності устаткування, характеру несправності і його причини; визначення показників надійності рухомого складу в цілому й окремих його вузлах.

При впровадженні систем діагностування на рухомому складі, а також при переході на систему обслуговування і ремонту по фактичному технічному стані устаткування, необхідно вирішити задачу збору, нагромадження й аналізу статистичної інформації з відмов і несправностей [12].

					Арк. 26
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	

2.2 Визначення показників надійності дизель-поїздів ДР1

При зборі даних фіксувалися: дата виявлення відмови; вузол, що відмовив; номер дизель-поїзда; наробіток дизель-поїзда від початку експлуатації до моменту виникнення відмови, тис. год; характер відмови.

Розрахунок показників надійності виконано на основі статистичного матеріалу про відмови 18 дизель-поїздів серії ДР1 за період з 2016 по 2021 роки.

Для розрахунку показників надійності вузлів і деталей дизель-поїздів застосована методика, заснована на використанні залежності середньої кількості відмов від наробітку (H -характеристика) [12]. Використання цієї методики дозволяє визначати показники надійності як усього дизель-поїзда, так і його окремих вузлів у незалежності від закону розподілу якому підкоряються відмови вузлів дизель-поїзда.

Для одержання H -характеристики вузлів і деталей дизель-поїзда на підставі статистичної інформації, період спостереження за їхньою роботою розбивається на інтервали (іменовані надалі кроками наробітку). Величина вибирається при аналізі статистичної інформації такою, щоб для кожного розглянутого вузла чи системи в інтервалі $[t, t+\Delta]$ не попадало більш одної відмови однієї і тієї ж деталі, хоча не виключена n кількість відмов різних деталей в одному інтервалі.

При дотриманні зазначеної умови, середня кількість відмов дизель-поїзда за напрацювання $t + \Delta$ обчислюється по формулі:

$$H(t + \Delta t) = H(t) + \frac{2d_{t,t+\Delta}}{N(t) + N(t + \Delta)}, \quad (2.1)$$

де $H(t)$ - число відмовлень на інтервалі $[0, t]$;

$d_{t,t+\Delta}$ - число відмовлень в інтервалі $[t, t+\Delta]$;

					Арк. 27
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	

$N(t)$ - кількість елементів, що знаходяться під спостереженням на початок інтервалу $[t, t + \Delta]$;

$N(t + \Delta)$ - кількість елементів, що знаходяться під спостереженням на кінець інтервалу $[t + \Delta]$.

Для кожного з розглянутих вузлів дизель-поїзда по статистичним даним будується залежність середньої кількості відмов від наробітку $H(t)$.

Отримані по дослідним даним H -характеристики вузлів апроксимуються, після чого визначаються коефіцієнти рівнянь, що описують характер цих залежностей. Визначення показників надійності вузлів дизель-поїздів виробляється через отримані по дослідним даним H -характеристики.

Взаємозв'язок між λ - і H -характеристиками виражається через рівняння відновлення [12]

$$H(t) = F(t) + \int_0^t H(t-x) dF(x), \quad (2.2)$$

де функція $F(t)$ визначена вираженням (2.28). Тут передбачається, що на момент наробітку $t=0$ об'єкт був новим чи відновлений в обсязі капітального ремонту.

$$F(t) = 1 - \exp \left\{ - \int_0^t \lambda(\tau) d\tau \right\} \quad (2.3)$$

На підставі аналізу статистичного матеріалу можна зробити висновок що, вузлами які лімітують надійність дизель-поїзд ДР1 є дизель, гідропередача, вузлом який лімітує надійність екіпажної частини є буксовий вузол (Додаток А).

На рисунках А.1 – А.5 показано причини відмов окремих вузлів дизель-поїздів ДР1 локомотивного депо .

За формулами які показані вище і даними які зібранні у локомотивному депо за п'ять років розраховано показники надійності дизель-поїздів ДР1.

					Арк. 28
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	

За результатами розрахунку побудовано графіки інтенсивності відмов вузлів дизель-поїздів (рис. Б.1 – Б.4).

Розглянувши графік вказані рисунки можна зробити висновок, що, наприклад кількість відмов у системі охолодження інтенсивно зростає після 88 тис.год. напрацювання, отже доцільно виконувати огляд і ремонт холодильника після 88 тис.год. це підвищить надійність холодильника і зменшить кількість їхніх поломок. Такі ж самі висновки можна зробити і для інших графіків - для гідропередачі доцільно виконувати огляд і ремонт після 111 тис.год. напрацювання, для дизеля після 118 тис.год. напрацювання і для механічної частини після 114 тис.год. напрацювання.

2.3 Загальні напрямки підвищення надійності рухомого складу

Складність устаткування тягового рухомого складу та інтенсивність його використання часто випереджають якість використовуваних елементів і технологію їх виготовлення. Це одна з істотних причин недостатньої надійності т.р.с. деяких серій. Крім того, перевантаження т.р.с., що необґрунтовано допускаються в експлуатації, також знижують його надійність. Тому, щоб т.р.с. не виявився практично непридатним із-за частих відмов в експлуатації, потрібна розробка заходів щодо підвищення його надійності: підвищення якості проектування, забезпечення строгої технологічної і виробничої дисципліни, неослабного контролю за якістю продукції, введення обґрунтованих нормативів на технологію і матеріали. Здійснення цих заходів залежить перш за все від заводів - виготівників т.р.с. При цьому розробка таких нормативів і стандартів повинна бути заснована не на рівні виробництва, що існує на підприємстві, а на показниках надійності кращих зразків т.р.с, досягнутих у нас і за кордоном.

Необхідним заходом забезпечення надійності є випробування вузлів устаткування і конструкції головних зразків т.р.с. на стадії їх проектування в умовах, відтворюючих фактичні електричні, механічні і теплові режими їх роботи. При цьому велике значення мають прискорені і форсовані випробування.

						Арк.
						29
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Надійність т. р. с. залежить також від умов експлуатації, режимів руху поїздів, якості технічного обслуговування і ремонту. Необгрунтоване прагнення перенавантажувати локомотив в надії провести по ділянці поїзд великої маси насправді призводить до різкого зниження надійності локомотива і збільшення числа його відмов.

Аналіз усіх факторів, що впливають на надійність т. р. с, показує, що способи підвищення надійності можна розділити на дві групи заходів: направлені на підвищення безвідмовності і на підвищення ремонтпридатності (відновлюваності). Їх реалізація дає найбільший ефект при системному підході до проблеми забезпечення надійності, який полягає в узгодженому здійсненні заходів в процесі проектування, виготовлення і експлуатації локомотивів (лист 2 графічної частини).

До важливих заходів щодо підвищення надійності т. р. с, крім проектування і технології поліпшення виготовлення, відноситься вдосконалення схем силових кіл і кіл управління. За наявності ряду лімітуючих чинників (массо-габаритні показники, вартість, якість деталей і т.п.) проектувальник вимушений застосовувати далеко не кращі з погляду надійності елементи, що поставляються промисловістю. Відповідальні вузли схем зазвичай проектують з елементів, що мають незначну розбіжність параметрів. В протилежність цьому схеми, побудовані з елементів, що допускають нормальну роботу при широких межах зміни їх параметрів, забезпечують надійність навіть при використанні малостабільних елементів в різних умовах експлуатації. Це особливо важливо для систем управління локомотивами коли випадкові перешкоди, коливання живлячої напруги, зміни температури, вологості можуть привести до відмов, які важко виявляються.

Відомо, що резервування і застосування систем вбудованого автоматичного контролю є ефективними схемними методами підвищення надійності. Проте в даний час ці методи не знайшли ще широкого застосування при проектуванні і створенні локомотивів, по-перше, через відсутність таких бортових систем контролю і, по-друге, із-за обмеження массо-габаритних показників для

					Арк. 30
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	

розміщення таких систем. Крім того, резервування є досить ефективним способом підвищення надійності систем короткочасної дії. Для локомотивів, що є пристроями довготривалої дії, не менше значення для підвищення надійності мають використання елементів високого класу, застосування печатних схем, блокових принципів побудови вузлів, мікропроцесорів, періодична заміна небезпечних в сенсі відмови елементів і блоків, забезпечення їх високої ремонтоздатності і т.п.

Уніфікація елементів і вузлів локомотивів полегшує рішення організаційних задач забезпечення надійності і, зокрема, постачання запасними частинами.

Оскільки сучасні, а тим більше перспективні локомотиви характеризуються збільшенням потужності і розширенням діапазону регулювання режимів роботи, то особливого значення набувають дослідження процесів старіння і зносу. У цих умовах підвищення надійності досягають тренуванням елементів і вузлів на спеціальних стендах, при яких скорочується час їх припрацювання за рахунок важчих випробувальних режимів.

Слід враховувати кваліфікацію обслуговуючого і ремонтного персоналу, що впливає на надійність локомотивів і, зокрема, на час їх відновлення. Оптимізація процесів виготовлення і технічного обслуговування на основі наукової організації праці є істотним чинником підвищення надійності локомотивів [12].

З РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ГІДРОПЕРЕДАЧ

3.1 Модернізація системи управління гідропередачі ГДП-1000 та пропозиції щодо її перевірки і настройки

В даній кваліфікаційній роботі пропонується провести модернізацію системи управління, а саме поставити додаткові манометри тиску масла на трубопроводи системи управління. Дана модернізація системи управління дозволить оперативно визначити несправність органів управління, а саме електрогідравлічних вентилів 21 та 22 (див. лист 1), а також несправність самого золотника 30. Пропонується встановити 6 додаткових манометрів на наступних трубопроводах:

-від клапана живильного насоса 19 до електрогідравлічних вентилів 21 та 22 – № 1;

-від електрогідравлічного вентиля 21 до золотника 30 – № 2;

-від електрогідравлічного вентиля 22 до золотника 30 – № 3;

-від золотника 30 до гідротрансформатора першої ступені – № 4;

-від золотника 30 до гідротрансформатора другої ступені – № 5;

-від золотника до живильного насоса 41 – № 6.

Наявність тиску масла на манометрі від електрогідравлічного вентиля 21 до золотника 30, але відсутності тиску масла на манометрі від золотника 30 до гідротрансформатора першої ступені свідчить про несправність золотника. Наявність тиску масла на манометрі від клапана живильного насоса 19 до електрогідравлічних вентилів 21 та 22, але відсутності тиску масла на манометрі від електрогідравлічного вентиля 21 або 22 до золотника 30 свідчить про несправність відповідного з електрогідравлічних вентилів 21 чи 22.

3.2 Розробка технології діагностування системи управління гідропередачі

Дія зовнішніх і внутрішніх чинників викликає зміну стану апаратів системи управління гідропередачі і внаслідок цього виникнення несправності.

						Арк.
						32
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Несправності в системі управління гідропередачі приводять до втрати або значного зниження ступеня її працездатності. Такі несправності можна виявити при контролі функціонування і працездатності системи.

Система автоматичного управління гідропередачею (САУГ) відноситься до складних систем, в яких частина каналів управління для збереження певного ступеня працездатності зарезервована, наприклад автоматичне управління перемиканням ступенів швидкості резервується ручним управлінням. Цілком очевидно, що перехід на ручне управління значно знижує ступінь працездатності системи, оскільки неминучі при цьому відхилення від розрахункових точок перемикання обумовлюють перегрів масла гідропередачі і зниження тягово-економічних властивостей дизель-поїзда. До аналогічного зниження ступеня працездатності, можливо в меншій мірі, приводить зміна стану елементів налаштування САУГ.

Несправності, що виникають в нерезервованих елементах, а це, як правило, виконавчі органи, приводять до повної втрати працездатності і часто є причиною непланового ремонту дизель-поїзда, що негативно впливає на ремонтні показники депо. Прикладом таких несправностей в системі управління гідропередачею є несправності електрогідравлічних вентилів і гідравлічних елементів САУГ і електропневматичних вентилів і механічних елементів системи управління.

Визначення причин і місця несправності в системі є завданням технічної діагностики. По результатах технічного діагнозу системи може бути прийняте обґрунтоване рішення в регулюванні системи, заміні і відправці в ремонт окремих її елементів і блоків.

Завдання діагностики системи управління гідропередачею доводиться вирішувати в процесі експлуатації дизель-поїзда, а також при наступних перевірках. Практика показує, що час, що витрачається на виявлення виниклої несправності в складних системах, в 6...8 разів перевищує час, який необхідний для її усунення. Часто в експлуатації дрібна несправність в електричних колах і апаратах є причиною зупинки і навіть відмови дизель-поїзда тільки тому, що

						Арк.
						33
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

локомотивна бригада не в змозі швидко виявити цю несправність.

Для успішного виявлення несправностей локомотивним бригадам і ремонтному персоналу депо необхідне добре знання електричної схеми дизель-поїзда, уміння її читати і користуватися простими контрольними приладами, а також знання методів і наявність засобів контролю систем, за допомогою яких несправності можуть бути виявлені з найменшою витратою часу.

В даний час в інструкціях по технічному обслуговуванню та поточних ремонтах дизель-поїздів серії ДР1А для пошуку несправностей в системах управління гідропередачею і дизель-поїзда в цілому рекомендується зазвичай ряд способів, що не містять в більшості випадків конкретної послідовності перевірочних операцій. Всі ці способи потребують значної витрати часу. Наприклад, якщо тепловоз не рушає з місця, то вказуються шість можливих несправностей і стільки ж способів рекомендується для їх усунення. Такі способи, що рекомендуються, як «перевірити коло вентилів» або «оглянути тракт підведення масла», навряд чи орієнтують персонал на відновлення стану дизель-поїзда з найменшою витратою часу.

Для виявлення несправностей в елементах системи управління гідропередачею нами пропонується використати логічні методи послідовного аналізу. Ці методи розрізняються між собою лише деякими прийомами або схемою виконання контрольних проб.

При послідовному пошуку елемент, що відмовив, виявляється шляхом послідовної перевірки всіх елементів, причому кожна подальша перевірка визначається результатами попередньої. Результати перевірки аналізуються відразу ж після її здійснення. При комбінаційному пошуку всі елементи ланцюга розділяються на ті, що безвідмовно працюють і на ті, що відмовили після деякої кількості попередніх перевірок з подальшим послідовним пошуком місця несправності серед елементів, що відмовили. І нарешті, пошук від «середньої точки» ведеться з розділенням елементів в колі на дві, чотири, вісім і так далі частин. У САУ гідропередачі ГДП 1000 таке розділення можна виконати за ознакою її поділу на електричну і гідравлічну частини.

					Арк. 34
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	

З перерахованих методів пошуку несправностей найбільш ефективним є метод послідовного пошуку. Послідовність перевірок елементів кола апарату, що відмовив, для наочності може бути представлена у вигляді карти пошуку несправності, яка складається так, щоб виключити повторення перевірочних операцій і забезпечити виявлення будь-якої несправності при мінімальному числі контрольних проб Карта пошуку складається для кола кожного апарату. Вона служить разом з контрольною лампою інструментом для візуального пошуку несправності у колі апарату, що відмовив. Такі карти є основою програми пошуку несправностей за допомогою автоматизованих систем контролю.

Нами розроблені карти пошуку несправностей окремих кіл системи управління гідропередачею ГДП 1000.

Коло рушання з місця. Якщо при включеній муфті реверс-режимного механізму (контролюється по сигнальних лампах) і замкнутій кнопці «Управління гідропередачею» перевести рукоятку контролера на першу позицію і після цього дизель-поїзд не рушає з місця, то необхідно, зупинивши дизель, встановити місце і причину несправності. Пошук несправності ведеться комбінаційним методом. Перш за все перевіряється електрогідравлічний вентиль *Вс1*. Якщо він не включений, то несправність слід шукати в його колі.

На листі 3, *а* приведена карта пошуку елементів, що відмовили, в колі вентилля *Вс1*. Порядок користування контрольною лампою і картою пошуку несправностей наступний. Один дріт лампи підключають до однієї з мінусових клем на клемній рейці допоміжного щита (2/17—2/19), а іншим перевіряють коло. На карті контрольні точки, в яких слід перевірити наявність потенціалу, записані в прямокутниках. Якщо ж дріт виведений не на клему, а з'єднується безпосередньо з елементом кола, то в прямокутнику записаний дріб, чисельник якого позначає номер дроту, а знаменник указує елемент кола, до якого дріт підходить. Крім того, на малюнках прийняті позначення замикаючих (З.К) і розмикаючих (Р.З) контактів реле.

Від кожного прямокутника відходять дві стрілки, кожна з яких вказує на

					Арк. 35
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	

чергову перевірку залежно від отриманого результату. Перевірку починають з першої точки на карті, яка відповідає початку кола, що перевіряється. Якщо в цій точці потенціал є, то лампа засвітиться; на наступну перевірку указує стрілка з написом «Є». Якщо ж лампа не засвітиться, що свідчить про відсутність в цій точці потенціалу, то наступну перевірку указуватиме стрілка з написом «Ні».

Якщо при огляді встановлено, що клапан *Vc1* включений, але наповнення першого гідротрансформатора не відбувається, то приступають до пошуку несправності в гідравлічній частині САУГ. В існуючому виконанні гідравлічна частина САУГ практично контролю не піддається і можлива несправність може бути виявлена тільки методом послідовного перебору і виключення всіх елементів масляної системи.

В попередньому підрозділі нами запропоновано установку додаткових контрольно-вимірювальних приладів на масляних каналах до і після золотникової коробки, що дасть можливість контролювати по наявності тиску або його відсутності роботу золотників самої коробки і електрогідравлічних клапанів, а значить, і швидко виявити елемент, що відмовив.

В цьому випадку застосуємо метод послідовного пошуку несправності, описаний вище.

Кола перемикачів ступенів швидкості. Якщо при русі дизель-поїзда не відбувається прямий перехід з першого гідротрансформатора на другий, то після візуальної перевірки відповідного електрогідравлічного клапана встановлюється стан електричної і гідравлічної частин САУГ. При неувімкненому клапані *Vc2* перевіряють коло його котушки по карті пошуку несправностей, приведених на листі .

У обох випадках можливий вихід на контакти реле *Pn1* і *Pn2*. При цьому необхідно розкрити блок управління і перевірити стан проміжних реле *Pn1* і *Pn2*. Якщо ці реле включені, то потрібно оглянути їх контакти і при необхідності зачистити. Якщо ж вони не включені, то проводиться пошук несправності в ланцюгах котушок реле, а потім реле швидкості блоку

						Арк.
						36
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

управління.

Контроль стану елементів і кіл блоку управління гідропередачі і їх технічний діагноз можуть бути виконані на стенді настройки або при русі дизель-поїзда, що може бути зв'язано з певними труднощами.

Діагностика блока управління гідропередачі повинна здійснюватися в комплекті з коректуючим реостатом і датчиком швидкості. Заздалегідь перевіряється наявність і величина міжфазової напруги таходатчика.

Ланцюги блоку управління розділяються на дві частини: ланцюги проміжних реле і ланцюга поляризованих реле швидкості. Кожна з цих частин приєднана до різних джерел живлення і тому може бути перевірена окремо від іншої.

На першому етапі перевіряють кола проміжних реле. Для цього можна використовувати карти пошуку несправностей (лист) і звичайну контрольну лампу. Методом, який описаний вище, знаходять несправності в кожному з цих кіл в положенні, яке відповідає включеному стану цих реле.

Якщо встановлено, що проміжні реле не спрацювали через відсутність управляючого сигналу (замикаючий контакт реле швидкості розімкнений), то виконується другий етап перевірки блоку управління: контроль стану кіл реле швидкості. Ці кола можуть бути перевірені за допомогою тестера або низьковольтної контрольної лампи.

Для того, щоб виявити несправність в колі реле швидкості, необхідно подати на вхід її напругу датчика швидкості, при якому ці реле повинні включитися. Елемент, що відмовив, може бути виявлений при послідовному пошуку за допомогою карт пошуку несправностей, приведених на листі .

Пробій стабілітронів в ланцюгах реле швидкості може бути виявлений при напрузі на вході блоку управління, відповідному вимкненому стану реле швидкості. Наявність потенціалу на котушці реле швидкості свідчить про пробій стабілітронів.

Блок управління САУГ виконаний без урахування вимоги контролепридатності. З об'єму контролю випадають розмикаючі контакти реле

						Арк.
						37
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$Pn1$ і $Pn2$ в ланцюгах реле швидкості. Повний об'єм контролю може бути забезпечений, якщо ці контакти разом з опорами $C6$ і $C7$ включити між стабілітронами і котушками реле швидкості.

3.3 Розробка пристроїв для перевірки і настройки системи автоматизованого управління гідропередачею

Настроювання САУГ проводиться у всіх випадках, коли її блоки знімаються з дизель-поїзда при планових видах ремонту ПР-3 або при заміні елементів, що вийшли з ладу, новими безпосередньо на дизель-поїзді.

Настройка САУГ повинна також проводитися без зняття її блоків з дизель-поїзда при відхиленнях точок перемикання від заданих більш $\pm 3\%$. При настроюванні САУГ на задану характеристику перемикань ступенів швидкості необхідно враховувати погрішність використовуваних контрольно-вимірювальних приладів.

Настроювання САУГ на стаціонарному стенді. Для перевірки після ремонту і настройки САУГ в локомотивному депо Тернопіль необхідний спеціальний стенд. Такий стенд має нескладну схему і може бути зібраний без особливих труднощів.

Схема стенду настройки САУГ приведена на листі . Основним елементом стенду є електродвигун постійного струму ЕД з плавним регулюванням частоти обертання в діапазоні від 200 до 2600 об/хв. У схемі стенду використана як привід тахометрична установка типу КТУ-1М. З електродвигуном цієї установки ЕД за допомогою простої муфти сполучений таходатчик швидкості D з комплекту САУГ. Частота обертання електродвигуна, а значить, і таходатчика D регулюється зміною напруги, що підводиться до нього, за допомогою автотрансформатора $AT1$.

Стенд обладнується тахометричним пристроєм, що дозволяє візуально контролювати число обертів датчика у вказаному діапазоні. Погрішність відліку частоти обертання повинна бути не нижче 15 об/хв. в діапазоні до 500 об/хв. і 5 об/хв. в діапазоні до 2600 об/хв.

					Арк. 38
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	

Для живлення тахометричної установки подається напруга $27 \pm 1,5\text{В}$ постійного струму, яка встановлюється за допомогою автотрансформатора АТ2 і контролюється вольтметром V2. В якості стендової тахометричної установки використовується комплект авіаційного вимірника частоти обертання типу ТСФУ-1. Може бути також застосований і інший тахометр з аналогічними технічними параметрами.

Напруга 75В постійного струму, необхідна для настройки системи автоматики, подається на стенд від джерела постійного струму (акумулятор або мотор-генераторний перетворювач) або від мережі змінного струму через випрямляч типу ВСА-111А або інший з подібною технічною характеристикою.

З'єднання вузлів САУГ проводиться через клеми стенду настройки 1...8 по схемі, приведений на листі , проводом перетином не менше 0,75 мм, БП – блок перемикачів швидкостей; R_k – коректуючий реостат; D – датчик швидкості.

Перевірка характеристики датчика. Перед настройкою блоку перемикачів швидкостей перевіряють міжфазну напругу таходатчика. Для цього знімають його характеристику холостого ходу в діапазоні від 250 до 2000 об/хв. Вимірювання напруги проводиться приладом класу точності не нижче 2,5 з ціною ділення, що не перевищує 0,5В.

В якості такого приладу може бути використаний ампервольтметр типу Ц56 або тестер іншого типу, що забезпечує вимірювання з вказаною вище точністю.

Отримані значення міжфазної напруги повинні відповідати характеристиці відповідного типу таходатчика.

У комплект САУ ГДП-1000 для дизель-поїзда серії ДР1А входять два датчики, які повинні бути підібрані по характеристиці міжфазної напруги холостого ходу. Різниця напруги датчиків в цьому випадку не повинна перевищувати величини 0,3В при 1000 об/хв.

Настроювання САУГ. При настройці САУГ користуються таблицею з даними переходів для кожного типу дизель-поїздів. Характеристики переходів можуть бути виражені будь-якою з трьох величин: частотою обертання вала датчика, його напругою і швидкістю руху.

						Арк.
						39
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Напруга датчика швидкості U_d випрямлена, після згладжуючого фільтру; швидкість руху V_n – розрахункова швидкість прямого перемикання гідроапаратів (з урахуванням передавального відношення між валом датчика швидкості і колісними парами і поправочного коефіцієнта на розрахунковий діаметр по колу кочення колісної пари $D_{кр} = 950$ мм).

З метою скорочення тривалості процесу настройки САУГ в практиці проводиться настройка лише на крайніх позиціях (нижчою і вищою) контролера машиніста. В цьому випадку характеристика переходів спрощується.

Настройку електричної частини САУГ проводять так. Заздалегідь відпускають контргайки регульованих резисторів $C1...C7$ блоку управління і обертанням осі встановлюють приблизно в середнє положення. Коректуючий реостат повинен бути встановлений в положення, відповідне першій позиції контролера машиніста.

При настройці першого переходу, встановивши частоту обертання датчика відповідно до даних таблиці і обертаючи вісь резистора $C1$ в ту або іншу сторону, добиваються спрацьовування реле переходу $Pn1$. Для уточнення правильності спрацьовування реле $Pn1$ необхідно понизити частоту обертання датчика до відпадання реле, а потім при підвищенні частоти обертання датчика визначити її значення, при якому відбувається спрацьовування реле $Pn1$.

Далі, встановивши коректуючий реостат в положення, відповідне вищій (16-й або 8-й) позиції контролера, а частоту обертання датчика відповідно до даних, обертанням осі резистора $C2$ в ту або іншу сторону знову добиваються спрацьовування реле переходу $Pn1$.

Для перевірки стабільності настройки спрацьовування реле $Pn1$ необхідно знову поставити реостат, що коректує, на першу позицію і провести спрацьовування реле $Pn1$ шляхом зміни частоти обертання датчика. Якщо спостерігається відхилення від даних, то поворотом осі резистора $C1$ проводиться підрегулювання спрацьовування реле $Pn1$ на першій позиції. Після цього знов перевіряють спрацьовування реле $Pn1$ на 8-ій (16-й) позиції.

						Арк.
						40
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Потім на 8-ій (16-й) позиції коректуючого реостата перевіряють частоту обертання датчика при відпаданні реле *PnI* У випадку якщо зворотній перехід не забезпечує коефіцієнта повернення, то резистором *C6* регулюють зворотний перехід. Для візуального контролю перемикачів служить лампа *Л1*.

Настройка реле обмеження швидкості *PC (PnPC)* проводиться на 8-ій (16-й) позиції контролера. Для цієї мети служить резистор *C5*, а для контролю – лампа *Л3*. Коефіцієнт повернення реле *PC* не регулюється, тому, якщо значення частоти обертання при спрацьовуванні і відпаданні *PC* нижче вказаних норм, реле *PC* необхідно замінити новим, таким, що має необхідну характеристику.

Характеристики перемикачів електроавтоматики повинні мати необхідну стабільність. Розкид свідчень перемикачів більш $\pm 3\%$ від параметрів, при яких проводилася настройка, не допускається. При перевищенні допустимого розкиду свідчень необхідно перевірити якість і стан електричних елементів, що входять в схему блоку, і несправні елементи замінити.

Після настройки САУГ осі регульованих резисторів необхідно законтрити накидними гайками і зафіксувати фарбою.

Отримані при настройці дані прямих і зворотних переходів для вказаних позицій і дані настройки реле обмеження швидкості заносяться в «Паспорт настройки вузлів електроавтоматики». Сюди ж заносяться заводський номер датчика швидкості, з яким проводилася настройка вузлів електроавтоматики, і дані його характеристики холостого ходу.

Перевірка і настройка САУГ на дизель-поїзді. Для перевірки, а при необхідності і настройки САУГ на листі дизель-поїзді (при заглушеному дизелі) використовується прилад, схема якого приведена на листі . нього входить змінний резистор *PP* (100...200Ом з величиною струму 1,0...0,75А), який включений по схемі потенціометра, і вольтметр, за допомогою якого контролюється напруга, що знімається з двигуна реостата. Прилад включається на напругу акумуляторної батареї за допомогою тумблера *П1*. Вихідні клеми приладу з'єднуються відповідно до полярності з клемми «+» і «- » блоку перемикачів швидкостей.

					Арк. 41
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	

Недоліком перевірки і настройки САУГ за допомогою такого приладу є те, що при цьому не враховується реальна характеристика датчика швидкості. Перевірка характеристики датчика швидкості і настройки САУГ з урахуванням цієї характеристики можуть бути проведені на дизель-поїзді за допомогою переносного приладу, схема якого приведена на листі .

Перевірка і настройка САУГ за допомогою цього приладу проводяться так. Прилад підключають до клем акумуляторної батареї через резистор $R2$, що знижує напругу на затисках приладу до 24 В. Датчик швидкості знімають з гідропередачі і, не роз'єднуючи його від блоку перемикання ступенів швидкості, сполучають муфтою з електродвигуном приладу. З валом електродвигуна сполучений також таходатчик $ДТп$, напруга якого випрямляється випрямлячем B і подається на показчик швидкості $У$, який призначений для контролю параметрів перевірки і настройки САУГ.

Зміна частоти обертання електродвигуна і встановлення необхідної для настройки САУГ частоти обертання валу датчика досягаються за допомогою резистора $R1$, включеного по схемі потенціометра. Переносний прилад дає можливість перевірити роботу САУГ на точність і стабільність перемикань електроавтоматики і у разі потреби провести її настройку. Порядок настройки САУГ на дизель-поїзді аналогічний з порядком перевірки і настройки його на стенді.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Гідравлічна передача знайшла широке використання на МПРС (дизель-поїздах та рейкових автобусах), який забезпечує значну частку приміських пасажирських перевезень. Від надійності гідравлічної передачі залежить надійність дизель-поїзда в цілому.

Аналіз літературних джерел показав, що науковці в основному звертали увагу на підвищення надійності та удосконалення процесу випробувань гідравлічних передач тепловозів. У той же час гідравлічним передачам МВРС приділялася недостатня увага.

Для виправлення даної ситуації у кваліфікаційній роботі проаналізована надійність дизель-поїзда типу ДР-1 в цілому а також надійність його гідравлічної передачі. Запропонована методика збору та обробки інформації про надійність і визначені показники надійності дизель-поїздів.

З метою підвищення надійності гідропередачі запропоновано модернізувати її систему управління, подані пропозиції щодо перевірки і настройки СУ, розроблено технологію діагностування та запропоновані відповідні пристрої.

Таким чином, у кваліфікаційній роботі на основі результатів аналізу та розрахунку показників надійності дизель-поїздів та їх гідродинамічних передач запропоновані методи та технічні засоби щодо підвищення надійності, що у кінцевому випадку призведе до підвищення експлуатаційної надійності МВРС. Таким чином поставлена мета роботи досягнута.

Подальші дослідження у цьому напрямку варто зосередити на дослідженнях надійності МВРС з гідропередачами, які порівняно недавно надійшли на залізниці України – рейкових автобусів PESA620M, PESA630M а також дизель-поїздів ДПКр-2 та ДПКр-3.

						Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		43

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Боднар Б. Є., Бобирь Д. В., Капіца М. І. Гідравлічні передачі локомотивів : підручник. Дніпро : Дріант, 2021. 466 с. ISBN 978-966-2394-50-4.
2. Боднар Б. Є., Капіца М. І., Очкасов О. Б., Коренюк Р. О. Підвищення енергоефективності випробувань гідравлічних передач тепловозів в умовах локомотиворемонтного заводу. Наука та прогрес транспорту. 2015. № 6 (60). С. 16–24. URL: <http://stp.diit.edu.ua/article/view/57000/55597>.
3. Боднар, Б. Е. Совершенствование методов испытаний и диагностики тепловозов с гидродинамической передачей : автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.22.07 / Б. Е. Бондарь ; Днепропетр. ин-т инж. ж.-д. трансп. — Днепропетровск, 1987. — 19 с. Защита — 24 апреля 1987 г.
4. Гончаров, О. М. Вибір раціональних міжремонтних періодів маневрових локомотивів з урахуванням їх експлуатаційного завантаження : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07 / О. М. Гончаров ; Дніпропетр. держ. техн. у-т залізн. трансп. — Дніпропетровськ, 1997. — 20 с. Захист — 4 липня 1997 р.
5. Фертель, А. И. Исследование и повышение надежности тепловозов и тепловозных дизелей в эксплуатации методами технического обслуживания : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07 / А. И. Фертель ; Днепропетр. ин-т инж. ж.-д. трансп. — Днепропетровск, 1972. — 23 с. Защита — 16 февраля 1973 г.
6. Ляшук, В. М. Совершенствование средств и методов автоматического контроля и диагностирования тепловозов с гидродинамической передачей : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07 / В. М. Ляшук ; Днепропетр. ин-т инж. ж.-д. трансп. — Днепропетровск, 1988. — 18 с. Защита — 30 июня 1988 г.
7. ДСТУ2860-94 «Надійність техніки. Терміни і визначення». [Електронний документ] Режим доступу: https://dnaop.com/html/2273/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_2860-94
8. Правила технічної експлуатації залізниць України. [Електронний документ] Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0050-97#Text>

					Арк. 44
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	

9. Інструкція з технічного обслуговування дизель-поїздів і електропоїздів в експлуатації. №ЦТ-0102/ Затверджено і введено в дію наказом Укрзалізниці від 13.08.2004 р. №173 Ц/ К.: Укрзалізниця, 2003 р. – 122 с.
10. Дизель-поезда. Устройство, ремонт, эксплуатация: Учебник для ПТУ / Б.М. Лернер и др. – М.: Транспорт, 1982. – 279 с.
11. Ремонт гидравлических передач тепловозов. Под. ред. Г.Ф. Яковлева. М.: Транспорт, 1975. 264 с.
12. Галкин, В.Г. Надежность тягового подвижного состава. Учеб. Пособие для вузов ж.-д. трансп. / В.Г. Галкин, В.П. Парамзин, В.А. Четвергов // М.: Транспорт, 1981. 184 с.

						Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		45

ДОДАТОК А

Розподіл несправностей у вузлах та агрегатах дизель-поїздів ДР1

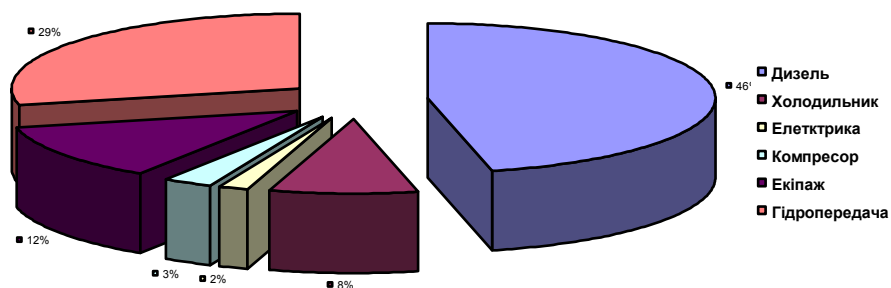


Рисунок А.1 – Види і процентна кількість несправностей дизель-поїзда ДР1

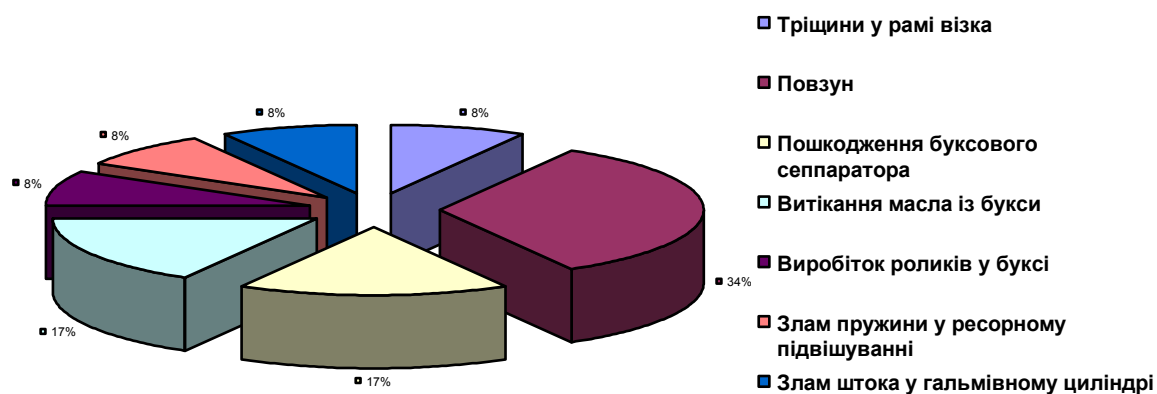


Рисунок А.2 – Розподіл несправностей механічного обладнання дизель-поїзда ДР1 по видах

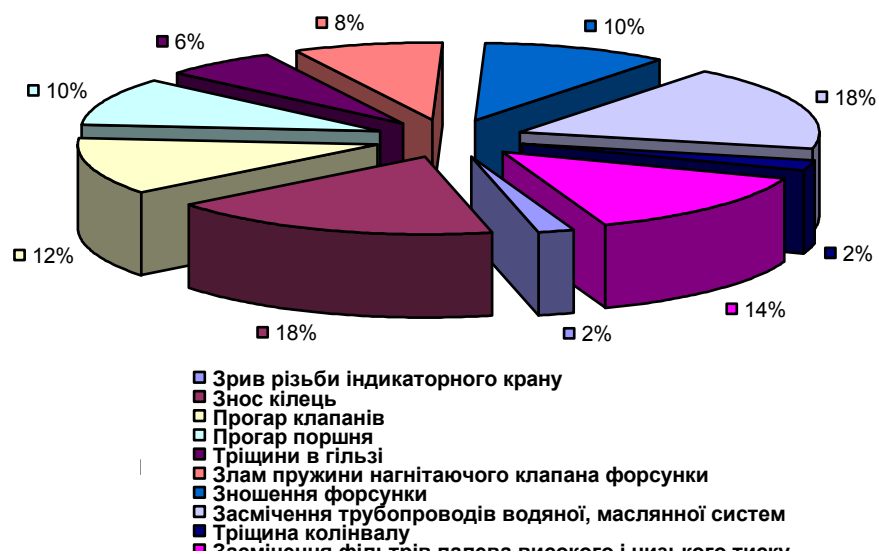


Рисунок А.3 – Розподіл несправностей дизеля дизель-поїзда ДР1 по видах

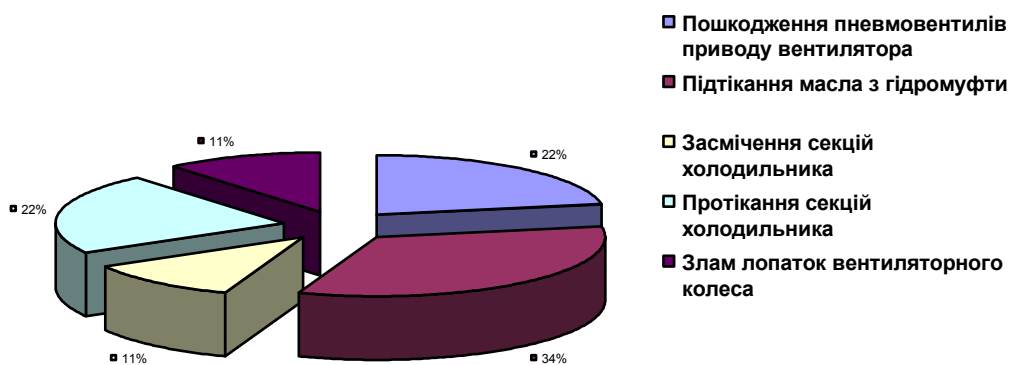


Рисунок А.4 – Розподіл несправностей системи охолодження дизель-поїзда ДР1 по видах

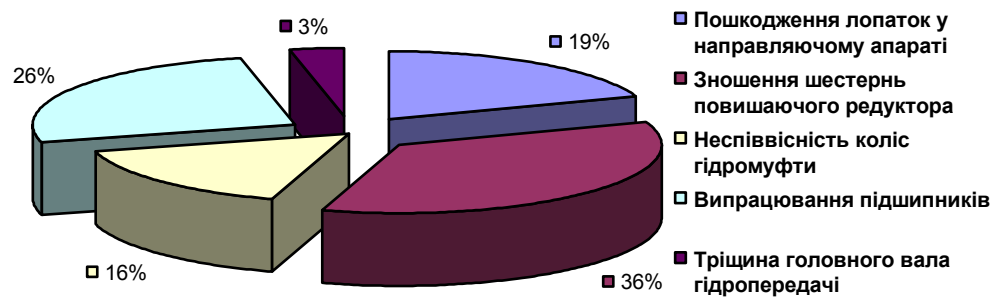


Рисунок А.5 – Розподіл несправностей гідропередачі дизель-поїзда ДР1 по видах

ДОДАТОК Б

Результати розрахунку надійності вузлів та агрегатів дизель-поїзда ДР1

Таблиця Б.1 – Результати розрахунку надійності системи охолодження

Напрацювання	H - характеристика	W
82	0,14	0,1429
88	0,43	0,2857
94	0,6	0,1667
96	0,76	0,1667

Таблиця Б.2 – Результати розрахунку надійності гідропередачі

Напрацювання	H - характеристика	W
81	0,14	0,1429
84	0,29	0,1429
87	0,43	0,1429
89	0,58	0,1538
100	0,75	0,1667
102	0,92	0,1667
103	1,1	0,1818
108	1,3	0,2
109	1,5	0,2
111	1,72	0,2222
114	2,12	0,4
116	2,62	0,5

Таблиця Б.3 – Результати розрахунку надійності дизеля

Напрацювання	Н - характеристика	W
78	0,14	0,1429
79	0,29	0,1429
83	0,43	0,1429
89	0,58	0,1538
94	0,75	0,1667
97	0,92	0,1667
100	1,08	0,1667
103	1,26	0,1818
104	1,46	0,2
105	1,66	0,2
109	1,86	0,2
111	2,53	0,3
113	2,82	0,6667
114	3,22	0,2857
115	3,72	0,4
116	4,22	0,5
120	4,72	0,5
121	6,05	1,3333
125	8,05	2

Таблиця Б.4 – Результати розрахунку надійності механічної частини

Напрацювання	H - характеристика	W
85	0,14	0,1429
100	0,31	0,1667
107	0,51	0,2
114	0,91	0,4
124	1,91	1

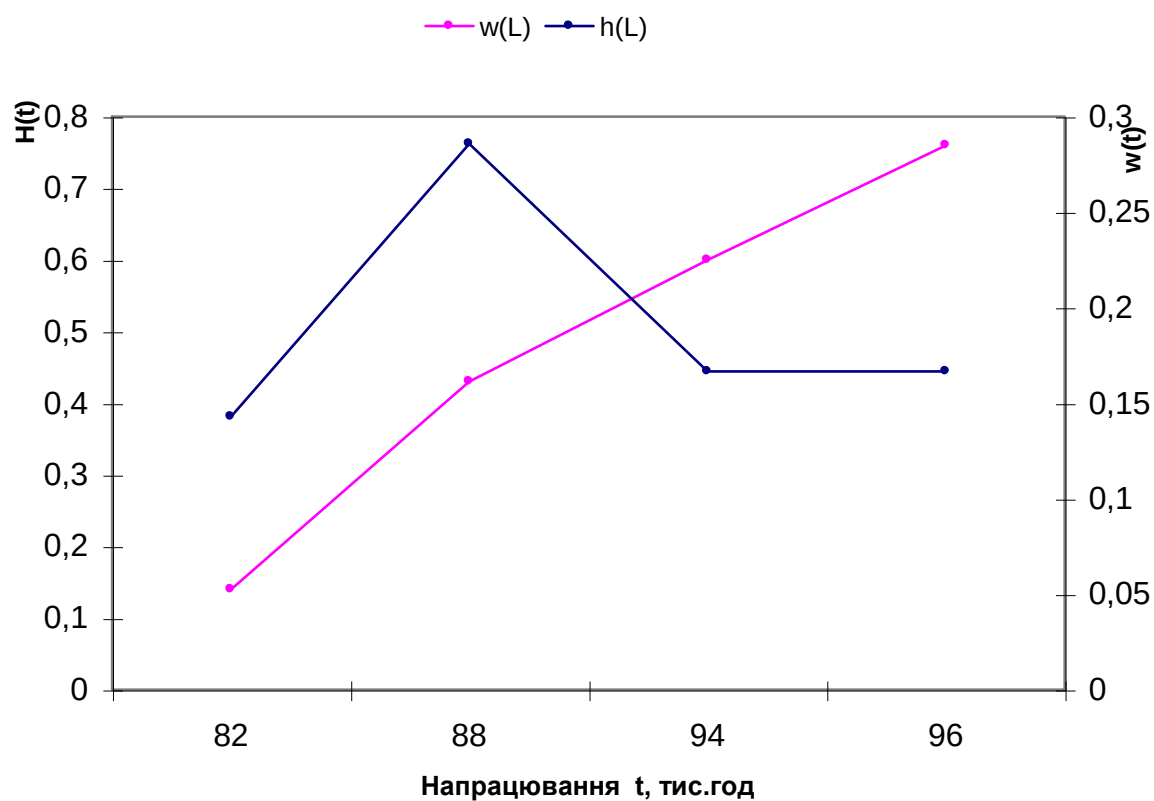


Рисунок Б.1 – Залежність середньої кількості відмов та параметру потоку відмов холодильника від напруження.

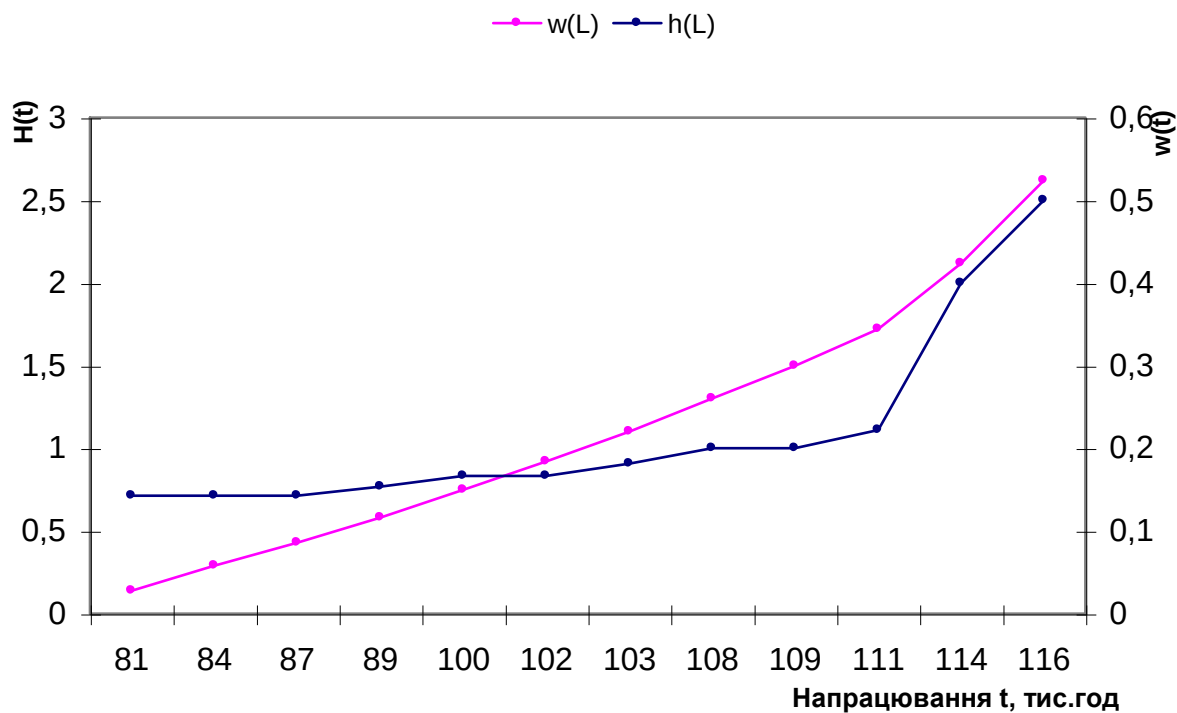


Рисунок Б.2 - Залежність середньої кількості відмов та параметру потоку відмов гідропередачі від напрацювання

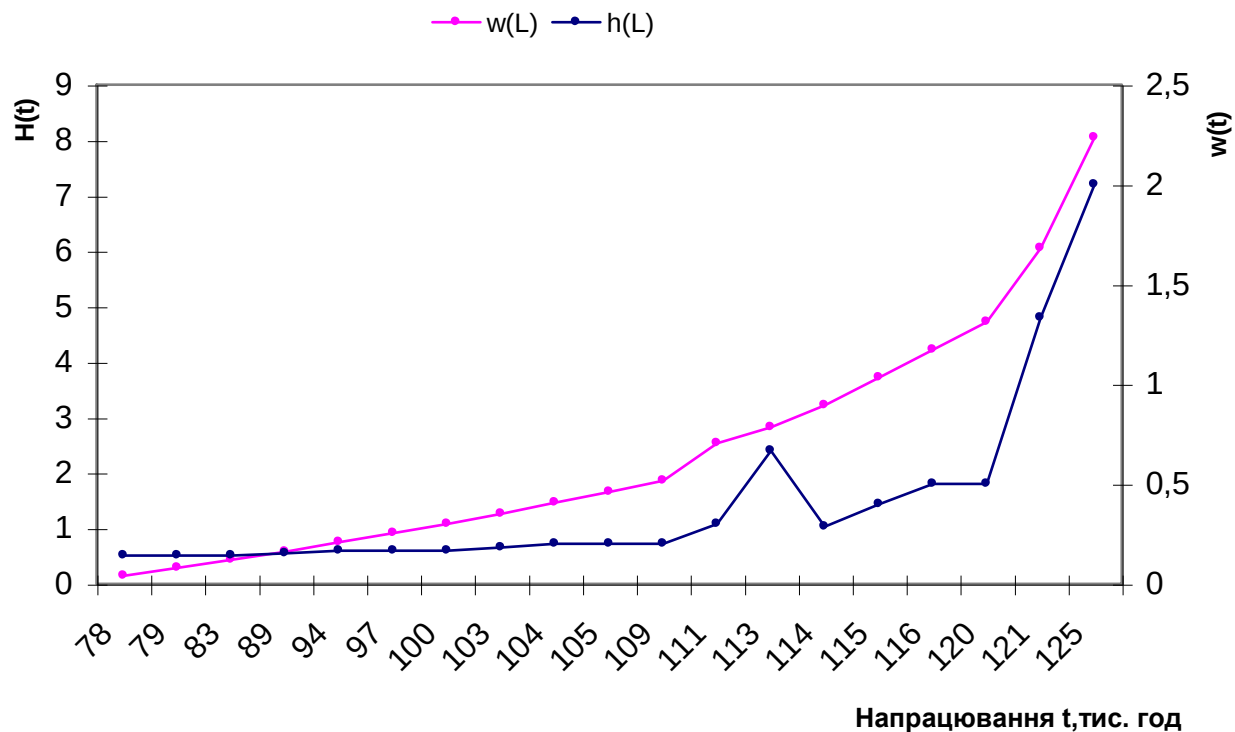


Рисунок Б.3 - Залежність середньої кількості відмов та параметру потоку відмов дизеля від напрацювання

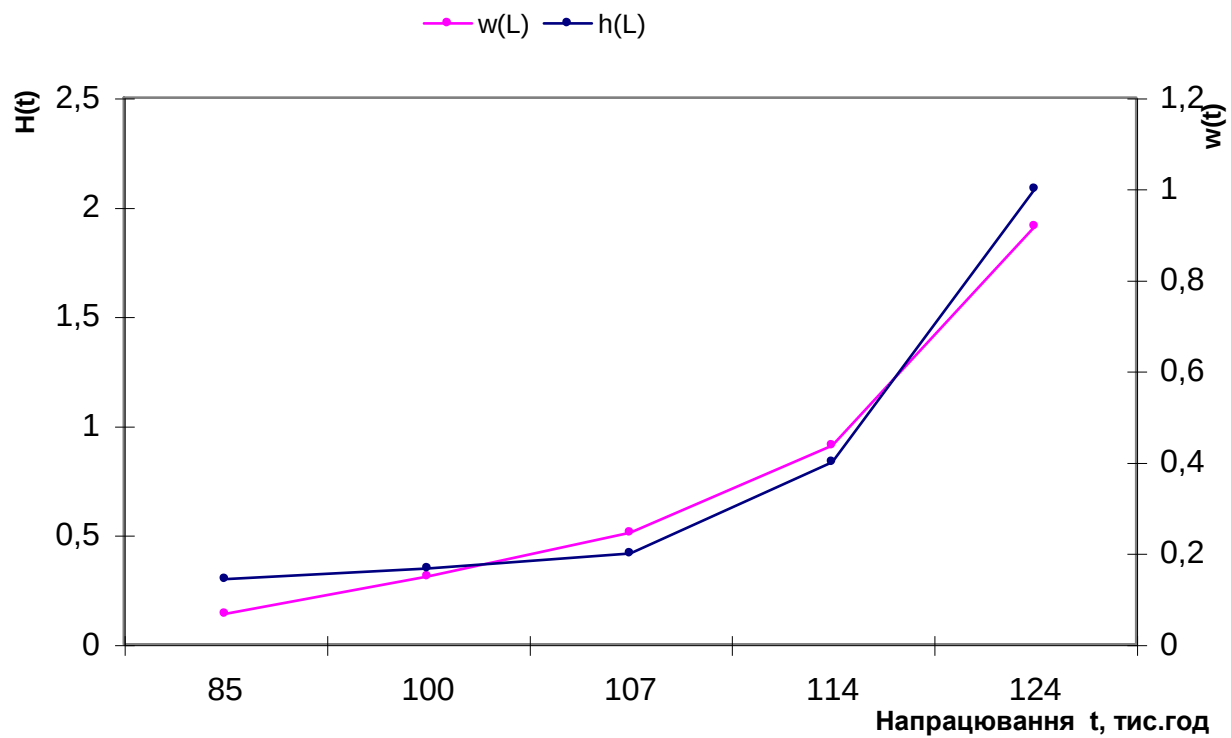


Рисунок Б.4 - Залежність середньої кількості відмов та параметру потоку відмов механічного обладнання від напрацювання