

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Львівський інститут
(назва факультету)

Рухомий склад залізниць і колія
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
бакалавр
(ступінь вищої освіти)

на тему: «Підвищення ефективності експлуатації тепловозів М62 в умовах
локомотивного депо Ковель»
за освітньою програмою Локомотиви та локомотивне господарство
зі спеціальності: 273 "Залізничний транспорт"
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент

групи: ЛГ 18118


(підпис студента)

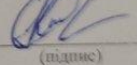
/ Дмитро ОЩАНОВСЬКИЙ /
(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:



(підпис)

/ доцент Володимир ДЖУС /
(посада, ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:


(підпис)

/ викладач Іван КРАВЕЦЬ /
(посада, ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає записаних
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

Lviv Institute

(faculty)

Railway Rolling Stock and Tracks

(department)

Explanatory Note

to Master's Thesis

Bachelor

(higher education degree)

on the topic: Improving the efficiency of operation of M62 locomotives in the
conditions of the Kovel locomotive depot

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: ЛІГ 18118

/ Dmytro OSHCHANOVSKYI /

(name, surname)

Scientific Supervisor:

/ docent Volodymyr DZHUS /

(position, name, surname)

Normative controller :

/ lecturer Ivan KRAVETS /

(position, name, surname)

Lviv – 2022

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО КОВЕЛЬ ТА АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ВИКОРИСТАННЯ ЛОКОМОТИВІВ.....	9
1.1 Історія депо і загальна його характеристика.....	9
1.2 Розробка напрямків підвищення надійності.....	12
1.3 Комплексна модернізація тепловоза М62.....	14
1.4 Підвищення надійності приводів допоміжного обладнання.....	18
1.5 Впровадження пункту безреостатної діагностики.....	21
2 АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ВИКОРИСТАННЯ ЛОКОМОТИВІВ.....	25
2.1 Статистичний аналіз показників надійності тепловозів.....	25
2.2 Розрахунок показників експлуатації локомотивів та пропозиції з їх удосконалення.....	29
3 ЕРГОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МАШИНІСТА ТЕПЛОВОЗА М62.....	33
3.1 Ергономічні вимоги.....	33
3.3 Ергономічні принципи формування робочих зон операторів.....	34
3.4 Забезпечення санітарних норм і ергономічних вимог в кабіні машиніста.....	36
3.5 Локомотивним бригадам – комфортні умови праці.....	40
3.6 Забезпечення санітарних норм та ергономічних вимог у кабіні машиніста.....	41
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	42
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	44
ДОДАТОК А.....	45
ДОДАТОК Б.....	46
ДОДАТОК В.....	47

0041.180557.01.ВКР.ПЗ

Зм	Арк	№ документа	Підпис	Дата	Літера	Аркуш	Аркуші
Розробив		ДОШАНОВСЬКИЙ		17.06			
Консульт							
Керівник		В ДЖУС		18.06			
Н. контр.		І КРАВЕЦЬ		18.06.22			
Зав. каф.		О БАЛЬ		18.06.22			

Підвищення ефективності
експлуатації тепловозів М62 в
умовах локомотивного депо
Ковель

ЛІ УДУНТ

**(ЗАВДАННЯ НА РОБОТУ (ОКРЕМИЙ ДОКУМЕНТ, ОДИН ЛИСТ З
ДВОХ СТОРІН ЗГІДНО ШАБЛОНУ)**

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра:

(рівень освіти)

47 с., 7 рис., 5 табл., 2 додатки, 13 джерел.

(нижче наведено приклад з Положення.., який потрібно модифікувати під свою тему)

Об'єкт розробки – надійність локомотивів депо, показників використання локомотивів та напрямки підвищення надійності тепловозів

Мета роботи – підвищення ефективності використання тепловозів М62 в умовах локомотивного депо Ковель шляхом підвищення надійності тепловозів.

Методи дослідження – проаналізовані показники, які характеризують надійність тепловозів, виявлено негативну тенденцію їх розвитку. Розглянуто основні показники надійності.

З метою підвищення ефективності експлуатації тепловозів запропоновано певні рішення: розглянуто можливість підвищення надійності приводів допоміжного обладнання і впровадження пункту безреостатної діагностики. Виконано статистичний аналіз показників надійності та використання локомотивів. В роботі проведено оцінку ергономічної ефективності роботи машиністів з конкретними нормами і прикладами.

Результати роботи можуть бути впроваджені у локомотивному депо.

Ключові слова: ТЕПЛОВОЗ, НАДІЙНІСТЬ, АНАЛІЗ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, ДІАГНОСТИКА, ЕРГОНОМІКА

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

ТРС.	тяговий рухомий склад
ОП	охорона праці
ПР	поточний ремонт
КР	капітальний ремонт
БМ	бортовий модуль

						Арк.
						7
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

ВСТУП

Однією з найважливіших ланок залізничного транспорту є локомотивне господарство. На його долю припадає 11,5% основних фондів і 40% експлуатаційних витрат залізниць. З усіх експлуатаційних витрат локомотивного господарства, 10% припадає на технічне обслуговування локомотивного парку. За строк служби локомотива витрати на ремонт в 10-12 разів перевищують його попередню вартість [1].

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 в будь-яких умовах експлуатації - при зростанні чи зменшенні вантажних потоків.

Розвиток локомотивобудування на Україні в даний момент обмежуються перш за все недостатчею матеріальних коштів на фінансування розробки нових типів локомотивів, будування та випробування нових зразків, а також відсутністю навичок побудови нових сучасних серій локомотивів, електро- та дизель- поїздів. Близько 70 % усіх локомотивів та моторвагонних поїздів уже вичерпали свій ресурс та продовжують працювати тільки тому, що їх нічим замінити.

В останні роки намітилась тенденція до деякого покращення ситуації. Укрзалізницею розроблена комплексна програма "Оновлення залізничного рухомого складу України на 2008-2020 роки", яка передбачає глибоке оновлення та модернізацію рухомого складу залізниць.

						Арк.
						8
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Важливе місце у підвищенні ефективності залізниць займають питання енергозбереження. Методи нормування витрати дизельного палива, на нашу думку, не відповідають вимогам сучасності.

Метою даного дипломного проекту є підвищення ефективності використання рухомого складу депо Ковель шляхом підвищення надійності тепловозів та зменшення витрати дизельного палива.

Для досягнення вказаної мети необхідно проаналізувати основні показники надійності та економічності локомотивів депо, запропонувати заходи з їх поліпшення та відповідні технічні рішення.

У «Вступі» кваліфікаційної роботи зазвичай наводять інформацію про сучасний стан проблеми, аналіз аналогів, ступінь розв'язання задач, технічні протиріччя, прогалини знань у даній галузі, нездійснені вимоги до виробів або розробок наукового, організаційного та іншого характеру, мету кваліфікаційної роботи тощо.

						Арк.
						9
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО КОВЕЛЬ ТА АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ВИКОРИСТАННЯ ЛОКОМОТИВІВ

1.1 Історія депо і загальна його характеристика

Локомотивне депо Ковель є одним з найстаріших залізничних підприємств міста Ковеля. Воно збудоване в 1873 році у зв'язку з відкриттям нової Києво-Брестської залізниці. На перших порах депо забезпечувало перевезення вантажних і пасажирських поїздів на трьох залізничних дільницях загальною протяжністю понад чотириста кілометрів.

Сьогодні депо забезпечує перевезення вантажних і пасажирських поїздів на семи дільницях загальною протяжністю більше тисячі кілометрів.

Для перевезень вантажних і пасажирських поїздів використовувався вид тяги - паровози серії "Д", на зміну яким йшли ТЗ, ТМ, З, Л, С, ПЗ6.

Починаючи з 1961 року в депо розпочався перехід на новий прогресивний вид тяги, традиційні паровози уступили місце тепловозам серії ТЗЗ, ТЗ7, а з 1965 року депо одержало свій приписний парк, тепловози серії М62.

З 2001 року з електрифікацією Ковельського вузла депо експлуатує новий вид тяги - електровози.

За свою, більш як столітню історію, підприємство пройшло славний шлях становлення і розвитку, має багаті революційні, бойові і трудові традиції.

Під час війни Ковельський вузол дощенту зруйнований. В 1945 році з попелу і руїн був побудований головний корпус депо, почали діяти ремонтні цехи. З тих пір підприємство постійно перебуває в динамічному розвитку, зміцнюється його матеріально-технічна база, розширюється потужність локомотивного парку.

В 70-х роках розпочалась реконструкція підприємства, перший етап якої був завершений в 1967 році. Виросли нові цехи підйимального і профілактичного ремонту тепловозів. У 80-х роках побудовано критий пункт технічного огляду тепловозів і дизель-поїздів.

Основне локомотивне депо Ковель є відокремленим структурним

						Арк.
						10
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

підрозділом РФ «Львівська залізниця».

Депо Ковель є одним з найбільших депо РФ «Львівська залізниця», яке крім вантажних і пасажирських перевезень, проводить всі види поточних ремонтів та технічних оглядів рухомого складу як власної приписки так і для інших локомотивних депо.

У загальну структуру депо входять:

- основне локомотивне депо Ковель;
- оборотне депо Ківерці;
- цех по обслуговуванню колії 750 мм на ст. Антонівка;
- пункт перестановки локомотивів на ст. Нові Кошари.

У локомотивному депо Ковель працює 896 чоловік, в тому числі: 196 - жінок, 330 - локомотивних бригад, 135 - слюсарів по ремонту рухомого складу, 60 - провідників.

Приписний парк тягового рухомого складу складає - 84 одиниці. Структура приписного парку депо наведена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Приписний парк ТРС локомотивного депо Ковель

Вид рухомого складу	Серія	Кількість
Тепловози колії 1520 мм	2М62	28
	2М62У	21
	М62	9
	ЧМ33	14
	ДПЛ1	3
Тепловози колії 1435 мм	М62	3
Тепловози колії 750 мм	ТУ2	2
	ТУ7	2
Крани на залізничному ходу	КЖДЕ-16	2
	КДЕ-163	3

Потужність виробничих приміщень для виробництва поточного ремонту ПР-3, ПР-2 складає шість секцій в місяць. 06.09.2007 згідно графіка головного управління локомотивного господарства ЦТ депо атестовано на право виконання ремонту тепловозів серії М62 всіх індексів у обсязі поточного

						Арк.
						11
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

ремонту ПР-3.

Депо обслуговує усі не електрифіковані напрямки, що прилягають до міста Ковель, а також експлуатує усі маневрові локомотиви, що працюють на станціях Ковельського вузла, прилеглих станціях і прикордонних переходах. Локомотивні бригади ТЧ-7 обслуговують пасажирські поїзди з електровозною тягою на плечі Ковель - Здолбунів - Шепетівка.

Основні параметри локомотивного депо наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Основні параметри локомотивного депо Ковель

Характеристика депо	Одиниця виміру	Значення
Площа тягової території	м ²	74530
у т.ч. - забудовна	м ²	12025
Загальна корисна довжина колій		6085
у т.ч. на тяговій території	м	5553
у спорудах депо		532
Загальна корисна площа цехів		12025
у т.ч. стійлової частини		4655
майстерень та підсобних цехів	м ²	4693
службово-побутових приміщень		2677
Загальна кількість стійл	од.	14

Оборотне депо Ківерці є експлуатаційним, де проводиться технічне обслуговування маневрових тепловозів та їх екіпіровка.

Депо обслуговує наступні тягові плечі:

Ковель - Сарни - Коростень - 297 км.

Ковель - Здолбунів - Шепетівка - 218 км .

Ковель - Рівне - Здолбунів - 148 км.

Антонівка - Зарічне - 106 км.

Ковель - Луцьк - 84 км.

Ковель- Ізов - Хрубешов (Республіка Польша) - 83 км.

Ковель - Ягодин - Дорогуск (Республіка Польша) - 67 км.

Ковель - Заболоття - 57 км.

						Арк.
						12
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Ковель - Камінь-Каширський - 53 км.

1.2 Розробка напрямків підвищення надійності

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 ТРС. деяких серій. Крім того, перевантаження ТРС., що необгрунтовано допускаються в експлуатації, також знижують його надійність. Тому, щоб ТРС. не виявився практично неприцездатним 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 обгрунтованих нормативів на технологію і матеріали. Здійснення цих заходів залежить перш за все від заводів - виготівників ТРС. При цьому розробка таких нормативів і стандартів повинна бути заснована не на рівні виробництва, що існує на підприємстві, а на показниках надійності кращих зразків ТРС, досягнутих у нас і за кордоном.

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

Надійність ТРС. залежить також від умов експлуатації, режимів руху поїздів, якості технічного обслуговування і ремонту. Необгрунтоване прагнення пе-ренавантажувати 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

						Арк.
						13
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

заходів в процесі проектування, виготовлення і експлуатації локомотивів.

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 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

						Арк.
						14
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

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.

Надійність електричного і електронного устаткування локомотивів в експлуатації істотно залежить від температурного режиму. Збільшення складності і прагнення до зменшення масо-габаритних показників пристроїв електроустаткування приводить до концентрації високих температур. Тому при розрахунку надійності і виготовленні таких пристроїв серйозна увага повинна бути приділена відведенню тепла і попередженню появ шкідливих наслідків нагріву. Крім теплового чинника, в умовах експлуатації має великий вплив на надійність локомотивів і інший чинник - механічні навантаження, обумовлені ударами і вібраціями. Попередження наслідків цих двох чинників складає основу заходів щодо підвищення надійності локомотивів.

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 [3].

1.3 Комплексна модернізація тепловоза М62

Інвентарний парк локомотивного депо Ковель складають тепловози серії М62, які у більшості уже відпрацювали свій ресурс або наближаються до граничного терміну експлуатації. У зв'язку з цим виникла необхідність модернізації вказаних тепловозів. Підставою для модернізації є комплексна програма оновлення залізничного рухомого складу України на 2008-2020 роки та план капітальних інвестицій Укрзалізниці. У 2010 році Укрзалізницею були затверджені технічні вимоги до модернізації магістрального тепловоза серії 2М62У (2М62) силовою установкою [4]. Параметри, які закладені у даних технічних вимогах, наведені у таблиці 2.1.

Обладнання тепловоза по стійкості до механічних зовнішніх факторів

						Арк.
						15
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

впливу повинно відповідати вимогам експлуатації за ГОСТ 17516.1. Показники надійності повинні відповідати ГОСТ 27.002 та ГОСТ 27.003, ДСТУ 2860-94.

Таблиця 1.3 - Технічні вимоги до модернізації тепловозів 2М62[5].

Параметр	Значення
Потужність, кВт	4200
Службова маса, т	2x126±3%
Статичне навантаження від колісної пари на рейки, кН	206
Сила тяги при тривалому режимі, кН	2x126
Конструкційна швидкість, км/год	100
Швидкість тривалого режиму, км/год	20,9
Г абарит	02ВМ
Ширина колії	1520
Діаметр коліс по колу кочення	1050
Осьова формула	2(30-30)
Мінімальний радіус кривої, м	125
Температурні умови навколишнього середовища	від +40 °С до -40 °С
Тип передачі	Електрична, змінно-постійного струму
Запас палива, кг	6300
Тяговий генератор	синхронний
Тяговий електродвигун	ЕД-118
Тип гальма	Колодковий та електродинамічний
Середнє напрацювання на відмову, год	1000
Питома ефективна витрата палива при повній потужності, г/кВт год	196
Довжина секції по осях автозчепів, мм	17400
Ширина кузова, мм	2950
Максимальна висота	4615
Шкворнева база секції	8600

Тепловоз повинен бути обладнаний 12..16 циліндровим дизелем з газотурбінним наддувом і охолодженням наддувочного повітря. Дизель повинен бути обладнаний електронним регулятором частоти обертів, регістратором мотого- дин, забезпечувати надійний запуск при температурі охолоджуючої рідини, масла та палива не нижче 10 °С. Повинен бути передбачений обігрів систем дизеля від автономного джерела живлення напругою 220 або 380 В.

Управління тепловозом повинно бути максимально автоматизованим з використанням мікропроцесорної техніки. Система керування повинна бути з системами: захисту у випадку аварійних режимів, діагностування та попереджувальної сигналізації.

Метою модернізації є підвищення надійності силової установки, допоміжного обладнання та тепловоза в цілому, скорочення у декілька раз поточних експлуатаційних витрат на обслуговування та ремонт, зниження витрати палива до 30.. .40% і масла до 50.. .60%, продовження терміну служби тепловоза на 15.. .20 років, покращення контролю за рахунок встановлення нової мікропроцесорної системи діагностування.

Модернізація магістрального тепловоза включає встановлення сучасного 4-хтактного дизеля, нової двоступеневої системи повітреочищення, нового глушника, електронної системи регулювання дизеля та тяги тепловоза, нового генератора змінного струму з випрямною установкою, модернізацію систем охолодження води, масла, палива та електричних систем і приводів допоміжних агрегатів тепловоза та кабіни машиніста.

У якості джерела енергії пропонується сучасний дизельний двигун CAT CAT 3512B HDSC з параметрами, які наведені у табл. 2.2. Двигун з'єднаний з безщит-ковим трифазним синхронним тяговим генератором типу DSG86 V1-4/AVKSEG. До виходу генератора приєднані шість трифазних випрямляча, кожен з яких подає напругу на один тяговий двигун. Тягові електричні двигуни залишені штатними - ЗД118А, але у них змінений клас ізоляції з Р на Н, що дозволило збільшити струм до 780 А, що, відповідно, дозволяє збільшити тягу

						Арк.
						17
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

на 20%.

Акумуляторні батареї установлені у перехідному тамбурі і розділені на дві частини: пускові, які забезпечують запуск дизеля і допоміжні, які забезпечують допоміжні потреби при заглушеному дизелі.

Тепловози 2М62, що модернізовані за даним проектом, надійшли у дослідну експлуатацію у локомотивне депо Ковель. Технічні рішення, які застосовані при модернізації, дозволяють значно підвищити надійність тепловоза в цілому та його складових частин. Але на нашу думку при модернізації тепловозів можна здійснити ще ряд заходів для збільшення надійності (підвищення надійності приводів допоміжного обладнання тощо). Але це може стати предметом дослідження наступних наукових робіт. Технічні характеристики дизеля CAT 3512B HDSC наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Технічні характеристики дизеля CAT 3512B HDSC

Параметр	Значення
Потужність, кВт	1700
Частота оборотів холостого ходу, об/хв	600
Номинальна частота оборотів, об/хв	1800
Діаметр циліндра, мм	170
Хід поршня, мм	190
Кількість циліндрів	12
Розміщення циліндрів	V - подібне
Питома ефективна витрата палива при номінальній потужності, г/кВтгод	198
Витрата палива на холостому ходу, кг/год	16
Питома ефективна витрата дизельного масла, г/кВтгод	0,7
Степінь стиснення	14
Об'єм циліндра, л	4,85

1.4 Підвищення надійності приводів допоміжного обладнання

З метою підвищення надійності тепловозів серії М62 нами пропонується

						Арк.
						18
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

удосконалити привід допоміжного обладнання вказаного тепловозу.

Як відомо, для приводу допоміжного обладнання тепловозів М62 (компресорів, вентиляторів, допоміжних електричних машин) застосовуються пружнімуфти з гумовими вставками, які працюють на стиск або зріз [5]. В процесі передачі крутного моменту між пружними елементами і боковинами металевих гнізд, в яких вони розміщуються, появляються зазори. Тому при наявності в системі моментів змінного знака робочі поверхні цих деталей піддаються швидкому зносу. Особливо інтенсивно зношуються пружні елементи і гнізда у діапазоні частот обертання 1500 - 3260 об/хв.

Щоб збільшити тривалість служби приводів, розроблена конструкція пружної муфти (рис. 1.1), де використовується гумокордова оболонка. У муфті відсутні зазори в ланцюзі передачі крутного моменту. Вона має ряд переваг перед існуючими, зокрема, більшу надійність, менші витрати на виготовлення, довговічність, простота виготовлення та ін.

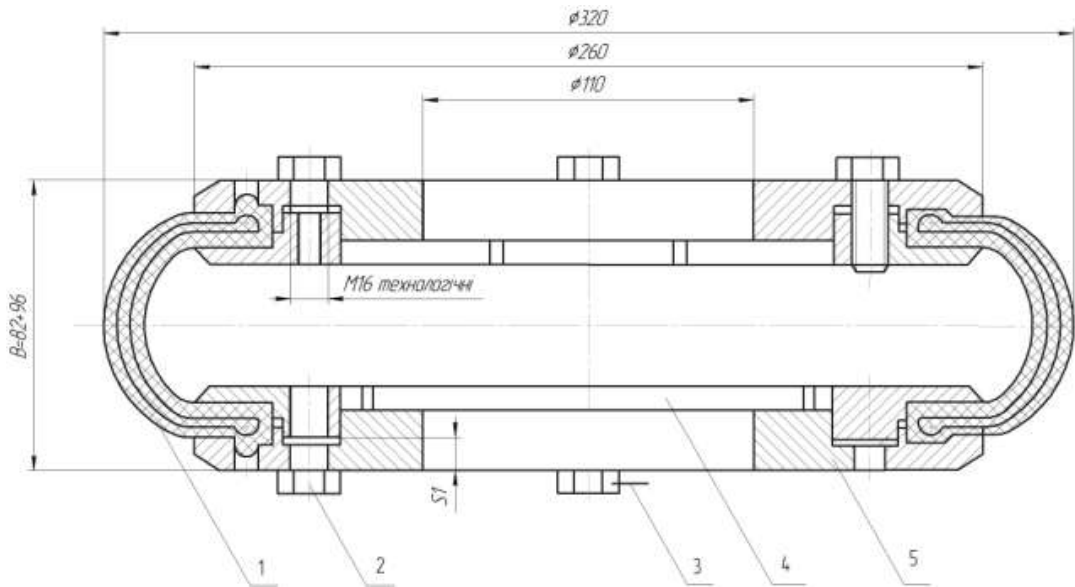


Рисунок 1.1 – Пружна муфта нової конструкції:

1 - гумокордова оболонка ЭМ320×80; 2 - болт, 3 - стопорний дріт, 4 - розрізний фланець; 5 - зовнішній фланець; S1 - розмір контролю деформації борту оболонки у фланцях; В - розрахунковий інсталяційний осьовий розмір; М16 - розмір для стяжки двома ехнологічними болтами в осьовому напрямку при установці муфти; А - розмір для становки штифтів.

Основний конструктивний вузол в муфтах з гумокордовими оболонками - вузол кріплення бортів оболонки у фланцях. Він повинен передавати потрібний номінальний крутний момент без прослизання бортів. Були прийняті наступні

						Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		19

конструкторські рішення, направлені на оптимізацію цього вузла:

- розрахували і прийняли найбільш прийнятний зовнішній розмір фланців;
- в місцях контакту зовнішніх фланців з потовщеною частиною борту визначили необхідну кількість наскрізних отворів з радіусом їх заокруглення з бо-ку контакту фланця, щоб оптимально розподілялися зусилля стиснення при деформації бортів у фланцях;
- вибрали варіант покриття поверхні фланців - фосфатування без промаслення;
- використали технічні характеристики гумокордової оболонки, які отримали експериментально, встановили величини деформації її бортів у фланцях.

Так, розрахункова деформація для муфти з гумокордовою оболонкою ЕМ320 складає 4,6 ... 5,3 мм від товщини 5 борту оболонки у вільному стані. При складанні величину деформації контролюють за розміром Н (див. рис. 1.1).

Стендові випробування показали стійку роботу муфт в діапазоні частоти обертання від 0 до 3260 об / хв. Передбачуваний дефект - відшарування протектора від каркаса для муфти з РКО 320x80 виконанням І не виявили. В статичному режимі і в режимі обертання підтвердилися розрахункові показники. Отримано додаткові технічні характеристики, необхідні для конструкторської розробки муфт з РКО. Експлуатаційні випробування муфт в приводах компресора підтвердили їх розрахункову надійність в роботі.

Муфта з гумокордовою оболонкою ЕМ320x80 охоплює весь швидкісний діапазон по частоті обертання у допоміжних приводах тепловоза М62. У зв'язку з її перевагою перед існуючими муфтами вона може бути єдиною для допоміжних приводів тЗа результатами досвідченого монтажу трьох муфт встановлена простота заміни штатних муфт, а також їх економічність. Відпрацьована конструкторсько технічна та експлуаційна документація, якою можна користуватися як у випадку заміни штатних муфт на тягових одиницях, так і при нових розробках.

Конструкція еластичної муфти, застосованої в механічному приводі між

						Арк.
						20
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

дизелем і заднім редуктором тепловоза типу М62, показана на рисунку 1.2. Конструкція вала з еластичними муфтами, розташованого між заднім редуктором і гідроприводом тепловозів типу М62, представлена на рисунку 1.3. На тепловозах М62 з дизелями 14Д40 і Д49 довжина валів з проставками відповідно - 1210 і 1287 мм.

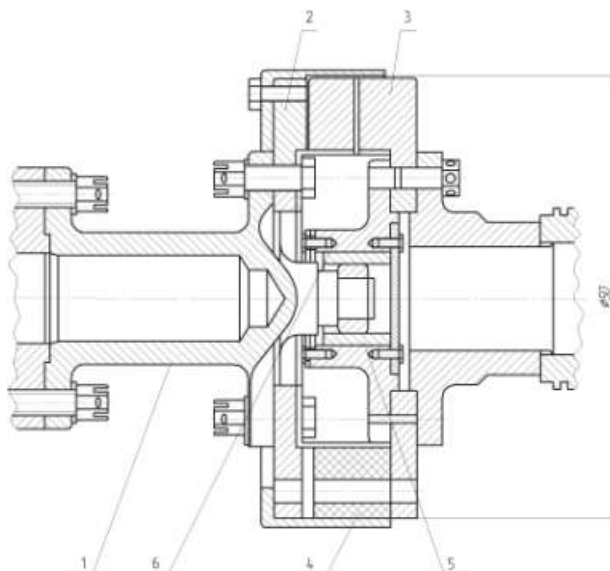


Рисунок 1.2 – Еластична муфта приводу заднього редуктора тепловозів М62:
1 - муфра; 2 – ведуча напівмуфта; 3 – ведена напівмуфта, 4 - амортизатор;
5 – змінна опорна втулка; 6 – змінне опорне кільце.

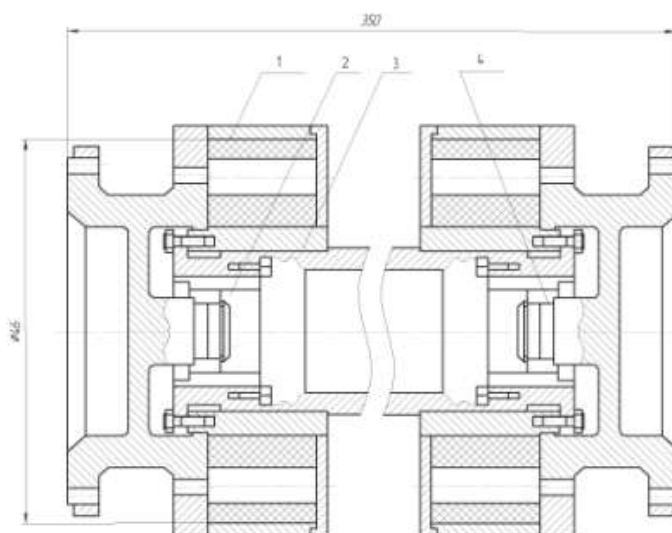


Рисунок 1.3 – Конструкція вала з еластичними муфтами до гідроприводу вентилятора тепловоза М62:
1 - амортизатор; 2-змінне (опорне) кільце; 3 - вал кільце; 4 – змінна (опорна) втулка.

На тепловозах М62 вал можна монтувати не тільки до гідроприводу, але і до компресора без будь-яких конструкторських переробок. Необхідно буде лише

						Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		21

виготовити фланці для компресора і генератора. Еластична муфта, що встановлюється між дизелем і переднім редуктором на тепловозах типу М62, представлена на рисунку 1.4. По конструкції муфта відповідає муфті приводу заднього редуктора і відрізняється лише відсутністю опорної частини і полого валу.

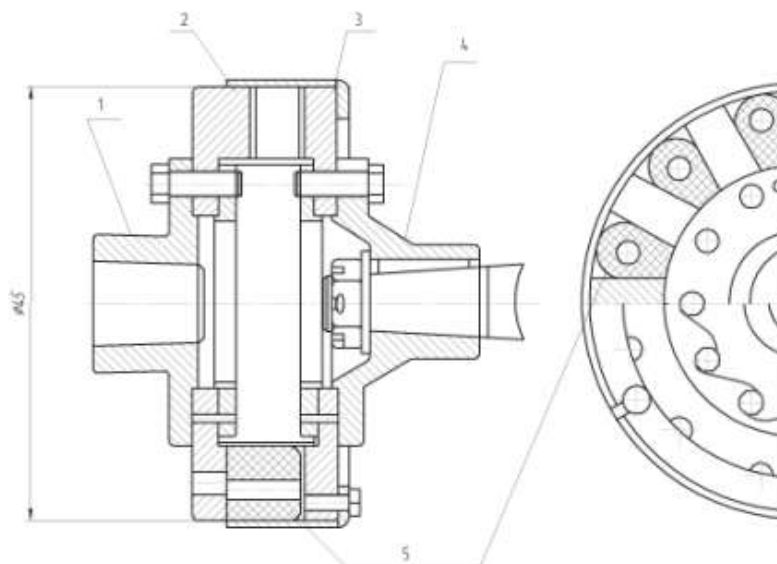


Рисунок 1.4 - Еластична муфта переднього редуктора тепловозів типу М62:

1 – фланець переднього редуктора; 2 - напівмуфта; 3 – напівмуфта; 4 - фланець дизеля; 5 – амортизатор

1.5 Впровадження пункту безреостатної діагностики

З метою підвищення надійності тепловозів локомотивного депо Ковель нами пропонується ввести технічне обслуговування ТО-6 для безреостатного діагностування вузлів, агрегатів і систем тепловозів шляхом створення пункту діагностики.

При створенні пункту діагностики закладені наступні передумови його функціонування:

- неухильне виконання вимог Правил технічної експлуатації залізниць України, Правил ремонту відповідних серій локомотивів, Правил технічного обслуговування локомотивів в експлуатації;
- посильні для депо первинні фінансові витрати;
- використання рекомендованих Укрзалізницею, службою локомотивного господарства та науковими організаціями методів безреостатного

						Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		22

діагностування безпосередньо до і після ТО-3 і ПР-1;

– реалізація апробованих методів безреостатного діагностування на базі простих переносних і недорогих приладів;

– автономність пункту ТО-6 щодо пунктів реостатних випробувань, ТО-3 і ПР-1;

– можливість подальшого розвитку ТО-6 за рахунок розширення його площі і введення (при необхідності) дрібного ремонту і регулювань окремих вузлів тепловозів, наприклад, регулятора частоти, окремих електричних апаратів, САРТ, паливної апаратури;

– комплектація пункту ТО-6 різними допоміжними пристроями з складу устаткування, наявного в депо;

– виготовлення ряду діагностичних пристроїв безпосередньо в депо з їх подальшою метрологічною атестацією.

Для реалізації технології першого етапу ТО-6 в депо Ковель пропонується організувати пункт безреостатного діагностування, який, з метою забезпечення прямоточності проведення ремонту пропонується розмістити між залізничними коліями перед воротами цеху ТО-3 і ПР-1. Приміщення пункту розташовується на бетонній підставці з нього забезпечений вхід на два тепловози, що стоять на паралельних коліях. Діагностування вузлів секцій по черзі виконує один слюсар за участю чергового машиніста тепловоза. Пункт ТО-6 працює цілодобово.

У приміщенні пункту зберігаються діагностичні прилади і необхідні інструменти, знаходиться журнал для документування результатів діагностування.

Після ТО-3 і ПР-1 проводять повторне діагностування із записом даних в журналі книги ремонту форми ТУ-2.

Приміщення ТО-6 освітлюється і обігрівається від бортової мережі секції тепловоза, що діагностується. У приміщенні розташований перетворювач постійної напруги 75 В у змінне 220 В частотою 50 Гц.

Нами пропонується наступна технологія проведення ТО-6. Слюсар діагност вимірює переносними приладами в режимі холостого ходу на позиції

						Арк.
						23
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

контроллера ПК 15 наступні параметри:

- частоту обертання валів дизеля і головного вентилятора холодильника;
- статичний натиск охолоджуючого повітря для кожного тягового електродвигуна (ТЕД);
- розрідження і тиск в контрольних точках газоповітряного тракту дизеля і тиск в системі охолодження тягового генератора;
- рівні вібрацій в кабіні машиніста, турбокомпресорів, тягового генератора, відцентрового нагнітача, відцентрового фільтру;
- величини струмів і напруги системи збудження тягового генератора;
- нагрів вузлів, розташованих в кузові;
- покази штатних контрольних-вимірювальних приладів.

На нульовій позиції контроллера (ПК 0) штатними приладами вимірюють тиск масла в передньому або задньому розподільному редукторі і гідроприводі головного вентилятора. Також на ПК 0 контролюють рівні вібрацій різних вузлів, а також тиск стиснення в циліндрах дизеля. На ПК 9 вимірюють кут випередження подачі палива та інші параметри паливної апаратури.

Ці вимірювання при діагностуванні дають значну інформацію. Наприклад, за показами штатного кіловольметра в режимі холостого ходу на різних позиціях контроллера можна оцінити стан системи збудження і роботу (по каналу напруги) реле переходів РП1 - РП3.

Покази тахометра дають можливість виявити різні несправності вузлів дизель-генераторної установки. Порівняльний аналіз вимірювань манометрами дозволяє визначити дефекти, що зароджуються в масляній системі.

При загальмованому тепловозі на ПК 1 під навантаженням перевіряють розподіл стурму по колах ТЕД, коефіцієнти послаблення поля, роботу зрівнюючих з'єднань. На ПК 8 в режимі холостого ходу контролюють роботу кіл реле переходів, буксування і обриву полюсів. При непрацюючому дизелі перевіряють стан ізоляції між колами і на корпус.

Як вже вказувалося, на ПК 15 встановлюють рівні вібрацій і шуму в кабіні машиніста. Рівень вібрації для середньгеометричних частот 1/3 октавних полос

						Арк.
						24
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

оцінюється в інтервалі від 1 до 40 Гц (у вертикальному і горизонтальному напрямках).

Віброприскорення при випробуваннях вимірюють на одному з сидінь в кабіні машиніста з оператором масою 70...80 кг, який сидить на ньому. Віброперетворювачі кріплять на сталеву плиту діаметром 300 мм і завтовшки 5 мм, що поміщається між подушкою сидіння і оператором. Позиція сидячого оператора повинна бути вільною, спирає на підлокітники і спинку крісла машиніста.

Рівні шуму в кабінах машиніста тепловозів вимірюють в октавних смугах з середньгеометричними частотами від 31,5 до 8000 Гц на стандартній шкалі "А" звукового тиску. Рівень повинен бути в межах 69...99 дБА.

Для оцінки величин коефіцієнтів послаблення поля за результатами ручних вимірювань виконують додатковий розрахунок на ПЕОМ по спеціальному алгоритму.

						Арк.
						25
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

2 АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ВИКОРИСТАННЯ ЛОКОМОТИВІВ

2.1 Статистичний аналіз показників надійності тепловозів

Статистичний аналіз показників надійності тепловозів будемо проводити шляхом побудови часових рядів динаміки. Коротко розглянемо сутність цього методу. Метод полягає у побудові лінії тренду або, іншими словами, знаходження аналітичного виразу відомого вигляду, який би максимально наближав знайдену функцію до фактичних даних. Лінія тренда являє собою графічне вираження напрямку зміни ряду даних [2].

За вказаним методом проаналізовані основні показники, які характеризують надійність рухомого складу депо: простої у планових видах ремонту, кількість непланових ремонтів та простої у них, процент несправних локомотивів. Динаміка вказаних показників наведена у табл. 2.1. Рівняння ліній трендів та результати прогнозування зведені до таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 - Динаміка показників, що характеризують надійність рухомого складу депо

Показник	Нормативне значення	Фактичне значення по роках				
		2016	2017	2018	2019	2020
Простій у ПР-3, діб	20	24,30	30,40	19,80	20,30	46,27
Простій у ПР-1, год	48	38,90	40,30	53,80	61,60	74,67
Простій у ТО-3, год	16	20,40	23,50	32,40	45,10	44,68
Процент несправних локомотивів	7,5	7	6	10,5	15,5	12,7
Кількість непланових ремонтів	—	22	21	23	31	63
Простій на непланових ремонтах, год	—	813,9	1197,7	1074,7	1377,1	1190,4

Як видно з результатів аналізу, усі показники, що характеризують надійність рухомого складу, мають стійку негативну тенденцію. Не виконуються норми простоїв, зростає кількість непланових ремонтів та простої

у них. Коефіцієнт змішаної кореляції практично у всіх випадках є високим і показує, що лінія трендів показників добре описує їх фактичну динаміку.

Вказані тенденції розвитку показників вимагають негайного реагування.

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 ГОСТ 13377 - 75 «Надійність в техніці. Терміни і визначення». На базі цього ГОСТу розроблений і затверджений ОСТ24.040.03 - 79 «Тяговий рухомий склад залізничного транспорту. Надійність. Терміни і визначення».

На підставі цих державних стандартів 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 [3].

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

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. Проте властивість ремонтнопридатності не визначає

						Арк.
						27
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

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.

Збережуваністю 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 [3].

При справному стані локомотив відповідає всім вимогам ПТЕ. 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, перегоріла сигнальна лампа), істотне ж пошкодження є відмовою.

Наслідками відмов є: невиконання заданих показників по масі состава,

						Арк.
						28
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

швидкості, часу ходу, часу стоянок; відновлення на шляху прямування, 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.

При визначенні показників надійності виходять із закономірностей випадкового виникнення відмов. У основі цих закономірностей лежить характеристика потоку відмов. Вона вважається заданою, якщо відомий час і вірогідність виникнення кожної відмови.

Причиною відмови можуть бути недоліки проектування, конструкції, якості виготовлення, порушення правил обслуговування і ремонту, дія непередбачених розрахунком механічних і електричних навантажень, вплив кліматичних умов, природні процеси зношування устаткування і вузлів, а також старіння матеріалів [3].

2.2 Розрахунок показників експлуатації локомотивів та пропозиції з їх удосконалення.

Для розрахунку показників надійності широко використовують положення теорії ймовірностей і в першу чергу ті, що визначають ймовірність настання складних подій [3].

Оскільки прийнято, що потік відмов локомотива утворений подіями незалежними і без наслідків, то приведемо спочатку два положення теорії ймовірності, на підставі яких визначимо ймовірність настання таких складних

						Арк.
						29
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

подій, як суми і добутки вихідних подій. Заздалегідь дамо формулювання цих подій.

Для визначення кількісної оцінки надійності існуючого рухомого складу використовуємо встановлені наказом №337/Н пробіги між ремонтами. За середній час безвідривної роботи прийmemo час роботи між ремонтами з найбільшим об'ємом робіт. Для тепловозів в теперішній час встановлена норма пробігів для ПРЗ 350000 км, але начальником служби вона може бути збільшена на 20% і буде становити 420000 км.

Для визначення часу безвідмовної роботи слід вести диференціальну оцінку часу роботи в залежності від частки участі обладнання в роботі і від інтенсивності навантаження головних агрегатів тепловоза. При включенні допоміжних машин ймовірність виходу з ладу підвищується внаслідок збільшення числа працюючих елементів системи. При маневровому русі і виконанні резервних поїздок відбувається подальше збільшення ймовірності відмови зрахунок підключення агрегатів силового кола і апаратів управління тягою. Ймовірність появи відмови при нормальних умовах експлуатації буде збільшуватись при розгоні або веденні потягу нормальної ваги на розрахунковому підйомі ділянки.

На ділянці, яку ми розглядаємо середня технічна швидкість рівна 60 км/год, а коефіцієнт ділянкової швидкості рівний 0,9. тоді ділянкова швидкість визначається за формулою:

$$V_{dil} = \beta_{dil} + V_m, \quad (2.13)$$

де β_{dil} - коефіцієнт ділянкової швидкості;

V_m - технічна швидкість, км/год.

$$V_{dil} = 60 + 0,9 = 54 \text{ км / год.} \quad (2.14)$$

Час роботи тепловоза на ділянках при слідуванні з поїздами визначається за формулою:

						Арк.
						30
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$$T_{\text{дiл}} = \frac{T_{\text{вст}}}{V_{\text{дiл}}}, \quad (2.15)$$

де $T_{\text{вст}}$ - встановлена норма пробігу для ПР-3, км;

$V_{\text{дiл}}$ - ділянкова швидкість, км/год.

$$T_{\text{дiл}} = \frac{420000}{54} \approx 7778 \text{ год.}$$

Приймаємо, що час безвідмовної роботи $T_0 = T_{\text{дiл}} = 7778$ год.

Ймовірність безвідмовної роботи тепловоза описується експоненціальним законом. В нашому випадку:

$$P(t) = e^{-\frac{t}{T_0}}, \quad (2.16)$$

де $P(t)$ - ймовірність безвідмовної роботи.

$$P(t) = e^{-0,00013t}, \quad (2.17)$$

Слід мати на увазі, що при статистичному визначенні часу безвідмовної роботи ця величина являється випадковою і вимагає додаткових обчислень для визначення межів варіування.

Розраховуємо ймовірність виконання ремонту тепловоза в заданий час. При ремонті тягового рухомого складу, ця залежність виражається експонентною:

$$V(\tau) = 1 - e^{-\frac{\tau}{T_B}}, \quad (2.18)$$

де T_B - середній час відновлення, години.

$$V(\tau) = 1 - e^{-\frac{\tau}{100}} = 1 - e^{-0,01\tau}. \quad (2.19)$$

Ймовірність справного стану системи характеризує коефіцієнт готовності,

						Арк.
						31
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

які визначається за формулою:

$$K_2 = \frac{T_0}{T_0 + T_6}, \quad (2.20)$$

де T_0 - час безвідмовної роботи, години;

T_6 - середній час відновлення, години.

$$K_2 = \frac{7778}{7778 + 100} = 0,9873.$$

Ймовірність несправного стану системи, на цей момент рівна:

$$Q_0 = 1 - P_0, \quad (2.21)$$

де P_0 - ймовірність справного стану системи.

$$Q_0 = 1 - 0,9873 = 0,0127.$$

Розраховуємо ймовірність нормального функціонування тепловоза з врахуванням початкового стану і ймовірність відновлення несправностей за формулою:

$$P_{н.ф.}(t) = P_0 P(t) + (1 - P_0) V(\tau) P(t - \tau). \quad (2.22)$$

Час відновлення τ т риймемо рівним середньому часу відновлення $T_в$. Необхідні величини $P(t)$ і $V(\tau)$ обчислюємо за допомогою вище вказаних формул.

Час виконання пробігу між ПРЗ при нормі $B_{ПРЗ} = 350000$ км, $i = 6482$ год

Тоді:

$$P(t - \tau) = \frac{0,4306}{0,9873} = 0,436;$$

$$P_{н.ф.}(t) = 0,9873 \cdot 0,4306 + 0,0127 \cdot 0,436 \cdot 0,632 = 0,43.$$

						Арк.
						32
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Час виконання пробігу між ПРЗ при нормі $B_{ПРЗ} = 350000$ км, $i = 6482$ год.

$$P(t-\tau) = \frac{0,96}{0,9873} = 0,98;$$

$$P_{н.ф.}(t) = 0,9873 \cdot 0,96 + 0,0127 \cdot 0,98 \cdot 0,632 = 0,96.$$

З отриманих даних видно, що без профілактичних заходів за час виконання встановлених норм пробігів ймовірність безвідмовної роботи тепловоза виявляється недопустимо низькою. З цього випливає необхідність технічного обслуговування тягового рухомого складу в період між наступним ремонтом. При технічних і профілактичних оглядах відбувається відновлення надійності. Однак по мірі зростання часу роботи зростає знос деталей і вузлів тягового рухомого складу, який не може бути відновлений при технічному огляді і в цілому ймовірність безвідмовної роботи поступово знижується.

						Арк.
						33
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

3 ЕРГОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МАШІНІСТА ТЕПЛОВОЗА М62

3.1 Ергономічні вимоги

Ергономічні вимоги визначають ефективність трудової діяльності людини, його функціональний стан і збереження здоров'я. Ергономічні вимоги виходять з оцінок і аналізу процесу трудової діяльності працівників освітніх установ. Під час трудової діяльності у людини активізуються різні фізіологічні системи: при розумовій праці - різні відділи центральної нервової системи (перш за все кора головного мозку), в яких зростає кровотік і споживання кисню; зі збільшенням ступеня розумового або нервово-емоційної напруги істотно активізується діяльність симпатoadреналової системи, спостерігається збільшення частоти пульсу, підвищення артеріального тиску, зростає інтенсивність обмінних процесів; при виконанні робіт зі значним зоровим напруженням активізуються м'язи, що забезпечують акомодацию і ковергенцію очей, а також світлочутлива система очей; при фізичному труде- м'язова система і системи кровообігу і дихання; зі збільшенням інтенсивності фізичної роботи значно зростає рівень обмінних процесів і кількість споживаного в хвилину кисню, хвилинний обсяг і частота дихання, число серцевих скорочень [11].

Трудову діяльність людини оцінюють виходячи з комплексних критеріїв, використовують показники важкості та напруженості трудового процесу. Критерієм оцінки працездатності є кількість (інтенсивність і тривалість) виконуваної роботи, доступне для даної особи. Професійну працездатність оцінюють зазвичай за кількістю і якістю виконаної роботи, враховуючи ступінь зниження працездатності після закінчення роботи і тривалість відпочинку, необхідного для відновлення працездатності.

Втома може накопичуватися. Основною ознакою перевтоми слід вважати дуже швидка поява в перші 1-2 години роботи симптомів зниження функціональних можливостей. Серед заходів з профілактики перевтоми

						Арк.
						34
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

працівників при різних видах трудової діяльності застосовують: правильний режим праці і відпочинку (раціональне чергування роботи і відпочинку, що передбачає їх оптимальну тривалість, зміст і порядок проходження, що слід відображати в інструкціях з охорони праці); ергономічні заходи по раціоналізації трудового процесу і організації робочого місця; дотримання вимог технічної естетики оформлення приміщень, використання ергономічних меблів і ін. Ергономічна оцінка організації робочих місць повинна здійснюватися відповідно до таких основних діючих стандартів: В цілому дотримання вимог ергономіки забезпечує безпеку праці, зручну робочу позу, зменшення статичних і динамічних напружень м'язів, фізіологічно раціональні робочі рухи, оптимальні величини навантаження на організм, зниження напруги зору і болю в хребті, позитивний емоційний фон, зниження стресу і занепокоєння, поліпшення соціального клімату, задоволеність роботою і робочим місцем, зниження захворюваності та нещасних випадків.

3.3 Ергономічні принципи формування робочих зон операторів

Максимальна ефективність при використанні технічних пристроїв може бути досягнута тільки при дотриманні оптимальних співвідношень між технічними характеристиками верстата і психофізіологічних можливостей людини.

Ергономічна оцінка систем "людина - машина - середовище" дозволяє прогнозувати поведінку цих систем, а також вжити заходів для максимального підвищення ефективності їх роботи.

Ергономічну оцінку рекомендується проводити в наступній послідовності:

- оцінка організації робочого місця відповідно за антропометричними характеристиками операторів;
- оцінка засобів відображення інформації з точки зору можливостей людини до сприйняття інформації;
- оцінка органів управління з точки зору відповідності їх ергономічним вимогам і надійності функціонування систем "людина-машина";

						Арк.
						35
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

- оцінка відповідності компонування засобів відображення інформації і органів управління ергономічним вимогам;
- оцінка робочого місця з урахуванням впливу факторів виробничого середовища на людину;
- оцінка естетичного вигляду;
- оцінка впливу навколишнього середовища.

При оцінці засобів відображення інформації слід пам'ятати, що один з найважливіших етапів діяльності оператора - прийом і переробка інформації. У зв'язку з цим високі вимоги пред'являються до конструкції різних індикаторних пристроїв, розміщених на панелях і пультах управління.

Засоби відображення інформації використовують для однієї або декількох цілей: зчитування кількісних і якісних показників, контрольне зчитування показників, установка регульованого параметра

При оцінці органів управління необхідно враховувати ряд факторів, що впливають на швидкість і точність виконання операцій: розмір, форми, колір, напрямок і амплітуду руху, опору, частоту використання, відношення величини переміщення органу управління до величини переміщення покажчика індикатора.

Оцінка компонування засобів відображення інформації і органів управління

Ефективність діяльності оператора залежить не тільки від відповідності засобів відображення інформації і органів управління можливостям оператора з огляду, зчитування інформації та здійснення керуючих впливів, а й від того, як вони розташовані на робочому місці.

Розташування приладів повинно відповідати вимогам максимальної надійності отримання інформації та зручності роботи оператора.

При компонуванні засобів відображення інформації і органів управління на робочому місці необхідно враховувати наступні вимоги. Органи управління і функціонально пов'язані з ними засоби відображення інформації розташовують поблизу один від одного функціональними групами таким чином, щоб органи управління або рука оператора при маніпуляції не закривали індикатор. Органи

						Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		36

управління повинні розташовуватися відповідно до послідовності дій, які виконуються оператором.

При проведенні оцінки робочого місця необхідно вказати, які несприятливі фактори можуть зустрічатися на робочому місці і проаналізувати їх. Оцінка умов праці дається на підставі зіставлення фактичних характеристик виробничого середовища з існуючими нормами ДСН 3.3.6.042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень". Необхідно також вказати заходи щодо усунення шкідливого впливу умов виробничого середовища.

3.4 Забезпечення санітарних норм і ергономічних вимог в кабіні машиніста

Науково-дослідним інститутом залізничної гігієни розроблені санітарні норми і ергономічні вимоги до проектування кабін тягового рухомого складу. Локомотивна бригада повинна бути надійно захищена від впливу зовнішнього середовища, шуму і вібрацій, створюваних устаткуванням (шум працюючих вентиляторів, компресорів, перетворювачів, розщеплювачів фаз) і екіпажної частиною локомотива. Ці зовнішні впливи викликають підвищену стомлюваність локомотивної бригади, що істотно впливає на безпеку руху. Тому в кабіні необхідно створити комфортний мікроклімат для тривалої роботи локомотивної бригади. Інтер'єр кабіни повинен надавати заспокійливу дію на локомотивну бригаду і мати мінімальну кількість виступаючих граней і кутів для виключення травм. Обсяг незаповненого обладнанням простору кабіни повинен бути не менше 10 м³.

В даний час кабіни для локомотивної бригади знову виготовленого тягового рухомого складу (ТРС) уніфіковані. Загальна інформаційна шина об'єднує конструкцію кабіни і пульта управління з усіма сучасними приладами і системами, які забезпечують безпеку руху поїзда, економію енергоресурсів, діагностику технічного стану ТРС, реєстрацію показників руху і технічного стану. Завдяки цьому зменшується кількість органів індикації і управління, знижується психологічне навантаження на машиніста і, таким чином, підвищуються комфортні умови для локомотивної бригади.

						Арк.
						37
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Сучасний пульт управління (рис. 3.1) відповідає вимогам ергономіки, тобто забезпечує необхідні кути огляду сигналів і шляхи, контактного проводу та смуги відведення, зручності управління в положенні сидячи і стоячи, природну посадку, і розташування рук і ніг машиніста, вільний при необхідності покидання робочого місця (рис. 3.1). Наприклад, на модернізованих локомотивах кабіна обладнана уніфікованими кріслами згідно вимог ГОСТ 20062 - 96 у виконанні УЗ по ГОСТ 15150 - 69[12].

Крісло обертається навколо своєї осі, переміщається в горизонтальній і вертикальній площині. Підвіска крісла, положення сидіння і спинки крісла, положення і кут нахилу підлокітників регулюються. Крісло забезпечує зручну посадку машиніста при роботі сидячи, швидкий відхід з робочого місця і не заважає роботі стоячи.

Робоче місце машиніста, а саме його організація зображена на рисунку. 3.1.

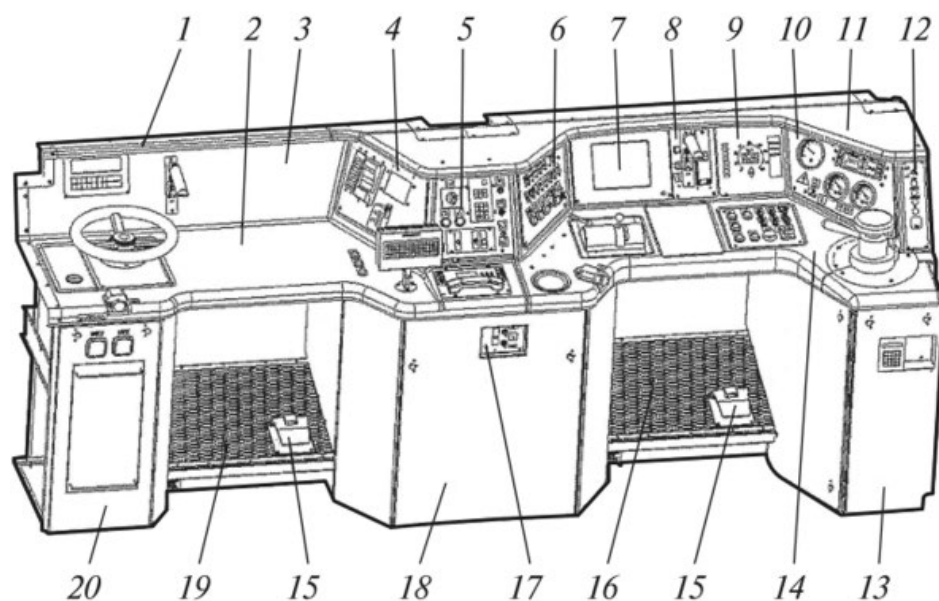


Рисунок 3.1 – Сучасний пульт управління:

1 кришка ліва; 2 панель контролю управління помічника машиніста (КУ-П); 3 - 10 – панелі управління; 11 - кришка права; 12- панель ; 13- тумба права; 14- панель контролю управління машиніста (КУ); 15- педаль тифона; 16- підніжка машиніста; 17 - панель включення управління ВУ; 18 - тумба середня; 19 - підніжка помічника машиніста; 20 тумба ліва.

Організацію робочого місця машиніста зі значеннями наведено на рисунку 3.2.

						Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		38

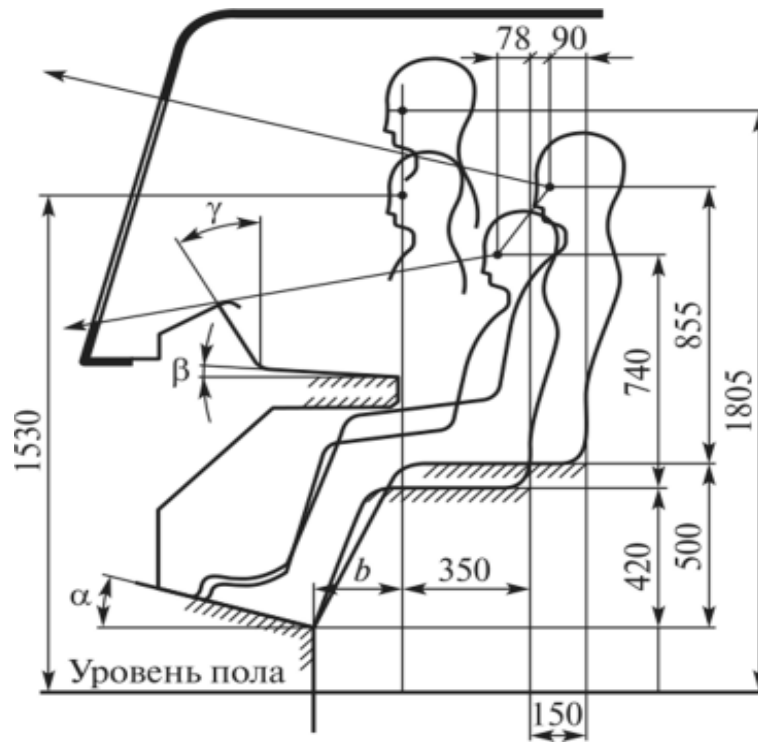


Рисунок 3.2 – Організація робочого місця машиніста: $a = 150\text{—}250$ мм; $b = 110\text{—}150$ мм; $\alpha = 15\text{--}25^\circ$; $\beta = 10^\circ$; $\gamma = 60\text{--}70$

Всі необхідні органи управління (ОУ) і засоби відображення інформації (ЗВІ) вписані безпосередньо в пульт управління. Для кращого сприйняття інформації машиністом ТРС весь пульт управління умовно розбитий на зони.

Кабіна машиніста повинна бути розташована на локомотиві таким чином, щоб машиністу та його помічнику в положеннях сидячи та стоячи забезпечувалася з неї видимість шляху прямування, підлогових сигналів, контактного проводу, а також, при виконанні маневрової роботи, у положенні стоячи - вагонів при під'їзді до складу та робочої зони персоналу, що бере участь у маневрах. Відстань від передньої грані головки автозчеплення маневрових локомотивів до початку прямолінійної ділянки, на якій локомотивна бригада, в положенні висунувшись з бокового вікна на 150 мм (від зовнішньої поверхні скла до сагітальної площини голови на рівні очей) бачить вперед найбільш віддалена від себе рейка, не повинна перевищувати 45 м. Всі необхідні органи управління (ОУ) і засоби відображення інформації (ЗВІ)

вписані безпосередньо в пульт управління. Для кращого сприйняття інформації машиністом ТРС весь пульт управління умовно розбитий на зони.

Кабіна управління тепловоза (рис. 3.3) повинна мати:

- пульт управління з розміщенням органів управління у робочій зоні машиніста;
- крісла машиніста та помічника машиніста покращеної конструкції з урахуванням специфіки роботи;
- радіозв'язок та комплекс фіксації параметрів руху;
- систему звукових сигналів великого та малого звучання;
- вентиляційно – опалювальну установку та кондиціонер;
- холодильник та плиту для підігріву їжі;
- монітор діагностики.



Рисунок 3.3 – Кабіна управління модернізованого тепловоза 2М62

Ергономіка та обладнання робочих місць має відповідати вимогам ГОСТ 12.2.056 та сучасним розробкам дизайну. [13].

У кабіні машиніста забезпечена гарна шумоізоляція та теплоізоляція. Підлога кабіни машиніста виконана знімними, окремими щитками для обслуговування трубопроводів та обладнання, що розташовані під ним. Підлоги під пультом та столиком незнімні.

У кабіні розміщено найнеобхідніше обладнання для керування тепловозом та поїздом, а також для створення комфортних умов локомотивній бригаді. Для

						Арк.
						40
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

управління встановлені пульт управління з необхідними органами управління та контрольними приладами, КЛУБ-У, кран машиніста та інше обладнання. Для створення комфортних умов роботи бригади встановлено опалювально-вентиляційний агрегат, кондиціонер, побутовий холодильник, електрична плита, на панелі приладів є розетка для включення електропобутових приладів та інше обладнання.

На вимогу безпеки праці для тепловозів середня температура повітря в кабіні машиніста при закритих вікнах та двері в осінній, зимовий та весняний періоди повинна бути не нижче 20°C, при цьому різниця температур повітря на висотах 15 та 150 мм від підлоги не більше 5°C . крім того вентиляція повинна обмежити вміст шкідливих речовин у повітрі кабіни та забезпечити подачу не менше 100 м³/год зовнішнього повітря.

3.5 Локомотивним бригадам – комфортні умови праці

Робота локомотивних бригад характеризується специфічним режимом праці та відпочинку. Тривале перебування на локомотиві, постійний аналіз потоку інформації та обмежена рухливість пов'язані з впливом таких факторів, як шум, вібрація, підвищена або знижена температура, електромагнітні хвилі та інше, що може спричинити перевтому. Основна функція машиніста - здійснювати безпечне керування рухомим складом, контролюючи його технічний стан та поїздну обстановку. У процесі роботи машиніст постійно обробляє два потоки інформації: від інфраструктурного середовища та панелі управління локомотива, що тягне за собою велике навантаження на зір і слух. Крім того, функції управління характеризуються відносно низькою руховою активністю, вони не вимагають високої точності та швидкості виконання. Необхідність швидкого прийняття рішень різко зростає у разі ризику зіткнення (наприклад, несподівана поява перешкод на шляху або в габаритах наближення будівель), під час виконання нічних рейсів або за поганих погодних умов. Зазначені ситуації вимагають від машиніста можливості правильно оцінювати ситуацію та реагувати на неї. На ці здібності впливають умови, в яких він працює – рівень комфортності, що забезпечується конструкцією кабіни машиніста.

Кузови тягового рухомого складу виконують капотного чи вагонного типу.

						Арк.
						41
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Капотний тип широко застосовують на маневрових локомотивах з розташуванням кабіни машиніста як у середині, і одному кінці кузова. У локомотивах капотного типу робоче місце машиніста повинне обладнатися на двох робочих постах, розміщених діагонально в кабіні з правого боку по ходу руху. На магістральних локомотивах застосовується вагонний тип із двома кабінами, розташованими на кінці кузова, а на двосекційних - з однією кабіною. На електропоїздах кабіни машиніста є лише на головних вагонах.

3.6 Забезпечення санітарних норм та ергономічних вимог у кабіні машиніста

Науково-дослідним інститутом залізничної гігієни розроблено санітарні норми та ергономічні вимоги до проектування кабін тягового рухомого складу. Локомотивна бригада повинна бути надійно захищена від впливу зовнішнього середовища, шуму та вібрацій, створюваних обладнанням (шум працюючих вентиляторів, компресорів, перетворювачів, розщеплювачів фаз) та екіпажною частиною локомотива. Ці зовнішні дії викликають підвищену стомлюваність локомотивної бригади, що суттєво впливає на безпеку руху. Тому в кабіні необхідно створити комфортний мікроклімат для тривалої роботи локомотивної бригади. Інтер'єр кабіни повинен надавати заспокійливий вплив на локомотивну бригаду і мати мінімальну кількість граней і кутів, що виступають, для виключення травм. Об'єм незаповненого обладнанням простору кабіни має бути не менше ніж 10 м³. Цей об'єм може бути зменшений при обладнанні кабіни системою кондиціонування або примусовою вентиляцією з подачею зовнішнього повітря, що підігрілося, не менше 30 м³/год на одну людину.

В даний час кабіни для локомотивної бригади тягового рухомого складу (ТПС), що знову виготовляється, уніфіковані. Загальна інформаційна шина поєднує конструкцію кабіни та пульта управління з усіма сучасними приладами та системами, що забезпечують безпеку руху поїзда, економію енергоресурсів, діагностику технічного стану ТПС, реєстрацію показників руху та технічного стану. Завдяки цьому зменшується кількість органів індикації та управління, знижується психологічне навантаження на машиніста і таким чином підвищуються комфортні умови для локомотивної бригади.

						Арк.
						42
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У роботі запропоновані заходи з підвищення надійності та економічності тепловозів депо Ковель, тобто поставлена мета виконана. Розроблено напрямки підвищення надійності і запропоновано напрямки проведення модернізації тепловозів М62. Окремо розглянуто і запропоновано підхід до підвищення надійності приводів допоміжного обладнання. Запропоновано впровадити пункт безреостатної діагностики

Проведено розрахунок показників надійності: ймовірність настання відмови, ймовірність безвідмовної роботи, коефіцієнт готовності. Розрахунок показав, що без профілактичних заходів за час виконання встановлених норм пробігів ймовірність безвідмовної роботи тепловоза виявляється недопустимо низькою.

З метою підвищення надійності тепловозів 2М62, які складають інвентарний парк депо, Укрзалізницею були затверджені технічні вимоги до модернізації магістрального тепловоза серії 2М62У (2М62) силовою установкою. Відповідно до цих вимог ЗАТ «Вільнюське локомотиворемонтне депо» було надано технічні пропозиції по модернізації тепловоза 2М62 та виготовило партію модернізованих тепловозів, які надійшли у локомотивне депо Ковель. Тепловози мають ряд технічних рішень, які значно підвищують їх надійність, але проаналізувавши конструкцію вказаних тепловозів нами запропоновано додаткові заходи. Це підвищення надійності приводів допоміжного обладнання шляхом встановлення пружних муфт удосконаленої конструкції,. Запропоновано також організувати у депо пункт без реостатної діагностики, розмістивши його у зручному з технічної точки зору, місці тягової території, використавши наявне приміщення.

У рамках роботи проаналізовано експлуатаційну роботу, та рівень надійності локомотивів у локомотивному депо Ковель і на Укрзалізниці в цілому. За вказаним порядком встановлена норма витрати дизельного палива для ділянки Ковель-Сарни. При розрахунку виявились основні недоліки

						Арк.
						43
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

прийнятого методу нормування: значний об'єм ручних обчислень, які пов'язані з необхідністю інтерполювання табличних даних; необхідність проведення багатьох дослідних поїздок для встановлення і постійної корекції нормоутворюючих факторів; складність розрахунку величини «шкідливих» спусків, тобто спусків, на яких необхідно застосовувати гальмування.

Розглянуто надзвичайно важливі питання ергономічної оцінки визначення ефективності роботи машиніста тепловоза М62. В роботі розглянуто такі питання, як: ергономічні вимоги та принципи формування робочих зон операторів, забезпечення санітарних норм і ергономічних вимог в кабіні машиніста, забезпечення локомотивних бригад комфортними умовами праці та санітарними умовами в кабіні машиніста.

						Арк.
						44
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

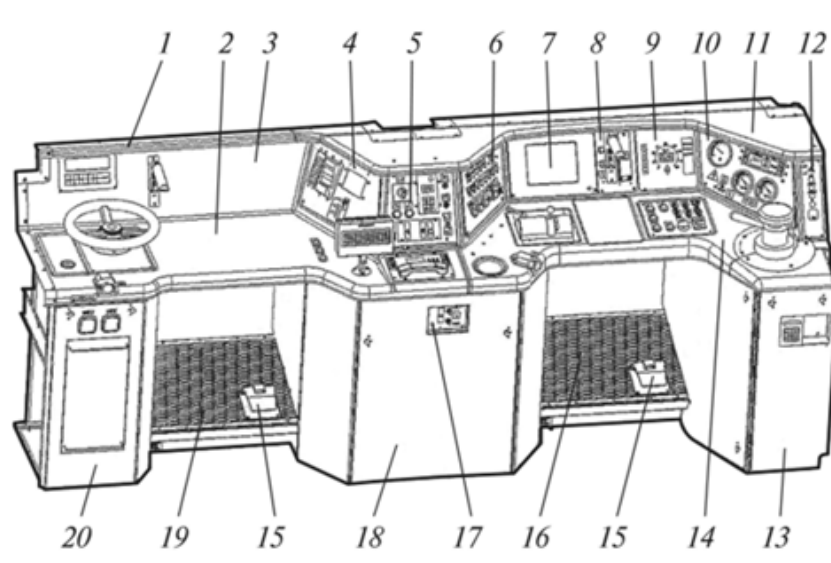
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Айзинбуд С.Я., Кельперис П.И. Эксплуатация локомотивов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1990. - 226 с.
2. Вайну Я. Я.-Ф. Кореляция рядов динамики. - М.: Статистика, 1977. - 119 с.
3. Галкин В.Г., Парамзин В.П., Четвергов В.А. Надежность тягового подвижного состава. Учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. М.: Транспорт, 1981. - 184 с.
4. Модернізація тепловоза магістрального серії 2М62У (2М62) силовою установкою: технічні вимоги. К.: Укрзалізниця, 2010. - 11 с.
5. Тепловоз 2М62: Экипажная часть, Электрическое и вспомогательное оборудование / С.П. Филонов и др. - М.: Транспорт, 1987. - 184 с.
6. Рахматулин М.Д. Технология ремонта тепловозов: Учебник для вузов. - М.: Транспорт, 1983. - 319с.
7. Аникеев И.П., Антропов В.С. Ремонт Электрооборудования тепловозов: учебник для СПТУ. - М.: Транспорт, 1989. - 200 с.
8. Методика розрахунку норм витрат дизельного палива і електроенергії на тягу поїздів. ЦТ-0099. Розроблена та затверджена наказом Укрзалізниці №113-Ц від 09.06.04 р. - К.: Швидкий рух, 2004 р. - 56 с.
9. Інструкція по технічному нормуванню витрат електричної енергії і палива локомотивами на тягу поїздів. ЦТ-0059. Затверджена наказом Укрзалі-зниці №62-Ц від 05.03.2003 р. - К.: Алькор, 2003 р. - 85 с.
10. Болжеларський Я.В., Шелковий О.В. Системи контролю експлуатації та діагностики тепловозів // Вісник Східноукраїнського національного університету. - Серія: Транспорт. - 2001. - №7 (41). - С. 125-131.
11. ДСН 3.3.6.042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень".
12. ГОСТ 20062 – 96. Крісла уніфіковані (у виконанні УЗ по ГОСТ 15150 - 69).
13. ГОСТ 12.2.056. Система стандартів безпеки праці. Електровози та тепловози колії 1520 мм

						Арк.
						45
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

ДОДАТОК В

Пульт управління і кабіна машиніста



Сучасний пульт управління:

1 кришка ліва; 2 панель контролю управління помічника машиніста (КУ-П); 3 - 10 – панелі управління; 11 - кришка права; 12- панель ; 13- тумба права; 14- панель контролю управління машиніста (КУ); 15- педаль тифона; 16- підніжка машиніста; 17 - панель включення управління ВУ; 18 - тумба середня; 19 - підніжка помічника машиніста; 20 тумба ліва.



Кабіна управління модернізованого тепловоза 2М62

						Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		48