

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет “Транспортна інженерія”

Кафедра “Локомотиви”

“ДО ЗАХИСТУ”

Зав. кафедрою *Б. Боднар* Борис БОДНАР

“ 11 ” *01* 2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи *магістра*

на тему: “Удосконалення технологічних процесів при виконанні
ПР-3 тепловозів”

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

Виконав: студент групи ЛГ2221

Роман Чехлов Роман ЧЕХЛОВ

Керівник *Михайло Капіца* Михайло КАПІЦА

Нормоконтролер *Людмила Колодій* Людмила КОЛОДІЙ

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

Студент

Роман Чехлов

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

Faculty “*Transport engineering*”

Department “*Locomotives*”

EXPLANATORY NOTE

to Master’s Thesis

master

on the topic: “**Improvement of technological processes in the
implementation of PR-3 diesel locomotives**”

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

Done by the student of the group *LG2221*:

Roman CHEKHLOV

Scientific Supervisor: Mihajlo KAPICA

Normative controller: Liudmyla KOLODII

Dnipro, 2024

РЕФЕРАТ

Магістерська дипломна робота на тему «Удосконалення технологічних процесів при виконанні ПР-3 тепловозів» загальним обсягом 6 аркушів демонстраційного матеріалу, 84 аркушів розрахунково-пояснювальної записки, яка складається з 4 розділів та 21 аркуша комплекту документів на технологічний процес ремонту рами візка тепловоза М62. Робота містить 13 ілюстрацій, 11 таблиць та список літературних джерел з 13 найменувань.

Об'єктом дослідження в магістерській дипломній роботі виступає ремонтне виробництво, а метою – удосконалення технологічних процесів при виконанні поточних ремонтів обсягом ПР-3 тепловозів.

Для вирішення питання удосконалення технологічних процесів ми проаналізували відмови і показники ремонту, виконали їх розрахунок, навели методики аналізу показників ремонту локомотивів з використанням математичного аналізу. З урахуванням того, що екіпажна частина локомотива є одним з найнавантажених вузлів, який до того ж забезпечує безпеку руху, ми виконали удосконалення технологічного оснащення процесу ремонту рами візка. Для удосконалення технологічних процесів ми запропонували модернізувати наявне та встановити нове оснащення, а саме: удосконалити пристрій для переміщення візків, для якого ми виконали ескізне та розрахункове проектування; модернізувати кантувач рам візків; впровадити у ремонтне виробництво модуль лазерного контролю геометрії візка, для якого ми виконали ескізне проектування. Вказані рішення удосконалення технологічних процесів ми систематизували при складанні маршрутно-операційної карти ремонту рами візка. Економічну ефективність впровадження модуля лазерного контролю геометрії візка ми довели визначенням строку окупності та економічного ефекту.

Ключовими словами в магістерській дипломній роботі виступають: ЦЕХ ПР-3, ЛОКОМОТИВНЕ ДЕПО, ТЕПЛОВОЗ, М62, ТЕ10, ТЕХНОЛОГІЯ, ПРОЦЕС, РЕМОНТ, ПОКАЗНИК, ЕКІПАЖНА ЧАСТИНА, ОСНАЩЕННЯ.

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ВІДМОВ І ПОКАЗНИКІВ РЕМОНТУ ТА ЇХ РОЗРАХУНОК	8
1.1 Опис методики аналізу показників ремонту локомотивів з використанням математичного аналізу	8
1.2 Аналіз показників і результатів ремонту локомотивів	11
1.3 Аналіз відмов тепловозів.....	12
1.4 Розрахунок основних показників ремонту тепловозів	16
2 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПР-3 В УМОВАХ РЕМОНТУ В ЛОКОМОТИВНОМУ ДЕПО	27
2.1 Загальна характеристика системи ремонту локомотивів.....	27
2.2 Опис основних операцій при постановці тепловоза в ремонт обсягом ПР-3 в локомотивному депо.....	29
2.3 Характеристика виробничого процесу з ремонту тепловозів обсягом ПР-3.	33
2.4 Огляд цеху ПР-3 з ремонту тепловозів та його відділень.....	35
2.5 Визначення параметрів роботи внутрішньоцехового ремонтного виробництва та трудомісткості робіт візкового відділення	35
3 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ РАМИ ВІЗКА	52
3.1 Характерні несправності рами візка та спосіб їх усунення.....	52
3.2 Ремонт рами візка	54
3.3 Складання маршрутно-операційної карти ремонту рами візка тепловоза М62	57
3.4 Порядок роботи технологічного устаткування та його технічний опис	58
4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ МОДУЛЯ ЛАЗЕРНОГО КОНТРОЛЮ ГЕОМЕТРІЇ ВІЗКА.....	75

					<i>0032.090107.000.01MP.ПЗ</i>					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Удосконалення технологічних процесів при виконанні ПР-3 тепловозів</i>					
<i>Розроб.</i>	<i>Чехлов</i>							<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Капіца</i>							Н	5	105
<i>Реценз.</i>								<i>УДУНТ, зр. ЛГ2221</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Колодій</i>									
<i>Затверд.</i>	<i>Боднар</i>									

4.1 Обґрунтування витрат виробництва при впровадженні модуля лазерного контролю геометрії візка	75
4.2 Витрати на ремонт за існуючою технологією	75
4.3 Витрати на ремонт при використанні модуля лазерного контролю геометрії візка	78
4.4 Визначення строку окупності та економічного ефекту від впровадження модуля лазерного контролю геометрії візка.....	79
ВИСНОВКИ	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	83
ДОДАТОК А. Комплект документів на технологічний процес ремонту рами візка тепловоза М62.....	85

ВСТУП

У локомотивному господарстві залізниць на протязі тривалого часу застосовується та вдосконалюється система планово-попереджувального ремонту тягового рухомого складу, тобто система при якій виконують ремонт з нормативною періодичністю та регламентованим обсягом основних ремонтних робіт. При цьому використовується єдина технологія та організація виконання технічного обслуговування та поточного ремонту тягового рухомого складу. Система управління ремонтною базою локомотивного господарства, характеристики ремонтних цехів депо повинні відповідати системі планово-попереджувального ремонту. Виходячи з пробігу парку тягового рухомого складу, який експлуатується, необхідно визначити програму технічного обслуговування та поточного ремонту, трудовитрати, контингент робітників, витрату матеріалів та запасних частин, собівартість.

Рухомий склад повинен проектуватися з урахуванням необхідної кількості ресурсів вузлів та агрегатів заданим міжремонтним періодам, встановленим видам технічного обслуговування та поточного ремонту. Таким чином, система планово-попереджувального ремонту відіграє важливу роль у розробці Технічних умов на створення та експлуатацію тягового рухомого складу.

Діюча система планово-попереджувального ремонту орієнтована на середній рівень технічного стану тягового рухомого складу. У порядку її удосконалення регулярно встановлюються перелік видів ремонту та міжремонтні періоди для кожної серії рухомого складу. На їх основі дорогами встановлюються диференційовані норми для депо з врахуванням умов експлуатації та ремонту.

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 АНАЛІЗ ВІДМОВ І ПОКАЗНИКІВ РЕМОНТУ ТА ЇХ РОЗРАХУНОК

1.1 Опис методики аналізу показників ремонту локомотивів з використанням математичного аналізу

Аналіз показників ремонту проведено на основі двомірних рядів динаміки. Ряди динаміки дозволяють отримати аналітичний вигляд залежностей і на основі них проводити розрахунок та прогнозування на майбутні періоди.

Всі відомі методи можна звести до двох основних класів: методи екстраполяції на основі моделей і методи експертних оцінок. Метод екстраполяції на основі двомірних рядів динаміки застосований при аналізі показників ремонту локомотивів у даному дипломному проекті.

Вивчення зміни будь-яких величин у часі робиться шляхом побудови і аналізу часових рядів (рядів динаміки із застосуванням математичного диференціального та інтегрального аналізу). Як правило, ряди динаміки задаються в вигляді таблиць або графічно. При графічному зображенні на вісі абсцис будується рівномірна шкала часу, а на осі ординат шкала значень рівнів ряду в рівномірному масштабі. Суть екстраполяції полягає в продовженні відомих даних на майбутній відрізок часу, але, коли нанесена на графік залежність продовжується довільно, «від руки» або «на око», це не можна рахувати науково обґрунтованим методом.

Перш за все в рядах динаміки необхідно виявити закономірність в зміні рівнів ряду. В одних випадках ця закономірність проявляється доволі чітко, в інших вона затушовується за рахунок випадкових відхилень і коливань. Тому одним з перших завдань є виявлення тренду, тобто основної тенденції зміни ряду. Власне тренд – це лінія регресії ряду динаміки. Термін «регрес» на противагу прогресу означає рух назад, – в даному випадку в минуле, на основі якого збираються судити про майбутнє. Таким чином, замість продовження «на око» до даних про минуле потрібно підібрати математичну функцію і потім використовувати її для оцінки майбутнього [4]. В фізичних закономірностях між змінними діють функціональні зв'язки, при яких кожному значенні однієї змінної

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

t відповідає строго визначене значення іншої змінної, тобто $y=f(t)$. Але детермінована функціональна залежність на практиці зустрічається не часто, або, говорячи строго, взагалі відсутня, так як при вимірюванні величин t і y завжди є помилки і вплив випадкових факторів. При цьому кожна з цих величин може залежати від одних і тих самих або від різних випадкових факторів.

Кількісні оцінки зв'язку між величинами випадкового процесу встановлює регресійний аналіз. В загальному випадку, коли є результат якихось експериментальних досліджень, які задані у вигляді таблиці, зв'язок між змінними апроксимується або інтерпретується аналітичними залежностями найпростішого вигляду. Під апроксимацією розуміється знаходження аналітичного виразу відомого вигляду, який би максимально наближало дану функцію. Інтерполяція ж передбачає знаходження виразу для функції, яка задана в табличній формі таким чином, щоб отримані по інтерполяційній формулі значення в точках, де задана початкова функція співпадали зі значеннями самої функції в цих же точках.

Зв'язки між змінними можуть бути лінійними і нелінійними. Перші мають місце, коли з ростом величини x значення y збільшуються більш-менш рівномірно, утворюючи на графіку пряму лінію. В найпростішому випадку ряд динаміки може бути апроксимований в вигляді лінійної залежності виду:

$$y = a + b \cdot t, \quad (1.1)$$

де a і b – коефіцієнти регресії.

Якщо при рівномірному збільшені t значення y ростуть прискорено, то в такому випадку залежність y від t найчастіше може бути виражена в вигляді параболи:

$$y = a + b \cdot t + c \cdot t^2. \quad (1.2)$$

Звичайно ж, можуть знайти застосування і криві інших видів, наприклад, так

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

звані криві росту, які використовуються для прогнозування розвитку технічних, економічних, біологічних та інших систем.

Коли вид функції хоча б приблизно буде відомий, потрібно знайти числові значення параметрів. Для цього потрібно виробити деякий критерій «найкращого наближення», який був би об'єктивним і відповідав нашому інтуїтивному поняттю і мав би порівняно просте математичне представлення. Найчастіше для цієї цілі використовується метод найменших квадратів, при якому отримують мінімум суми квадратів відхилень:

$$S = \sum_{i=1}^n [y_i - f(i)]^2 > \min. \quad (1.3)$$

Критерій мінімуму суми квадратів застосовується по трьох причинах:

– по перше, при цьому велику кількість задач виявляється можливим вирішити аналітично;

– по друге, при квадратичній залежності виходить, що шкода при малих значеннях помилок мала, а з їхнім збільшенням різко зростає; ця обставина вірно відображає практичну ситуацію, так як малі помилки менш небезпечні, ніж великі;

– по третє, при такому критерії задовольняється вимога максимуму правдоподібності для випадку, коли відхилення підлягають нормальному закону розподілу. По суті, метод найменших квадратів просто формалізує процедуру підбору апроксимуючої кривої «на око», коли ми намагаємося звести до мінімуму відхилення експериментальних точок від кривої, яку ми підбираємо.

Для обчислення параметрів за методом найменших квадратів підставимо рівняння лінійної регресії в (1.1):

$$S = \sum_{i=1}^n [y_i - (a + b \times t)]^2. \quad (1.4)$$

Мінімізація суми S проводиться шляхом взяття часткових похідних по a і b і прирівнювання їх до нуля. Після спрощення отримуємо систему так званих

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

нормальних рівнянь.

Для прогнозування деяких показників добрі результати дає побудова кривої регресії в логарифмічному масштабі. Пряма лінія на напівлогарифмічному графіку в натуральному масштабі еквівалентна експоненціальному росту функціональних характеристик. Досвід показує, що багато показників дійсно змінюються по експоненціальному закону.

Експоненціальне зростання (спадання) якоїсь величини є наслідком постійності швидкості зміни цього параметру. Точніше, експоненціальне зростання (спадання) виникає в тому випадку, коли швидкість росту (спадання) даної величини пропорційна її існуючому значенню.

$$\frac{dy}{dt} = kt, \quad (1.5)$$

де k – коефіцієнт пропорційності.

Це рівняння можна представити в вигляді $\frac{dy}{y} = kdt$, після інтегрування отримаємо:

$$\ln y = \ln y_0 + kt, \quad (1.6)$$

де y_0 – початкове значення y в якийсь початковий момент часу t_0 .

З останнього рівняння отримуємо:

$$y = y_0 \cdot \exp(kt). \quad (1.7)$$

При великій кількості даних розрахунків за цими формулами може бути трудомістким, тому потрібне використання ЕОМ.

1.2 Аналіз показників і результатів ремонту локомотивів

Показники ремонту локомотивів є складовою системи показників оцінки

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

якості експлуатаційної діяльності підприємств та підрозділів локомотивного господарства. Дані показники характеризують якість праці робітників локомотивних депо та ефективність експлуатації локомотивів, їх аналіз дозволяє знаходити й використовувати певні керуючі впливи для підвищення якості праці.

У локомотивних депо для оцінки діяльності ремонтного господарства проводять облік таких показників:

- програми ремонтів по видах та серіях локомотивів;
- простоїв у планових видах ремонту та технічного обслуговування;
- фронту ремонту локомотивів;
- відсотка несправних локомотивів;
- кількості непланових ремонтів;
- простоїв у непланових ремонтах.

На практиці для оцінки діяльності підрозділів локомотивного господарства використовують ще більшу кількість показників, що не завжди доцільно, тому що вони не тільки дублюють один одного, але і дають, часом, суперечливу оцінку виробничої діяльності. Тому ведуться дослідження в області встановлення мінімально необхідного числа об'єктивних і ємних (комплексних) показників, які всебічно характеризують якість праці і рівень експлуатації локомотивів.

В останні роки роботи локомотивного депо К. спостерігається стабільне зростання програми ремонту тепловозів, в т.ч. й обсягом ПР-3.

Позитивною тенденцією є стійке скорочення кількості випадків непланових ремонтів і, як наслідок, простоїв у цих ремонтах. Дана тенденція у першу чергу свідчить про підвищення культури обслуговування локомотивів і підтримання належного їх рівня у експлуатації.

1.3 Аналіз відмов тепловозів

Найбільш об'єктивні відомості про надійність тепловозів виробів можна одержати на основі використання статистичних даних про відмови, що отримані у процесі експлуатації (виписки журналів форти ТУ-152).

Слід зазначити, що для працівників депо та ремонтних заводів важливі дані

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

про ремонтпригодність, замінюваність деталей на непланових та планових ремонтах, а також про пробіги тепловозів до планових розбирань дизелів.

При аналізі основних пошкоджень та заходів на непланові ремонти тепловозів встановлено, що відмови по тепловозах розподіляються наступним чином (табл. 1.2, рис. 1.1).

Таблиця 1.1 – Розподіл пошкоджень та відмов тепловозів по всіх типах обладнання

Вузол тепловоза	Кількість пошкоджень (відмов), одиниць			
	2019	2020	2021	2022
Дизель	45	46	39	41
Допоміжне обладнання	18	11	6	8
Гальмівне обладнання	1	3	4	2
Електричне обладнання	7	16	14	18
Колісні пари та букси	32	27	24	21
МВП	4	8	4	5
Інше обладнання	4	11	10	7
Всього	111	122	101	102

При розгляді відмов та пошкоджень безпосередньо по дизелю тепловоза, можна відмітити, що найбільша кількість відмов та пошкоджень припадає на циліндро-поршневу групу (табл. 1.2, рис. 1.2).

Якщо більш детально розглядати екіпажну частину тепловоза, то можна виділити вузли, які мають найменшу надійність (табл. 1.3, рис. 1.3).

На підставі наведених графіків можна стверджувати, що найбільша кількість пошкоджень відмов тепловозів припадає на дизель та екіпажну частину. При більш широкому розгляді екіпажної частини бачимо, що відмови розподіляються найбільш рівномірно, але переважають відмови колісних пар та пружного підвішування.

Виходячи з цього, пропонуємо більш детально розглянути технологічні

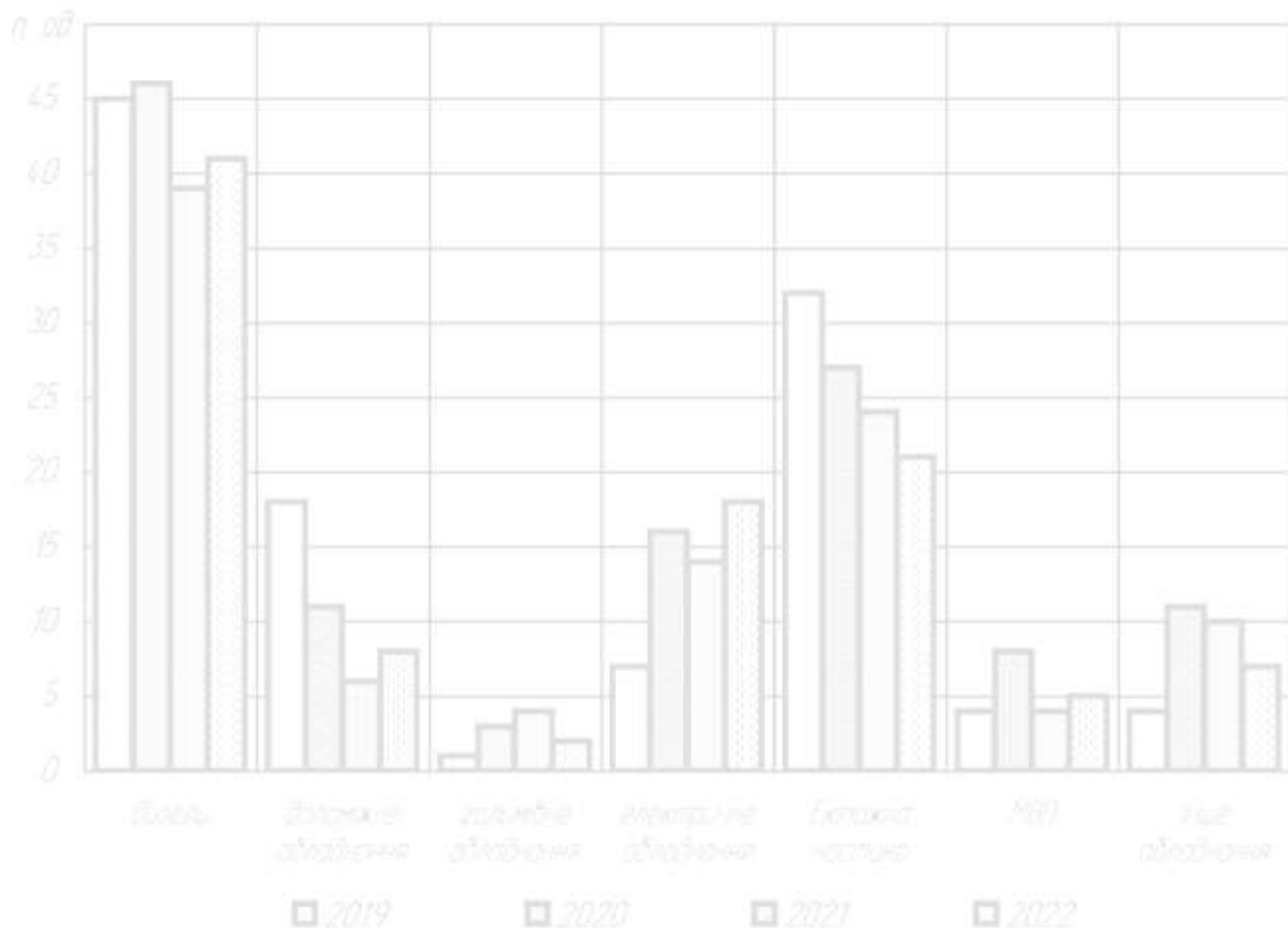


Рисунок 1.1 – Пошкодження та відмови тепловозів по всіх типах обладнання

Таблиця 1.2 – Розподіл пошкоджень та відмов по вузлах та системах, які пов'язані з пошкодженням дизеля тепловоза

Вузол або система дизеля	Кількість пошкоджень (відмов), одиниць			
	2019	2020	2021	2022
Блок дизеля	0	0	1	0
Колінчастий вал, підшипники	1	1	1	2
Циліндрова втулка	12	12	8	10
Шатунно-поршнева група	15	13	14	17
Паливне обладнання	16	18	13	10
Повітрянагнітачі	0	0	1	1
Система охолодження	1	2	1	1
Всього	45	46	39	41

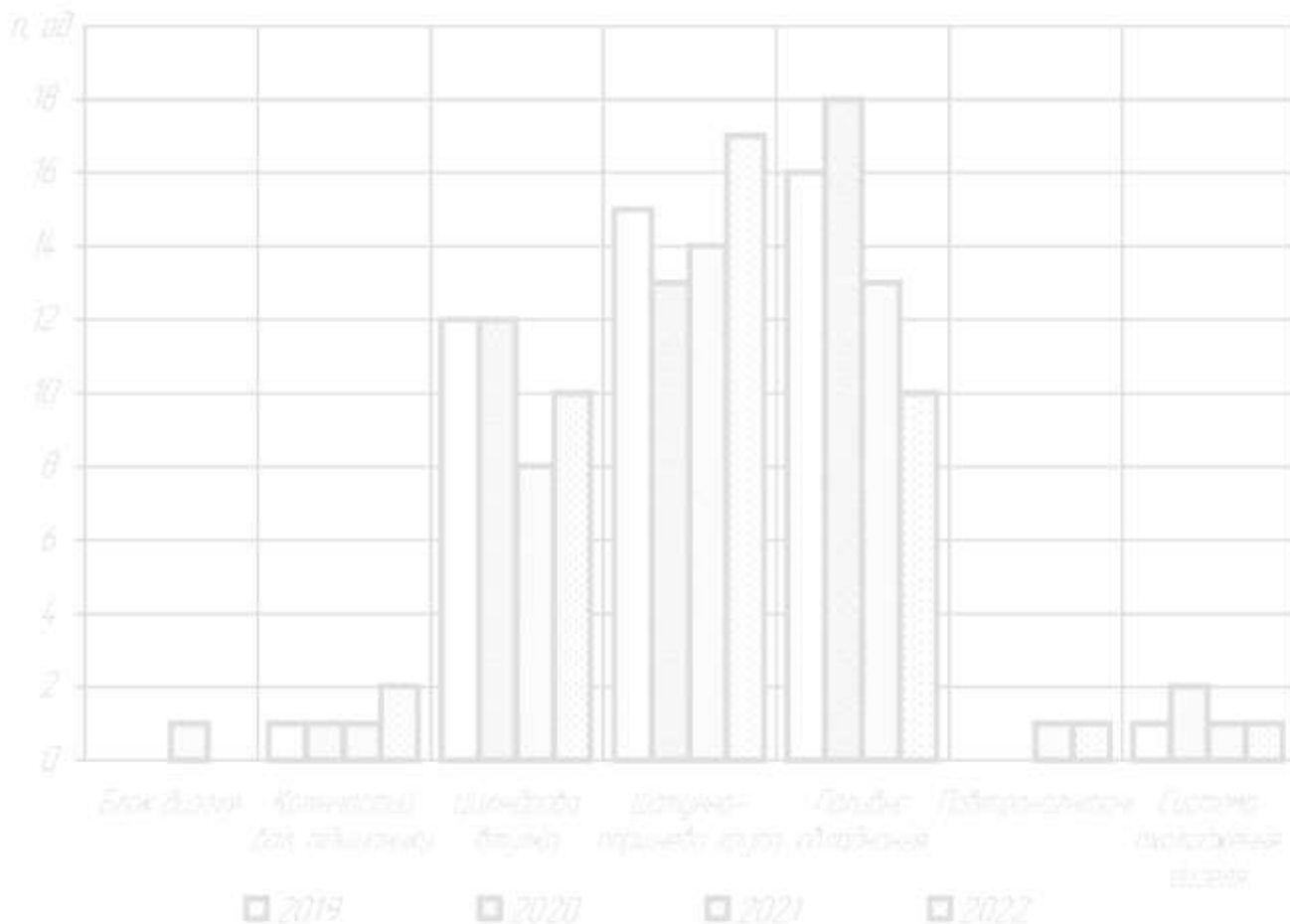


Рисунок 1.2 – Розподіл пошкоджень та відмов по вузлах та системах, які пов’язані з пошкодженням дизеля тепловоза

Таблиця 1.3 – Розподіл пошкоджень та відмов по вузлах, які пов’язані із пошкодженням екіпажної частини тепловоза

Вузол екіпажної частини	Кількість пошкоджень (відмов), одиниць			
	2019	2020	2021	2022
Рама тепловоза	2	3	2	1
Рама візка	2	3	2	3
Шкворневий вузол	3	2	2	1
Бокові опори	3	4	3	3
Букси	4	3	4	2
Колісні пари	8	6	5	6
Пружне підвішування	10	6	6	5
Всього	32	27	24	21

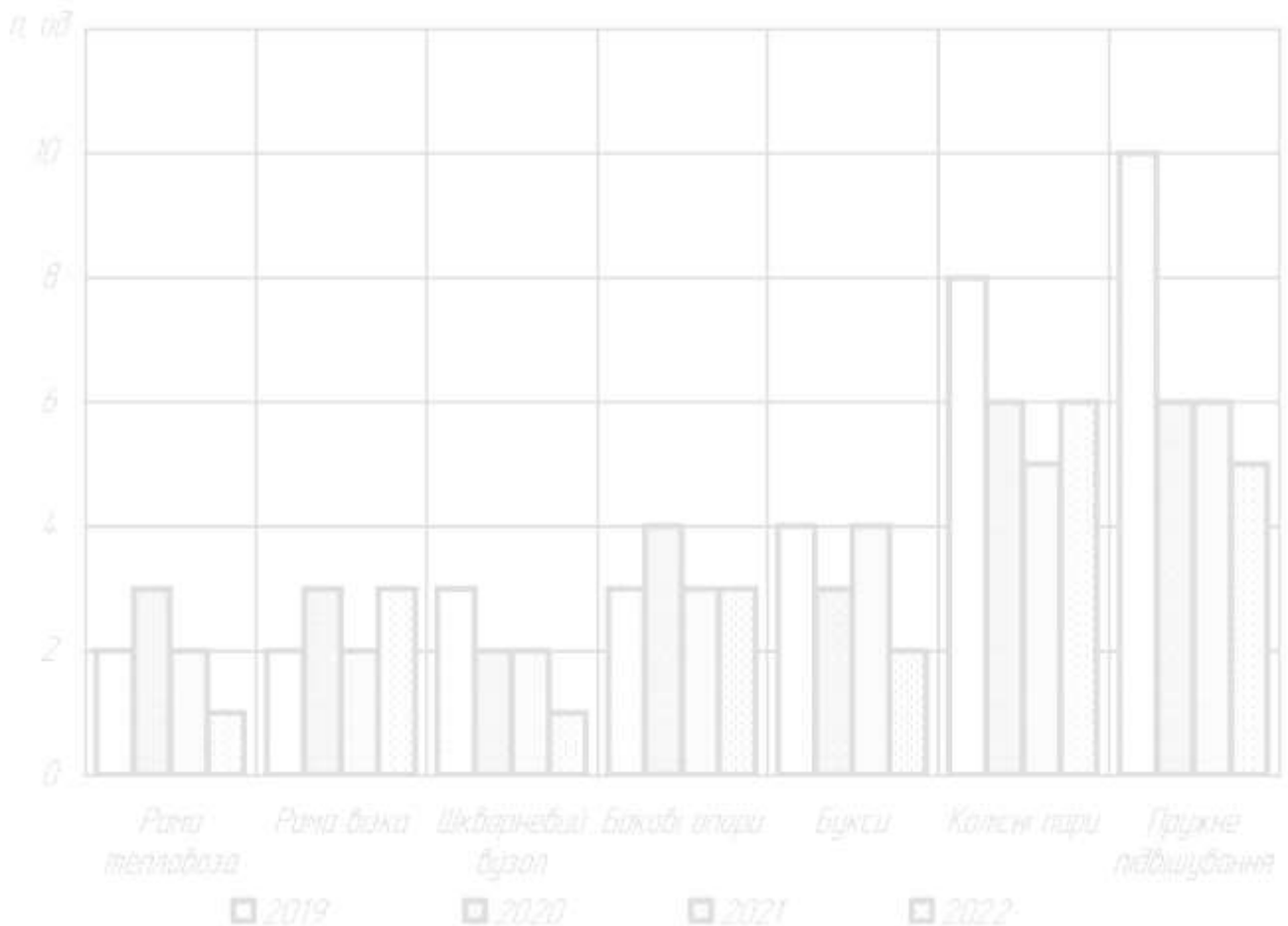


Рисунок 1.3 – Розподіл пошкоджень та відмов по вузлах, які пов’язані із пошкодженням екіпажної частини тепловоза

операції ремонту обсягом ПР-3, оскільки час простою на ремонті через відмови силових енергетичних установок є досить тривалим та трудомісткість ремонту має велике значення.

1.4 Розрахунок основних показників ремонту тепловозів

На залізничному транспорті діє система планово-попереджувального ремонту локомотивів та моторвагонного складу, яка передбачає регламентоване виконання капітального (КР), поточного (ПР) ремонтів і технічного обслуговування (ТО) (табл. 1.1).

Організація виконання технічного обслуговування, поточних та капітальних ремонтів магістральних тепловозів локомотивного депо К. враховує:

- ТО-2, ТО-3, ТО-4, ТО-5, ПР-1, ПР-2, ПР-3 – ремонтні цехи депо;

Таблиця 1.1 – Середні норми міжремонтних періодів ТРС в межах нормативного терміну служби або після КРП

Серія локо- мотива	Міжремонтний період					
	ТО-3 тис км /діб	ПР-1 тис км /міс.	ПР-2 тис км /міс.	ПР-3 тис км /міс.	КР-1 тис км /рік	КР-2 тис км /рік
2ТЕ10В	11/-	55/-	120/-	250/-	990/7,5	1980/14
М62	10/-	50/-	95/-	195/-	780/5	1560/10
2ТЕ116	11/-	55/-	165/-	330/-	990/9	1980/15,5
ЧМЕЗ	-/45	-/8,5	-	-/30	-/8,5	-/17

– КР-1, КР-2, КРП – Полтавський тепловозремонтний завод (ПТРЗ).

Програму ремонту розраховують по видах тяги та серіях окремо пасажирських, вантажних й маневрових локомотивів за методикою [5].

Річну програму ремонту магістральних локомотивів визначають із урахуванням експлуатаційного парку $M_{ек}$ та міжремонтного строку T , встановленого для кожного виду ремонту.

Річну програму ремонту магістральних локомотивів визначають по формулах:

$$M_{КР-2} = \frac{M_{маг}}{T_{КР-2}} ; \quad (1.8)$$

$$M_{КР-1} = \frac{M_{маг}}{T_{КР-1}} - \frac{M_{маг}}{T_{КР-2}} ; \quad (1.9)$$

$$M_{ПР-3} = \frac{M_{маг}}{T_{ПР-3}} - \frac{M_{маг}}{T_{КР-1}} ; \quad (1.10)$$

$$M_{ПР-2} = \frac{M_{маг}}{T_{ПР-2}} - \frac{M_{маг}}{T_{ПР-3}} ; \quad (1.11)$$

$$M_{ПР-1} = \frac{M_{маг}}{T_{ПР-1}} - \frac{M_{маг}}{T_{ПР-2}} ; \quad (1.12)$$

$$M_{ТО-3} = \frac{M_{маг}}{T_{ТО-3}} - \frac{M_{маг}}{T_{ПР-1}} , \quad (1.13)$$

де $M_{маг}$ – кількість магістральних локомотивів, $M_{маг}=60$ локомотивів (табл. 1.2);

$T_{КР}, T_{ПР}, T_{ТО}$ – встановлені міжремонтні строки для кожного виду ремонту.

Таблиця 1.2 – Приписний парк ТРС
локомотивного депо

Серія рухомого складу	Кількість, од.
2М62	12
2М62У	14
М62	8
ЧМЭЗ	42

Проведемо розрахунок по річній програмі ремонту магістральних тепловозів серії М62 всіх індексів локомотивного депо:

$$M_{КР-2} = \frac{60}{9} = 6,66.$$

Приймаємо 7 локомотивів.

$$M_{КР-1} = \frac{60}{4,5} - \frac{60}{9} = 6,66.$$

Приймаємо 7 локомотивів.

					0032.090107.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$M_{\text{ПР-3}} = \frac{60}{1,125} - \frac{60}{4,5} = 40.$$

Приймаємо 40 локомотивів.

$$M_{\text{ПР-2}} = \frac{60}{0,75} - \frac{60}{1,125} = 27.$$

Приймаємо 27 локомотивів.

$$M_{\text{ПР-1}} = \frac{60}{0,33} - \frac{60}{0,75} = 102.$$

Приймаємо 102 локомотива.

$$M_{\text{ТО-3}} = \frac{60}{0,054} - \frac{60}{0,33} = 929.$$

Приймаємо 929 локомотивів.

Фронтом ремонту називається кількість локомотивів що одночасно перебувають у даному виді ремонту. Фронт ремонту обчислюємо по формулі:

$$f_i = \frac{M_i \cdot t_i}{D_p}, \quad (1.14)$$

де M_i – річна програма одного виду ремонту;

t_i – простій локомотива на ремонті даного виду (табл. 1.2);

D_p – розрахункова кількість робочих днів у році.

Проведемо розрахунок фронту ремонту по заданих видах ремонту

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Таблиця 1.6 – Простій локомотива на ремонті

Вид технічного обслуговування та поточного ремонту	Норма простою по типу тепловоза		
	вантажні	пасажирські	маневрові
ТО-3	16 год.	12 год.	12 год.
ПР-1	48 год.	36 год.	24 год.
ПР-2	8 діб	5 діб.	4 діб
ПР-3	10 діб	6 діб.	5 діб

$$f_{KP-2} = \frac{7 \cdot 30}{365} = 0,57 \text{ локомотива};$$

$$f_{KP-1} = \frac{7 \cdot 25}{365} = 0,48 \text{ локомотива};$$

$$f_{ПР-3} = \frac{40 \cdot 10}{260,4} = 1,53 \text{ локомотива};$$

$$f_{ПР-2} = \frac{27 \cdot 8}{260,4} = 0,83 \text{ локомотива};$$

$$f_{ПР-1} = \frac{102 \cdot 2}{260,4} = 0,78 \text{ локомотива};$$

$$f_{ТО-3} = \frac{929 \cdot 0,67}{365} = 1,71 \text{ локомотива}.$$

Визначаємо відсоток несправних магістральних локомотивів у деповському ремонті $\alpha_{ден}, \%$:

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$$\alpha_{den} = \frac{f_{ПР-3} + f_{ПР-2} + f_{ПР-1} + f_{ТО-3}}{M_{МАГ}} \cdot 100 \quad (1.15)$$

$$\alpha_{den} = \frac{1,53 + 0,83 + 0,78 + 1,71}{60} \cdot 100 = 8,1\%.$$

Визначаємо відсоток несправних магістральних локомотивів у заводському ремонті $\alpha_{зав}, \%$:

$$\alpha_{зав} = \frac{f_{КР-2} + f_{КР-1}}{M_{МАГ}} \cdot 100, \quad (1.16)$$

$$\alpha_{зав} = \frac{0,57 + 0,48}{60} \cdot 100 = 1,75\%.$$

Визначаємо загальний відсоток несправних магістральних локомотивів $\alpha_{заг}, \%$:

$$\alpha_{заг} = \frac{f_{КР-2} + f_{КР-1} + f_{ПР-2} + f_{ПР-2} + f_{ПР-1} + f_{ТО-3}}{M_{МАГ}} \cdot 100 ; \quad (1.17)$$

$$\alpha_{заг} = \frac{0,57 + 0,48 + 1,53 + 0,83 + 0,78 + 1,71}{60} \cdot 100 = 9,84\%.$$

Для маневрових тепловозів періодичність ремонтів задається у вигляді часових інтервалів, тому розрахунок річної програми ремонтів у цьому випадку виконується за формулами:

– капітальний ремонт КР-2

$$M_{КР-2} = \frac{M_{ман}}{T_{КР-2}} ; \quad (1.18)$$

– капітальний ремонт КР-1

					0032.090107.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$M_{KP-1} = \frac{M_{ман}}{T_{KP-1}} - \frac{M_{ман}}{T_{KP-2}}; \quad (1.19)$$

– поточний ремонт ПР-3

$$M_{ПР-3} = \frac{M_{ман}}{T_{ПР-3}} - \left(\frac{M_{ман}}{T_{KP-1}} + \frac{M_{ман}}{T_{KP-2}} \right); \quad (1.20)$$

– поточний ремонт ПР-2

$$M_{ПР-2} = \frac{M_{ман}}{T_{ПР-2}} - \left(\frac{M_{ман}}{T_{KP-2}} + \frac{M_{ман}}{T_{KP-1}} + \frac{M_{ман}}{T_{ПР-3}} \right); \quad (1.21)$$

– поточний ремонт ПР-1

$$M_{ПР-1} = \frac{M_{ман}}{T_{ПР-1}} - \left(\frac{M_{ман}}{T_{KP-2}} + \frac{M_{ман}}{T_{KP-1}} + \frac{M_{ман}}{T_{ПР-3}} + \frac{M_{ман}}{T_{ПР-2}} \right); \quad (1.22)$$

– технічне обслуговування ТО-3

$$M_{ТО-3} = \frac{M_{ман}}{T_{ТО-3}} - \left(\frac{M_{ман}}{T_{KP-2}} + \frac{M_{ман}}{T_{KP-1}} + \frac{M_{ман}}{T_{ПР-3}} + \frac{M_{ман}}{T_{ПР-2}} + \frac{M_{ман}}{T_{ПР-1}} \right); \quad (1.23)$$

де $T_{KP-2}, T_{KP-1}, T_{ПР-3}, T_{ПР-2}, T_{ПР-1}, T_{ТО-3}$ – часові інтервали між відповідними ремонтами та технічними обслуговуваннями локомотивів (табл. 1.1);

$M_{ман}$ – кількість маневрових локомотивів,

$M_{ман} = 42$ тепловози (табл. 1.2).

Розраховуємо річну програму ремонту та технічного обслуговування для

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

тепловозів ЧМЭЗ:

- капітальний ремонт КР-2

$$M_{\text{КР-2}}^{\text{ЧМЭЗ}} = \frac{42}{17} = 2,47;$$

приймаємо $M_{\text{КР-2}}^{\text{ЧМЭЗ}} = 2$ тепловози;

- капітальний ремонт КР-1

$$M_{\text{КР-1}}^{\text{ЧМЭЗ}} = \frac{42}{8,5} - \frac{42}{17} = 2,47;$$

приймаємо $M_{\text{КР-1}}^{\text{ЧМЭЗ}} = 2$ тепловози;

- поточний ремонт ПР-3

$$M_{\text{ПР-3}}^{\text{ЧМЭЗ}} = \frac{42}{30/12} - \left(\frac{42}{17} + \frac{42}{8,5} \right) = 11,86;$$

приймаємо $M_{\text{ПР-3}}^{\text{ЧМЭЗ}} = 12$ тепловозів;

- поточний ремонт ПР-1

$$M_{\text{ПР-1}}^{\text{ЧМЭЗ}} = \frac{42}{8,5/12} - \left(\frac{42}{17} + \frac{42}{8,5} + \frac{42}{30/12} \right) = 42,5;$$

приймаємо $M_{\text{ПР-1}}^{\text{ЧМЭЗ}} = 43$ тепловози;

- технічне обслуговування ТО-3

					0032.090107.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$M_{TO-3} = \frac{42}{36/365} - \left(\frac{42}{17} + \frac{42}{8,5} + \frac{42}{30/12} + \frac{42}{8,5/12} \right) = 366,5;$$

приймаємо $M_{TO-3}^{ЧМЭЗ} = 367$ тепловозів.

Розраховуємо фронт ремонту для маневрових локомотивів:

– капітальний ремонт КР-2

$$f_{КР-2}^{ЧМЭЗ} = \frac{1 \cdot 22}{251} = 0,09;$$

– капітальний ремонт КР-1

$$f_{КР-1}^{ЧМЭЗ} = \frac{1 \cdot 17}{251} = 0,07;$$

– поточний ремонт ПР-3

$$f_{ПР-3}^{ЧМЭЗ} = \frac{5 \cdot 5}{251} = 0,1;$$

– поточний ремонт ПР-2

$$f_{ПР-2}^{ЧМЭЗ} = \frac{8 \cdot 4}{251} = 0,13;$$

– поточний ремонт ПР-1

$$f_{ПР-1}^{ЧМЭЗ} = \frac{16 \cdot 24}{24 \cdot 251} = 0,06;$$

– технічне обслуговування ТО-3

$$f_{ТО-3}^{ЧМЭЗ} = \frac{192 \cdot 12}{24 \cdot 251} = 0,38.$$

					<i>0032.090107.000.01MP.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Отже, при виконанні аналізу динаміки показників ремонту тепловозів приписного парку локомотивного депо встановлено, що в останні роки спостерігається стабільне зростання програми ремонту.

Позитивною тенденцією є стійке скорочення кількості випадків непланових ремонтів і, як наслідок, простоїв у цих ремонтах. Дана тенденція у першу чергу свідчить про підвищення якості обслуговування локомотивів і дотримання належного їх рівня в експлуатації.

Величина трудовитрат обчислюється по кожній серії локомотива і видові ремонту (обслуговування) на підставі норм трудомісткості одиниці продукції. За одиницю продукції для тепловозів приймається одна секція.

Під трудомісткістю одиниці продукції розуміється добуток виконавців на тривалість ремонту. Для робочого персоналу одиницею виміру трудомісткості є людино-година, для верстатів – станко-година (верстатна трудомісткість), для технологічного устаткування – агрегато-година (агрегатна трудомісткість). У деяких підручниках методичних посібниках і деповських матеріалах ці три поняття про одиниці виміру трудомісткості поєднуються загальним поняттям «нормо-година». Величина трудомісткості одиниці продукції необхідна для визначення необхідної кількості робітників, а також обробного і технологічного устаткування.

Трудомісткість повної річної програми цеху визначаємо за формулою

$$Q_{ou} = q_c \cdot P_p, \quad (1.22)$$

де q_c – повна деповська трудомісткість ремонту одного тепловоза, приймаємо

$$q_c = 3200 \text{ люд} \cdot \text{год для М62 та } q_c = 2000 \text{ люд} \cdot \text{год для ЧМЕЗ.}$$

P_p – розрахункова річна програма, приймаємо $P_p = 40$ секцій М62 та 12 секцій ЧМЕЗ, відповідно розрахованій річній програмі ремонту тепловозів.

$$Q_{ou} = 3200 \cdot 40 + 2000 \cdot 12 = 152000 \text{ люд} \cdot \text{год.}$$

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

У зв'язку з тим, що, існуючі нормативи проектування цехів із ремонту рухомого складу розроблені для програми ремонту локомотивів 500 секцій і більше, то виконуємо коригування трудомісткості річної програми ремонту $Q_{оц}$ на поправочний коефіцієнт 3,5

$$Q_{оц} = 152000 \cdot 3,5 = 532000 \text{ люд} \cdot \text{год.}$$

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

2 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПР-3 В УМОВАХ РЕМОНТУ В ЛОКОМОТИВНОМУ ДЕПО

2.1 Загальна характеристика системи ремонту локомотивів

На залізницях України прийнята планово-попереджувальна система ремонту рухомого складу, при якій ремонт виконується без врахування технічного стану, через певні визначені проміжки часу або пробігу, величина яких регламентується наказами Укрзалізниці.

Планово-попереджувальна система ремонту включає в себе підвищення надійності рухомого складу, а також вдосконалення діагностичних засобів у локомотивному депо. Дана система ремонту не складна і передбачає комплекс профілактичних заходів, що зменшують ймовірність непрогнозованого виходу з ладу деталей, вузлів, агрегатів. При цій системі ремонту практично не враховується технічний стан об'єкта.

Основні поняття, які використовуються при ремонті рухомого складу:

– технічне обслуговування – комплекс операцій або операція по підтриманню працездатності або справності об'єкта при використанні за призначенням, очікуванні, зберіганні та транспортуванні.

– ремонт – комплекс операцій по відновленню справності або працездатності об'єкта та відновленню ресурсу об'єкта або його складових частин.

Під технічним утриманням тягового рухомого складу розуміють сукупність техніко-економічних рішень, що визначають стан працездатності рухомого складу, а також наступні параметри:

– номенклатуру ремонтних обслуговувань (види оглядів і ремонтів, а також їх якість);

– циклічність (чергування оглядів і ремонтів);

– періодичність ремонтних обслуговувань (міжремонтні пробіги та терміни виконання робіт);

– об'єм відновлення (характеристики оглядів і ремонтів; обсяг ремонтних і

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

контрольно-ревізійних работ).

На основі цих положень розробляються документи, які визначають організацію, циклічність та періодичність ремонтів.

Система технічного обслуговування та ремонту локомотивів включає в себе наступні основні види ТО та ремонтів: поточні ремонти (ПР-1, ПР-2, ПР-3), капітальні ремонти (КР-1, КР-2), технічне обслуговування (ТО-1, ТО-2, ТО-3, ТО-4) [6, 7].

Згідно з наказом Укрзалізниці діє така система ТО, ПР, КР:

– ТО-1 (виконує локомотивна бригада), ТО-2, ТО-3 та ПР-1 (виконуються бригадою слюсарів). Ці види ТО та ПР призначені для попередження появи несправностей тягового рухомого складу (ТРС) в експлуатації.

– ТО-4 виконується з метою обточування бандажів колісних пар без викочування їх з-під локомотива.

– ТО-5 виконується для підготовки ТРС у запас і для розконсервації після виходу із запасу.

– ПР-2 та ПР-3 виконується для забезпечення безвідмовної роботи ТРС та відновлення основних експлуатаційних параметрів, а також часткової модернізації.

– КР-1 виконується для відновлення паспортних характеристик і часткового підвищення ресурсу локомотива із заміною або ремонтом зношених деталей та вузлів.

– КР-2 виконується для відновлення повного ресурсу ТРС із повною заміною електропроводів та кабелів.

– КРП (капітальний ремонт із продовженням терміну служби ТРС) виконується для локомотивів, які відпрацювали встановлений термін експлуатації.

Капітальний ремонт КР-1, КР-2 виконують на ремонтних заводах. При цих видах ремонту передбачається ревізія з розбиранням всіх без виключення одиниць і обладнання, заміни непридатних новими і модернізація.

Поточні види ремонту необхідні для огляду і ремонту складальних одиниць і агрегатів локомотивів, заміни зношених деталей з метою забезпечення

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

працездатності локомотивів в експлуатації. Виконують їх в основних депо комплексні й спеціалізовані бригади. Поточні ремонти ПР-1 та ПР-2 виконують без розбирання локомотивів, а ПР-3 з розбиранням основних складальних одиниць та агрегатів.

Ремонт локомотивів виконується на основі взаємної заміни деталей, складальних одиниць і обладнання. Основним способом ремонту в депо і на заводах є крупноагрегатний метод. Для цієї мети депо і заводи мають необхідний технологічний запас обладнання і складальних одиниць.

Депо і заводи, запасні технічні частини і матеріали для ремонту рухомого складу одержують по спеціальних технічно обґрунтованих нормах по серіях локомотивів на 1 млн км пробігу для поточного ремонту і на одиницю заводського ремонту.

Середні норми пробігу між ремонтами і ТО локомотивів встановлюються наказом по Укрзалізниці а також наказами начальників залізниць.

2.2 Опис основних операцій при постановці тепловоза в ремонт обсягом ПР-3 в локомотивному депо

Поточний ремонт ПР-3 призначений для відновлення вузлів і деталей або окремих агрегатів і приведення до стану, що забезпечує їх працездатність згідно визначених норм пробігу та періодичності ремонтів.

Депо, яке виконує поточний ремонт ПР-3, має основні та допоміжні цехи й відділення, відповідне технологічне обладнання і оснащення, поточні лінії або механізовані позиції для збирання вузлів і агрегатів, а також стенди для випробування і обкатки відремонтованих вузлів тепловоза.

Вимірювальні прилади, шаблони та інструмент для перевірки деталей, вузлів і агрегатів тепловозів знаходяться у справному стані, і систематично у встановлені строки перевіряються державною перевіркою або особами, які мають на це дозвіл. В локомотивному депо не використовуються вимірювальні прилади, шаблони та інструменти для перевірки які дають хибні результати, мають ознаки пошкодження або недійсний час перевірки.

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Постановку на поточний ремонт ПР-3 виконує локомотивна бригада, яка прибула з цим тепловозом. Якщо у локомотивної бригади вийшов час роботи, постановку тепловоза проводить екіпірувальна бригада. Постановку на поточний ремонт ПР-3 тепловозів з інших депо виконує локомотивна бригада, яка прибула з цим тепловозом і здає його майстру, з подальшим складанням акту прийомки тепловоза.

Залишковий обсяг роботи по тепловозу визначається з урахуванням додаткових зауважень виявлених приймальником локомотивів і майстром після огляду тепловоза і аналізу записів в журналі технічного стану ТУ-152. Всі роботи записуються у книгу ремонту і затверджуються заступником начальника депо по ремонту.

Перед постановкою тепловоза на ремонтне стійло повинні бути проведені наступні роботи:

- електричні машини і апарати продути сухим стиснутим повітрям (тиском $2\div 3$ кг/см²);
- перевірити статичний тиск повітря, яке подається для охолодження тягових електродвигунів:
- перевірити надходження стиснутого повітря до вимірювальних приладів, електричних апаратів, гальмівних приладів, пісочниць і звукових сигналів при працюючому дизелі;
- в літній час продути секції холодильника, заздалегідь відкривши бокові та верхні жалюзі й включивши вентилятор холодильника;
- злити масло з картера дизеля;
- злити воду з системи охолодження;
- з паливного бака злити паливо і бак пропарити від тепломагістралі депо для його подальшого ремонту зварюванням;
- вимкнути рубильник акумуляторної батареї і прийняті усі міри які запобігають випадковому пуску дизеля під час ремонту тепловоза.

Після виконання поточного ремонту ПР-3 проводяться повні реостатні випробування тепловоза (обкатувальні та здавальні). Після проведення

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

реостатних випробувань тепловози підлягають колійним випробуванням з поїздом або резервом на відстань одного-двох перегонів (але не менше 40 км) з участю одного із керівників депо і приймальника локомотивів. Забороняється проводити колійні випробування тепловозів до закінчення всіх ремонтних робіт.

Майстер ремонтної бригади, яка проводила ремонт тепловоза, керує усуненням усіх виявлених несправностей. Регулює теплові параметри дизеля, електричних апаратів. На допомогу майстру реостатних випробувань виділяються слюсарі ремонтної бригади. При здавальних реостатних випробуваннях на тепловозі присутні майстер ремонтної бригади та приймальник локомотивів депо.

Готовність тепловоза після проведення поточного ремонту ПР-3 оформляється актом встановленої форми за підписами начальника депо чи його заступника і приймальника локомотивів депо.

Контроль за якістю виконаних робіт по ремонту покладається на керівників бригад, які беруть участь у його проведенні. Перевірка найбільш відповідальних одиниць покладається безпосередньо на приймальника локомотивів і майстра.

Майстри і бригадири відповідних цехів разом з приймальником локомотивів здійснюють контроль за виконанням наступних робіт:

- підняття і опускання кузова;
- викочування і підкочування візків;
- зняття рам візків з колісних пар, встановлення рам візків на колісні пари і перевірку правильного розташування колісних пар у візках;
- перевірку рам візків, ревізію опор кузова, огляд вентиляційних каналів перед підкочуванням візків;
- перевірку зачеплення зубчатих передач і випробування колісних пар в зборі з редуктором;
- зовнішній огляд ударно-тягових пристроїв;
- огляд колісних пар і ревізію роликкових букс;
- огляд і вимірювання опору ізоляції тягових двигунів, допоміжних машин і кабелів, підведених до них;
- перевірку секвенції, дію апаратів захисту, захисних пристроїв і їх блокування;

					<i>0032.090107.000.01MP.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

- перевірку автогальм після ремонту;
- перевірку дії швидкостиміра, АЛСН, автостопу, поїзного та маневрового радіозв'язку.

Приймальники локомотивів контролюють якість виконаних робіт згідно технології, яка встановлена цією документацією і приймають в процесі складання та випуску з ремонту тепловози в цілому та їх наступні основні вузли:

- тягові електродвигуни і допоміжні машини, включаючи їх випробування;
- колісні пари і тягові зубчасті передачі;
- візки, їх рами, ресори і ресорні підвіски, гідравлічні амортизатори, гальмівну важільну передачу, ударно-тягові пристрої;
- букси й зібрані буксові вузли, блоки буксових балансирів, роликові підшипники, розташування колісних пар у візках;
- рами, шкворневі з'єднання, консолі рам візків і головної рами;
- складання блоку циліндрів і циліндро-поршневих груп;
- центрування допоміжних машин з валом дизеля;
- прилади пневматичного і електродинамічного гальма, манометри, автостопа, повітряні резервуари, повітропроводи і з'єднувальні рукава, проводити випробування гальм;
- пісочниці, звукові сигнали, швидкостевимірювачі і їх приводи;
- електричну апаратуру (ремонт, випробування, монтаж), акумуляторну батарею, поїзний та маневровий радіозв'язок;
- правильність роботи всіх електричних ланцюгів тепловоза у відповідності із схемою.

Приймальники локомотивів перевіряють надійність кріплення всього обладнання тепловоза, особливо блока дизеля, електричних машин, корпусів редукторів, кожухів зубчастих передач, шапок моторно-вісьових підшипників, запобіжних пристроїв, колієочисників, приймальних катушок АЛСН, гальмівних циліндрів і повітряних резервуарів, а також зовнішню якість частин та деталей, що ремонтуються, фарбування тепловоза.

Після закінчення поточного ремонту ПР-3 черговий робітник інструментального відділення перевіряє комплектність інструменту та інвентаря у

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

відповідності з описом і видає його локомотивній бригаді, яка приймає тепловоз.

Всі несправності виявлені на тепловозі (якщо вони є результатом неякісного виконання робіт при поточному ремонті ПР-3) у термін, встановлений діючими вказівками Головного управління локомотивного господарства Укрзалізниці, усуваються силами локомотивного депо приписки або депо, яке проводило ремонт, з складанням акту рекламації і віднесенням витрат на рахунок підприємства, яке ремонтувало тепловоз. Для вирішення суперечливих питань по обсягу і якості виконаного ремонту в окремих випадках визивати представника із депо, де проводився ремонт тепловоза.

2.3 Характеристика виробничого процесу з ремонту тепловозів обсягом ПР-3

Справний і працездатний технічний стан тепловозів забезпечується суворим дотриманням установленної системи планово-попереджувального ремонту шляхом своєчасного, якісного і в повному обсязі виконання робіт, згідно чинних правил ремонту.

Поточний ремонт ПР-3 передбачений для огляду, ревізії, заміни чи відновлення окремих вузлів і деталей, додання чи заміни мастила, випробувань і регулювання, а також часткової модернізації, що гарантує працездатність локомотива між відповідними видами ремонту.

До постановки тепловоза в цех проводять такі роботи: продувають електричні машини й апарати сухим стиснутим повітрям, перевіряють статичний тиск повітря, що подається для охолодження тягових електродвигунів, дію вимірювальних приладів при працюючому дизелі, гальма, пісочниці, звукових сигналів, продувають секції холодильника, зливають мастило, воду, паливо, вимикають рубильник акумуляторної батареї, приймають міри, що запобігають випадковому пуску дизеля під час ремонту тепловоза.

Технологічний процес ремонту тепловоза складається з 12 позицій.

На позиції 1 виконують попередню розборку тепловоза. Основні роботи, які виконують на цій позиції, знімають капот тепловоза, дизель генератор, розбирають холодильну камеру, гальмівну систему, систему автоматики, готують

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

та піднімають тепловоз спеціальними гвинтовими домкратами.

На позиції 2 повністю розбирають тепловоз, установлений на тумбах. Знімають допоміжне обладнання, розбирають трубопроводи масляної, водяної та паливної систем, знімають під рамне обладнання, гальмівне та пісочне обладнання, автозчепи.

В ході розбирання тепловоза на позиціях 1 і 2 деталі та агрегати, які знімаються з нього, після обмивки подаються в ремонтні цехи та відділення.

Позиція 3 потрібна для очистки рами й кузова від бруду та старої фарби. Тут також вибраковуюються, видаляються пошкоджені електричні ланцюги.

На позиції 4 перевіряють та ремонтують раму тепловоза, кабіну та не зміні частини кузова, сходи, поручні, виконують роботи по ремонту електричних ланцюгів, ґрунтують кузов тепловоза.

Позиція 5 призначена для попереднього збирання та підготовки рами до опускання на візки. Тут також проводиться установка головних резервуарів, приборів гальмівної й пісочної системи під рамою кузова зі збиранням трубопроводів, наладка обладнання та збирання трубопроводів масляної, водяної й паливної систем, збирання системи гальмування та автоматики в кабіні машиніста, установки апаратів у високовольтній камері.

На позиції 6 проводиться опускання рами тепловоза на візки за допомогою спеціальних гвинтових домкратів. Головними роботами на позиції 6 є такі як, установлення й центрування дизеля та допоміжного обладнання, кінцеві роботи у високовольтній камері та пульта керування.

Також на позиції 6 виконують роботи по приєднанню до дизеля трубопроводів систем дизеля, проводять роботи по підготовці тепловоза до фарбування.

На позиції 7 закінчують збиральні роботи. Становлять зняті частини кузова тепловоза, жалюзі, кришки люків, кришки пульта керування, повітря нагрівача, поли в кабіні машиніста.

На позиції 8 виконують роботи по підготовці тепловоза до реостатних випробувань. Заправляють системи дизеля мастилом, водою, паливом. Проводять огляд тепловоза приймальниками, виправляють виявлені недоліки. Після

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

завершення цих робіт тепловоз виставляють із цеху, запускають дизель та перевіряють роботу дизеля, всіх вузлів та агрегатів тепловоза. Після чого маневровим локомотивом подають його на станцію реостатних випробувань.

Позиція 9 – реостатні випробування. Тут приробляються деталі дизеля, компресора, електричних машин, перевіряють теплові параметри та потужність дизель-генераторної установки, регулюють дизель та апарати електрообладнання.

Позиція 10 – обкаточні випробування на залізничних коліях. Тут перевіряють правильність взаємодії вузлів електрообладнання, параметри спрацювання реле переходів, ходові властивості. Після обкатки перевіряють всі вузли та агрегати і виправляють виявлені недоліки.

Позиція 11 – із тепловоза зливають воду, паливо, мастило. Потім тепловоз подають у малярне відділення, де його фарбують.

Позиція 12 – на цій позиції проводять художню обробку, тепловоз оглядає приймальник, усувають недоліки та готують тепловоз на відправку.

2.4 Огляд цеху ПР-3 з ремонту тепловозів та його відділень

Склад основних виробничих відділень цеху визначається з вимог виробничого процесу ремонту тепловоза в обсязі ПР-3.

Розробка виробничої структури цеху, проектування, розрахунок їх параметрів та оснащення можуть бути виконані з урахуванням приблизної структури основних виробничих відділень, приведених у табл. 2.1.

В цеху ПР-3 розташовують спеціальні відділення, призначені для виконання відповідних робіт, пов'язаних із виробничими процесами ремонту тепловоза.

2.5 Визначення параметрів роботи внутрішньоцехового ремонтного виробництва та трудомісткості роботи візкового відділення

2.5.1 Визначення параметрів режиму роботи цеху

Режим роботи цеху визначається видом робочого тижня, кількістю робочих змін на добу і тривалістю робочої зміни з врахуванням умов технологічної безперервності та інших особливостей виробництва.

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Продовження табл. 2.1

1	2
Механічне відділення цеху	Наплавлення та механічна обробка деталей. Також тут виконують роботи по виготовленню нових деталей
Цехові комори приміщення <ul style="list-style-type: none"> інвентарно-роздавальні запасних частин 	Зберігання та видача пристроїв, запасних частин та матеріалів
Адміністративно-технічна служба цеху	Управління виробничим процесом

На основі прийнятого режиму роботи розглядаються річні номінальний і дійсний фонди часу цеху, робочого місця (виробничої позиції), обладнання і працюючих.

Згідно з діючим в Україні законодавством для виробничих підприємств промисловості і транспорту установлена п'ятиденний перервний робочий тиждень загальною тривалістю 40 годин з двома вихідними днями.

При тривалості робочої зміни 8 годин протягом року нараховується середня кількість робочих днів:

$$D_P = D_K - D_B - D_C - D_H, \quad (1.23)$$

де D_K – календарне число днів; $D_K = 366$ днів;

D_B – річна кількість неділь у році; $D_B = 52$ дні;

D_C – річна кількість субот у році; $D_C = 52$ дні;

D_H – число святкових днів у році; $D_H = 11$ днів.

$$D_P = 366 - 52 - 52 - 11 = 251 \text{ день.}$$

Річні фонди часу цеху розраховуються наступним чином:

$$\Phi_{ЦН} = [D_P \cdot t_S - (m_{П} + m_S) \cdot t_m] \cdot S, \quad (1.24)$$

де t_S – тривалість робочої зміни; $t_S = 8$ год.;

m_C – число робочих субот; $m_C = 0$ днів;

$m_{П}$ – число передсвяткових днів; $m_{П} = 4$ дні;

t_m – час, на який скорочується тривалість робочої зміни в святкові дні,

$$t_m = 1 \text{ год};$$

S – число робочих змін на добу.

$$\Phi_{ЦН} = [251 \cdot 8 - (4 + 0) \cdot 1] \cdot 1 = 2004 \text{ год.}$$

Дійсний фонд часу цеху співпадає з номінальним, оскільки при використанні цеху за часом регламентованої втрати робочого часу не передбачено. Отже,

$$\Phi_{ЦД} = \Phi_{ЦН} = 2004 \text{ год.}$$

Номінальний річний фонд часу робочого місяця дорівнює річному фонду часу цеху, тобто,

$$\Phi_{ПН} = \Phi_{ЦН} = 2004 \text{ год.}$$

Дійсний фонд часу розраховується по формулі

$$\Phi_{ПД} = K_{П} \cdot \Phi_{ПН}, \quad (1.25)$$

де $K_{П}$ – коефіцієнт, що враховує регламентовані втрати робочого часу на

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

планово-профілактичні обслуговування залежно від типу робочого місця і змінності роботи; $K_{II} = 0,979$.

$$\Phi_{ПД} = 0,979 \cdot 2004 = 1962 \text{ год.}$$

Номінальний річний фонд часу обладнання дорівнює річному фонду часу цеху, тобто

$$\Phi_{ОН} = \Phi_{ЦН} = 2004 \text{ год.}$$

Дійсний фонд часу розраховується по формулі:

$$\Phi_{ОД} = K_{O} \cdot \Phi_{ОН}, \quad (1.26)$$

де K_{O} – коефіцієнт використання номінального фонду часу, який враховує час перебування обладнання в ремонті, [2]; $K_{O} = 0,979$.

$$\Phi_{ОД} = 0,979 \cdot 2004 = 1962 \text{ год.}$$

Річний номінальний фонд часу працівника називається явочним фондом

$$\Phi_{ЯВ} = [D_P \cdot t_S - (m_{II} + m_S) \cdot t_m] \cdot S, \quad (1.27)$$

де S – число робочих змін на добу; $S = 1$.

$$\Phi_{ЯВ} = [251 \cdot 8 - (4 + 0) \cdot 1] \cdot 1 = 2004 \text{ год.}$$

Річний дійсний фонд часу працівника називається списочним $\Phi_{СП}$

$$\Phi_{СП} = \left[(D_P - D_O) \cdot t_S - \left(m_{II} + m_C - \frac{D_O}{6} \right) \cdot t_m \right] \cdot K_P, \quad (1.28)$$

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

де D_0 – тривалість відпустки працівника в робочих днях; $D_0 = 24$ дні.

K_P – коефіцієнт, що враховує невиходи на роботу з поважних причин;

$$K_P = 0,953 [2].$$

$$\Phi_{СП} = \left[(251 - 24) \cdot 8 - \left(4 + 0 - \frac{24}{6} \right) \cdot 1 \right] \cdot 0,953 = 1731 \text{ год.}$$

У більшості локомотивних депо, навіть при видах ремонту ПР-2 та ПР-3, зняті з локомотивів агрегати і вузли ремонтують і збирають з індивідуальною припискою елементів. Локомотив при цьому простоює в ремонті стільки часу, скільки потрібно для демонтажу, ремонту і монтажу знятих з нього агрегатів і вузлів. Коли виробнича потужність депо недостатня, йдуть на те, що ремонтують агрегати і вузли без зняття з локомотива, що негативно позначається на якості ремонту. Такий метод ремонту одержав назву індивідуальний.

У потужних локомотивних господарствах – на ремонтних базах і у спеціалізованих депо – застосовується більш прогресивний агрегатний метод ремонту, при якому агрегати і вузли обов'язково знімаються з локомотива і замінюються заздалегідь відремонтованими. При такому методі значно скорочується тривалість простою локомотива в ремонті, що визначається часом, затрачуваним лише на демонтаж, монтаж і випробування змонтованих агрегатів і вузлів.

Основними умовами здійснення агрегатного методу є взаємозамінність агрегатів (вузлів) і наявність оборотного фонду. У деяких літературних джерелах з питань експлуатації і ремонту рухомого складу цей фонд агрегатів і вузлів називається ремонтним. Ремонтний фонд може створюватися і на окремі складні деталі, ремонт яких вимагає значного часу.

Оборотний фонд агрегатів і вузлів A_0 складається з двох частин: технологічного A_m і страхового A_c запасів. Страховий запас іноді називають експлуатаційним. Технологічний запас створюється на ті агрегати і вузли, тривалість ремонту яких T_1 перевищує при даному виді ремонту розташовуваний

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

час T_2 , тобто час, відведений графіком виробничого процесу від зняття їх з локомотива до зворотної установки на той же самий локомотив. Величина технологічного запасу кожного агрегату (вузла) A_{tj} визначається окремо, по видах ремонту, за формулою

$$A_{tj} = \frac{P_{pj}}{D_p} (T_1 - T_2) Z, \quad (1.29)$$

де P_{pj} – річна програма даного виду ремонту, при якому агрегат (вузол) підлягає зняттю з локомотива, од;
 Z – кількість однойменних агрегатів (вузлів) на одиниці локомотива.

$$A_t = \frac{(40 + 12)}{251} \cdot (10 - 3,75) \cdot 2 = 2,58.$$

Приймаємо $A_t = 3$ одиниці.

Загальна величина запасу цього виду визначається підсумовуванням по видах ремонту.

Якщо $T_1 < T_2$, технологічний запас не потрібен і, навпаки, утворюється перехідний запас, що може бути при необхідності використаний як страховий. Перехідний запас $A_{II} = -A_t$.

Страховий запас створюється на ті агрегати (вузли), заміна яких необхідна через їх підвищений знос або ушкодження. Величина страхового запасу встановлюється в розмірах від 8 до 15% технологічного запасу, тобто

$$A_c = (0,08 \dots 0,15) A_m, \quad (1.30)$$

Загальні розміри A_T і A_c розраховуються. Величина A_T при цьому перевіряється по мінімальних нормах.

					<i>0032.090107.000.01MP.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$A_c = (0,08 \div 0,15) \cdot 3 = 0,24 \div 0,45.$$

Приймаємо страховий запас $A_c = 1$ одиницю.

$$A_o = 1 + 1 = 2 \text{ одиниці.}$$

У підсумку по кожному агрегаті (вузлові), що вимагає створення технологічного запасу, розрахункова величина A_t не повинна бути нижче встановленої мінімальної норми, тобто в тих випадках, коли розрахункова величина A_t по даному агрегаті (вузлові) нижче норми, вона повинна бути прийнята по нормі. При цьому одиницею запасу вважається кількість, тобто комплект однойменних агрегатів (вузлів), встановлюваних на одиниці локомотива.

При розрахунку штату цеху ремонту ПР-3 необхідно розрахувати чисельність наступних категорій робітників:

- основних виробничих робітників $P_{вр}$;
- допоміжних робітників $P_{др}$;
- молодшого обслуговуючого персоналу $P_{мон}$;
- лічильно-контрського персоналу $P_{лkn}$;
- інженерно-технічних робітників P_{imp} .

Розрахунок необхідної кількості основних виробничих робітників даної професії визначається за формулою:

$$P_{npj} = a_x \frac{\sum_{j=1}^m (\Pi_{pj} c_{pj})}{100 \Phi_{рсп}} \lambda_j, \quad (1.31)$$

де j – індекс виду ремонту або обслуговування;

m – кількість видів ремонту та обслуговування, які виконуються в депо;

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

P_{pj} – розрахункова річна кількість (програма) ремонту та обслуговування кожного виду, од.;

c_{pj} – трудомісткість одиниці ремонту або обслуговування кожного виду, люд/од.;

$\Phi_{рсп}$ – річний фонд часу списочного робітника даної професії відповідно до умов праці (групі виробничого процесу), год;

α_x – коефіцієнт, що враховує зайнятість робітників на господарських роботах по депо; приймаємо 1,1;

λ_j – відсоток участі даної професії в загальних витратах праці на кожен вид ремонту або обслуговування.

Необхідна кількість допоміжних робітників (ДР), молодшого обслуговуючого персоналу (МОП), лічильно-конторського персоналу (ЛКП) і інженерно-технічних працівників (ІТП) визначається у відсотках від загального числа основних виробничих робітників по нормативах:

$$P_{вр} - 16 \%, P_{моп} - 5 \%, P_{ркп} - 5\%, P_{ітр} - 12\%.$$

Розподіл чисельності МОП, ЛКП і ІТП по конкретних професіям і посадах у залежності від загальної чисельності виробничих робітників, зайнятих ремонтом і обслуговуванням локомотивів, здійснюється згідно [2], де приведені приблизні цифри для різних депо. Розрахунки оформлюємо у вигляді таблиць, результати розрахунків наведені у табл. 2.2 та 2.3.

Необхідне обробне устаткування (металорізальні і деревообробні верстати, ковальські молоти, преси), основне технологічне устаткування (мийні машини і камери, ремонтні, збірні й випробувальні стенди, зварювальні машини і мідницькі горни, нагрівальні печі і т.і.), а також спеціальні інвентарні засоби (нестандартні столи, стели, стелажі, верстати) вибираються за умов виконання відповідних технологічних процесів із установленими технічними вимогами, по діючих

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Таблиця 2.2 – Розрахунок штату виробничих робітників

Вид роботи	Професія робітника	Участь професій в ремонті, %	Кількість робітників, осіб			
			розрахункове	прийняте	1-зміна	2-зміна
1	2	4	5	6	7	8
Розбирання і збирання локомотивів	слюсарі по ремонту рухомого складу	27,5	6,44	7	4	3
	слюсарі	12	2,12	3	2	1
	мийники-прибиральники рухомого складу	4,2	0,74	1	1	0
Ремонт паливної апаратури	слюсарі по ремонту паливної апаратури	3,3	0,58	1	1	0
Ремонт фільтрів	робітники по очищенню і виварюванню деталей	1,3	0,23	1	1	0
Ремонт автогальмового устаткування	слюсарі по ремонту гальмового і пневматичного устаткування	10,7	1,89	2	1	1
Ремонт контрольно-вимірювальних приладів	слюсарі по ремонту КВП	2,3	0,41	1	1	0
Ремонт акумуляторних батарей	акумуляторщики	2,1	0,37	1	1	0
Ремонт секцій холодильників	слюсарі спеціалізованих бригад	0,2	0,04	1	1	0

Продовження таблиці 2.2

1	2	4	5	6	7	8
Ремонт електричних машин	слюсарі	11	1,94	2	1	1
Ремонт роликів букс і підшипників	слюсарі спеціалізованих бригад	0,6	0,11	1	1	0
Обточування колісних пар	токарі	2,6	0,46	1	1	0
Ремонт електроапаратів	електрики по ремонту електроустаткування	3	0,53	1	1	0
Механічна обробка деталей	токарі	4,2	0,74	1	1	0
	фрезерувальники	0	0	0	0	0
	стругальники	0	0	0	0	0
	шліфувальники	0	0	0	0	0
Зварювальні роботи	електро-зварювальники	0,5	0,09	1	1	0
	газозварювальники	0,5	0,09	1	1	0
Столярні роботи	столяри	0,7	0,12	1	1	0
Малярні роботи	малярі	1,4	0,25	1	1	0
Заготівельні роботи	слюсарі в заготівельних відділеннях	0,3	0,05	1	1	0
Підсобні роботи	різноробочі	2,6	0,46	1	1	0
Загальний штат виробничих робітників				30	24	6

Таблиця 2.3 – Розрахунок штату основних робітників

Професія робітника	Кількість робітників, осіб
Допоміжні робітники	5
Молодший обслуговуючий персонал	2
Лічильно-конторський персонал	2
в тому числі	
обліковець	1
комірник	1
Інженерно технічні робітники	4
в тому числі	
начальник цеху	1
інженер-технолог	1
майстер цеху	2
Штат виробничих робітників	30
Усього	49

каталогах, відповідно до номенклатури, установлені типовими проектами депо і нормами технологічного проектування.

Необхідна кількість верстатів визначається за формулою

$$N_B = \frac{\sigma_g \cdot Q}{100 \cdot K_{HO} \cdot \Phi_{obl} \cdot K_3}, \quad (1.32)$$

де σ_g – відсоткове співвідношення станочної трудомісткості до загальної трудомісткості цеху; приймаємо 5,1 %;

K_3 – середній розрахований коефіцієнт завантаження верстатного обладнання, приймаємо 0,85;

K_{HO} – прогресивний коефіцієнт виконання норм. Приймаємо $K_{HO} = 1.1$.

Підставивши значення отримаємо

$$N_B = \frac{5,1 \cdot 532000}{100 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 1962} = 14,7,$$

Приймаємо 15 верстатів.

Загальну кількість верстатів розбиваємо за типами згідно за формулою

$$N'_B = \frac{\sigma'_e}{100} \cdot N_e, \quad (1.33)$$

де N'_B – потрібна кількість станків даного типу, од.;

σ'_e – відсоткове відношення зайнятості станків даного типу до загальної трудомісткості верстатних робіт цеху, приймаємо згідно з методичними вказівками.

Результати розрахунків потрібної кількості обладнання зводимо до табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Розрахунок обладнання цеху

Найменування станка	Розрахунковий коефіцієнт, %	Кількість	
		за розрахунком	прийнято
Токарно-гвинторізний	40	6	6
Карусельний	6	0,9	1
Горизонтно-розточний	6	0,9	1
Фрезерний	12	0,18	2
Свердлувальний	16	2,4	3
Шліфувальний	20	3	3
Разом			15

Визначаємо кількість технологічної оснастки (стандартного й нестандартного обладнання)

$$N_{OB} = \frac{q_{OB} \cdot \Pi_P}{\Phi_{OB}}, \quad (1.34)$$

де q_{OB} – норма витрат на одиницю ремонту (секцію тепловоза), приймаємо 1022,04 агрегато-годин/секцію.

$$N_{OB} = \frac{1022,4 \cdot (40 + 12)}{1962} = 27,1.$$

Приймаємо 27 одиниць.

При розрахунку в об'ємі розширеного проектного завдання застосовується метод питомих площ, згідно якому загальна виробнича площа цеху визначається по формулі:

$$F_o = \sum_{i=1}^n f_i \cdot K_i, \quad (1.35)$$

де i – індекс вимірювача;

f_i – норма площі на вимірювач, м²/вим;

K_i – розрахункова кількість вимірювачів даного типу.

$$F_o = 1,5 \cdot 1360 = 2040 \text{ м}^2.$$

Основними розмірами цеху є ширина B , довжина L , висота до рівня затяжки ферм H .

Ширина прольотів цеху визначається відповідно до норм технологічного проектування, що узгоджені з нормами уніфікації будівельних конструкцій.

Загальна виробнича площа за методом питомих площ буде дорівнювати:

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$F_{заг} = 2040 \text{ м}^2.$$

Цех приймається однопролітним.

Ширина прольоту цеху визначається за нормами технологічного проектування, що узгоджені з нормами уніфікації будівельних конструкцій і становить $B = 30$ м.

Довжина проектуваного цеху, яка визначається його розрахунковою загальною виробничою площею і вибраною шириною головного прольоту складе:

$$L = \frac{F_{заг}}{B}, \quad (1.36)$$

$$L = \frac{2040}{30} = 68 \text{ м.}$$

Довжина цеху за нормами технологічного проектування повинна бути кратна 6 чи 12 м. Тому відкоректоване значення $L = 72$ м.

Уточнена загальна виробнича площа:

$$F_{ум} = 30 \cdot 72 = 2160 \text{ м}^2,$$

Висота до рівня затяжки ферм приймається за [2] і буде становити $H = 10,8$ м
Ця висота перевіряється по епюрі поперечного перерізу цеху. Згідно епюри:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7, \quad (1.37)$$

де h_1 – найбільша висота встановленого в цеху устаткування або виробу, що знаходиться на ремонті; приймаємо $h_1 = 2,3$ м [2];

h_2 – відстань від верхньої точки встановленого устаткування до нижньої точки виробу, піднятого в крайнє верхнє положення, що транспортується краном; приймаємо $h_2 = 0,4$ м;

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

- h_3 – висота найкрупнішого виробу або устаткування, що транспортується; приймаємо $h_3 = 1,2$ м;
- h_4 – відстань від верхньої точки предмету, що транспортується, до центру крюка крана, не менше ніж 1 м., приймаємо $h_4 = 1$ м;
- h_5 – відстань від центру крюка крана, в його граничному верхньому положенні до верхньої грані головки підкранової рейки; приймаємо $h_5 = 0,5$ м [2];
- h_6 – габаритна висота крана від верхньої грані головки підкранової рейки до верхньої точки контурів крана; приймаємо $h_6 = 1,9$ м [2];
- h_7 – відстань від верхньої точки контурів крана до рівня затягування ферм; приймаємо $h_7 = 0,1$ м [1].

$$H = 2,3 + 0,4 + 1,2 + 1 + 0,5 + 1,9 + 0,1 = 7,4 \text{ м.}$$

Приймаємо рекомендовану величину $H = 10,8$ м.

Висота до верхньої грані головки підкранової рейки становить:

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5, \quad (1.38)$$

$$H_1 = 2,3 + 0,4 + 1,2 + 1 + 0,5 = 5,4 \text{ м,}$$

Приймаємо рекомендоване значення $H_1 = 8,15$ м.

Підйомно-транспортне обладнання цеху складається з мостових, підвісних, консольно-поворотних і козлових кранів, підвісних кран-балок, монорейок з тельферами, конвеєрів, рольгангів, пневматичних, гідравлічних і електричних підйомників, електрифікованих рейкових візків, автонавантажувачів, електрокар, мотокар та інших технічних засобів.

Вибір підйомно-транспортного обладнання проводиться з врахуванням забезпечення:

- а) повної механізації усіх піднімальних, транспортних і складських робіт;
- б) обслуговування поточних ліній спеціальними штатними підйомно-

					<i>0032.090107.000.01MP.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

транспортними засобами;

в) обслуговування окремих робочих місць індивідуальними підйомними пристроями;

г) створення зручного транспортного зв'язку між окремими ділянками і робочими місцями.

Вантажопідйомність підйомно-транспортного обладнання вибирається за його призначенням виходячи з максимальної маси транспортованого вантажу, а для мостових кранів – з врахуванням можливості транспортування технологічного і станочного обладнання цеху.

У зв'язку з тим що ремонтуємі в цеху елементи мають значні габарити і масу, усі підйомно-транспортні операції по установці їх на верстати, передачі з відділення у відділення здійснюються за допомогою електромостових кранів, консольних кранів, технологічних механізованих транспортних візків і кран-балок.

Згідно норм проектування для нових цехів вантажопідйомність мостових кранів вибираємо 3 т.

При середній інтенсивності завантаження мостових кранів, яка є на локомотивних депо, їх необхідна кількість підбирається виходячи з норм обслуговування одним краном прольоту цеху довжиною 50 – 60 м.

Вибір підйомно-транспортного обладнання проводиться з урахуванням забезпечення:

- повної механізації всіх підйомних, транспортних і складських робіт;
- обслуговування поточних ліній спеціальними штатними підйомно-транспортними засобами;
- обслуговування окремих робочих місць індивідуальними підйомними пристроями;
- створення зручного транспортного зв'язку між окремими ділянками і робочими місцями.

Вантажопідйомність підйомно-транспортного устаткування вибирається по його призначенню виходячи з максимальної маси вантажу, що транспортується, а для мостових кранів – з урахуванням можливості транспортування технологічного і верстатного устаткування цеху.

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

3 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ РАМИ ВІЗКА

3.1 Характерні несправності рами візка та спосіб їх усунення

Експлуатаційний термін рами тепловоза складає 20 років. Особливу небезпеку складають тріщини в зварних швах кронштейнів підвіски тягових двигунів, так як це може спричинити аварійні випадки внаслідок відриву кронштейну та падіння тягового двигуна на залізничну колію. Так як характер тріщин зварних швів кронштейнів має наскрізний характер, то це потребує заміни усієї поперечини рами, якщо тріщини розташовані під верхнім кронштейном та заміна уставки, якщо тріщини під нижнім кронштейном. Аналізуючи кількість відремонтованих рам візків та кількість замін поперечних балок та уставок, бачимо, що ці випадки трапляються переважним чином на рамах вік яких складає понад 20 років.

Також до характерних несправностей рам візків належать прогини несущих частин, які підлягають правці з попереднім нагрівом та послідуною перевіркою геометрії рами, відповідно креслярським розмірам. Перевірку геометрії рами візка проводять на спеціальному стенді оптичним методом.

Вм'ятини на рамі візка, які виникають у процесі експлуатації та мають глибину менше 3 мм дозволяється залишати без зміни, а більш глибокі відновлюються наплавкою з послідуною механічною обробкою.

До несправностей які виникають у підвісці тягових двигунів відносять тріщини та зноси опор пружинних пакетів. При тріщинах опори бракуються, а при зносах відновлюють за допомогою наплавки з послідуною механічною обробкою. Пружини які мають тріщини або не відповідають розмірам по висоті замінюють. Цапфи підвіски при зносі більш допустимого, підлягає хромуванню з подальшою шліфівкою до відповідних розмірів.

Кронштейн під амортизатор також може мати несправності, які викликають заміну або ремонт цього вузлу. До заміни приводить виробітку отворів під палець в петлях кронштейну більш 1 мм, а також збільшення розміру між петлями на 3 мм.

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Продовження табл. 3.1

1	2	3
Втулки які мають зношений внутрішній діаметр	Мікрометраж	Вирізають, місця під їх посадку розвертають та запресовують нові з дотриманням натягу на посадку. Якщо отвори під втулки зношені більш як на 2 мм то їх наплавляють з припуском
Збільшений розмір між опорними носами підвісок тягових електродвигунів	Мікрометраж	Більше 6 мм опорні поверхні відновлюють наплавленням з послідуною механічною обробкою
Зноси та овальність отворів опор пружин підвіски тягових електродвигунів	Мікрометраж	Потрібно наплавити поверхню з послідуною механічною обробкою
Зноси, зриви, змінання різьб	Мікрометраж	Перерізаня різьби на слідуочий, більший від креслярського розмір, заплавити різьбовий отвір з послідуною нарізкою різьби

3.2 Ремонт рами візка

3.2.1 Демонтаж вузла

Виробничим процесом демонтажу рами візка рухомого складу викочування останнього з-під тепловоза. При викочуванні виконують наступні роботи.

Першочерговим є від'єднання кузова від візків шляхом виїмки шворнів. Послідовність операцій викочування візка:

- демонтувати заглушки шкворневих отворів в підлозі тепловоза;
- створити вертикальне навантаження на шворні, вийняти чеку з

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

шкворневих отворів, зняти шайби;

- дістати шворні разом з пружинами.

Виконуємо демонтаж всіх необхідних кабелів та трубопроводів.

Далі необхідно встановити опорні поверхні домкратів під раму кузова. Опорні поверхні домкратів по черзі приводимо в стан легкого контакту з подовжніми балками рами кузова. Заздалегідь в зону контакту підкладаємо прокладки розміром 150x300x30 мм. Виконуємо підйом кузова тепловоза. Візки по черзі викочуємо з-під тепловоза та відправляємо на розбиральний майданчик.

3.2.2 Розбирання візка

Повне розбирання візка з її попереднім викочуванням, промиванням та протиранням всіх вузлів та агрегатів здійснюється при ПР-3 та подальших.

При ПР-3 візка виконують наступні роботи.

Зливають мастило з редуктора, роз'єднують карданні муфти та видаляють мастило з напівмуфт.

Знімають реактивну тягу підвішування тягового двигуна та виконують їх ревізію з оглядом стану всіх деталей, різьбових з'єднань. Знімають тяговий двигун. Оглядають деталі стопорного кріплення, настановні гвинти.

Розбирають деталі важільної гальмівної передачі: знімають паралельну тягу, крайні та середні гальмівні підвіски, стабілізатори, гальмівні колодки. Потім викочують колісні пари.

Знімають балку центрального підвішування та розбирають її. Знімають гальмівні циліндри.

Розбирають буксові вузли, для чого знімають з букси Т-образну планку, нижні гумові ковпачки та хомутики, що кріплять їх. Вкручують в торці технологічні болти з шайбами, фіксуючі вузол в складеному стані при викочуванні колісних пар. Перевертають раму візка та видаляють технологічні болти. За допомогою спеціального пристосування стискають надбуксову пружину, щоб звільнилася верхня опора. Знімають з неї кріпильний дріт та чохол, нижню пору в складі, пружину, верхню опору з гумовою прокладкою. Звільняють

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

нижню опору від дроту. Всі деталі промивають та досуха витирають.

3.2.3 Ремонт рами візка

Після розбирання, промивки та протирання всіх деталей виконують процеси огляду та технологічного ремонту.

Огляд рами візка полягає у виявленні тріщин, пошкоджень, зносу та інших дефектів. При необхідності тріщини заварюють.

Далі виконують перевірку стану подовжніх, середніх, поперечних, підсилюючих балок, верхніх та нижніх кронштейнів підвіски редуктора, кронштейнів кріплення центральних амортизаторів, кронштейнів підвішування гальмівних підвісок, кронштейнів кріплення гальмівних циліндрів, направляючих буксових пружин, утримувачів повітропроводів, заводської таблички.

Потім зачищають елементи рами, що підлягають магнітній дефектоскопії, перевіряють роз'ємним дефектоскопом.

Перевіряють стан горловини опори валів центрального підвішування та їх втулки на відсутність тріщин, стан зварних швів, а також виробіток, тріщин у втулках та їх ослаблення.

Обробляють та заварюють тріщини. Зрубають непридатні накладки та приварюють нові.

Оглядають зняті деталі важільної гальмівної передачі, деталі центрального підвішування, підвіски редуктора. Перевіряють відповідність їх нормам та допускам. Дефектні деталі замінюють.

3.2.4 Складання

Після технологічних процесів огляду, дефектування та ремонту виконують складання.

Раму візка встановлюють на кантувач. Встановлюють буксову пружину, нижню опору в складі. Стиснувши буксову пружину, закріплюють чохол в'язальним дротом на верхній опорі, після чого встановлюють монтажний болт. Перевертають раму та підкочують під неї колісні пари, заздалегідь поставивши

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

нижні гумові прокладки.

Після складання буксового вузла рами візки з колісною парою вивертають монтажні болти, надягають та кріплять гумові ковпаки. Потім складають зняті з візка деталі та вузли. При складанні візка повинні виконуватися наступні вимоги:

- рама візка при опусканні на колісні пари повинна входити в місця посадки вільно під власною вагою;
- тягові двигуни при монтажі повинні бути закріплені на кронштейнах рами та зафіксовані реактивною тягою.

3.2.5 Випробування візка

Після завершення монтажу візків проводять стендові обкатувальні випробування в наступному порядку:

- відгортають пробку нижнього люка редуктора, за допомогою шприца подають мастило до рівня контрольного отвору;
- візок встановлюють на обкатувальний стенд та фіксують положення рами візка;
- під'єднують кабелі тягових двигунів та обкатувального генератора до переносного щита (у зоні установки візка не повинно бути людей) та включають рубильник обкатувального генератора. Двигуни та редуктори обертають по годинній та проти годинникової стрілки по 15 хв;
- від'єднують кабелі тягових двигунів обкатувального генератора від переносного щита та знімають візок із стенду.

Всі регулювальні роботи на візках виконують після підкатки під тепловоз на горизонтальній ділянці колії. Устаткування візка при обкатці не повинне мати вібрацій та стороннього шуму, в редукторі не повинні спостерігатися сліди просочування мастила з внутрішньої порожнини муфти.

3.3 Складання маршрутно-операційної карти ремонту рами візка тепловоза М62

Технологічна документація – комплекс текстових та графічних документів,

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

що визначають технологічний процес виготовлення або ремонту виробу (включаючи контроль та переміщення) та містять необхідні дані для організації виробництва. Державними стандартами встановлена Єдина система технологічної документації (ЄСТД), що є складником ЄСТПІ. ЄСТД визначені взаємозв'язані правила та положення про порядок розробки, оформлення, комплектації й обігу технологічної документації, що розробляється та застосовується у виробництві всіма машинобудівними та приладобудівними організаціями та підприємствами.

Маршрутна карта (МК) містить опис технологічного процесу виготовлення, ремонту виробу за всіма операціями в технологічній послідовності, із вказівкою даних щодо обладнання, оснащення, матеріалів, трудових та інших нормативів. Маршрутна карта є основним технологічним документом, її розробляють на всіх стадіях складання робочої документації. Маршрутна карта має чотири варіанти виконання залежно від типу виробництва та засобу викладення технологічного процесу: форми 0, 1, 2 та 3, призначені для одиничних технологічних процесів; форма 4 – для типових технологічних процесів.

Карта ескізів (КЕ) містить графічну ілюстрацію технологічного процесу виготовлення виробу й окремих елементів. Карту складають на розсуд розробника залежно від характеру або умов виготовлення виробу.

До комплексу основних технологічних документів входять маршрутна карта та карта технологічного процесу. Вибір відповідного комплексу документів залежить від типу виробництва та засобів виконання технологічного процесу на даному підприємстві.

В магістерській дипломній роботі пропонується розробка маршрутно-операційної карти ремонту рами візка тепловоза М62 з застосуванням обладнання, яке рекомендовано для покращення виконання технологічних операцій ремонту рами візка. Маршрутно-операційна карта наведена в додатку А.

3.4 Порядок роботи технологічного устаткування та його технічний опис

3.4.1 Впровадження пристрою для переміщення візків

На основі розрахованих у попередніх пунктах площі та висоти проектного

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

цеху ПР-3 можемо зробити висновок щодо можливості реконструкції цеху як способу підвищення техніко-економічного рівня виробництва.

Для підвищення якості та технологічності ремонту, ступеня механізації, удосконалення технологій ремонту в об'ємі ПР-3 пропонуємо впровадити на території цеху додаткове технологічне устаткування, що забезпечить переміщення візків уздовж цеху (рис. 3.1).

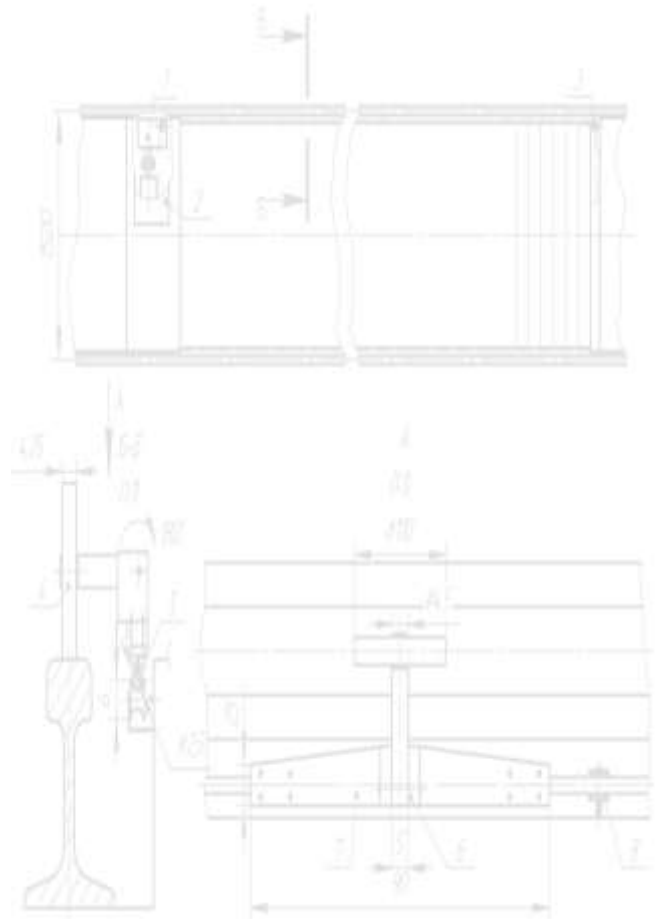


Рисунок 3.1 – Лебедка переміщення візка

Устаткування складається з тросу, який проходить з внутрішньої сторони рейок. До тросу кріпиться механізм б з роликом, який переміщується по головці рейки. Пристрій призначений для викочування візків з-під кузова локомотива, транспортування по колії, а також, після закінчення ремонту, для подачі візків до локомотива.

Трос пристрою натягнутий по всій довжині колії та приводиться в рух за допомогою приводу, який розташований між рейками, за рахунок чого не

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

перешкоджає проїзду моторвагонного рухомого складу. Привід пересувного пристрою складається з електродвигуна постійного струму, який через муфту передає обертовий момент до двоступінчатого редуктора. До вала редуктора приєднаний шків, на який намотаний трос. Трос по всій довжині підтримується роликами.

Вибір та розрахунок приводу пересувного пристрою (рис. 3.2). Вибір електродвигуна проводиться залежно від роду струму та номінальної напруги, номінальної потужності та частоти обертання, виду природної характеристики двигуна та його конструктивного виконання.

Двигуни постійного струму зручніші для використання у вантажопідйомних машинах, оскільки вони здатні створювати більший пусковий момент, дозволяють здійснювати регулювання частоти обертання в широких межах та можуть використовуватися при більшій частоті обертання. Проте ці двигуни дорожчі, ніж двигуни змінного струму, менш надійні та вимагають застосування спеціальних випрямлячів, що перетворюють струм промислової частоти в постійний.

Приведемо розрахунки для визначення основних параметрів двигуна.

Визначимо загальний коефіцієнт корисної дії (ККД) приводу:

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_{\text{ч}} \cdot \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{п}}, \quad (3.1)$$

де $\eta_{\text{ч}}$ – ККД черв'ячної передачі, приймаємо $\eta_{\text{ч}} = 0,83$;

$\eta_{\text{м}}$ – ККД муфти, приймаємо $\eta_{\text{м}} = 0,99$;

$\eta_{\text{п}}$ – ККД підшипників кочення, приймаємо $\eta_{\text{п}} = 0,99$.

$$\eta_{\text{заг}} = 0,83 \cdot 0,99 \cdot 0,99 = 0,813.$$

Максимальна статична потужність пересувного пристрою, кВт:

$$P_{\text{ст}} = Q \cdot V, \quad (3.2)$$

де Q – сила зрушення візка з місця, приймаємо $Q = 16$ кН;

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

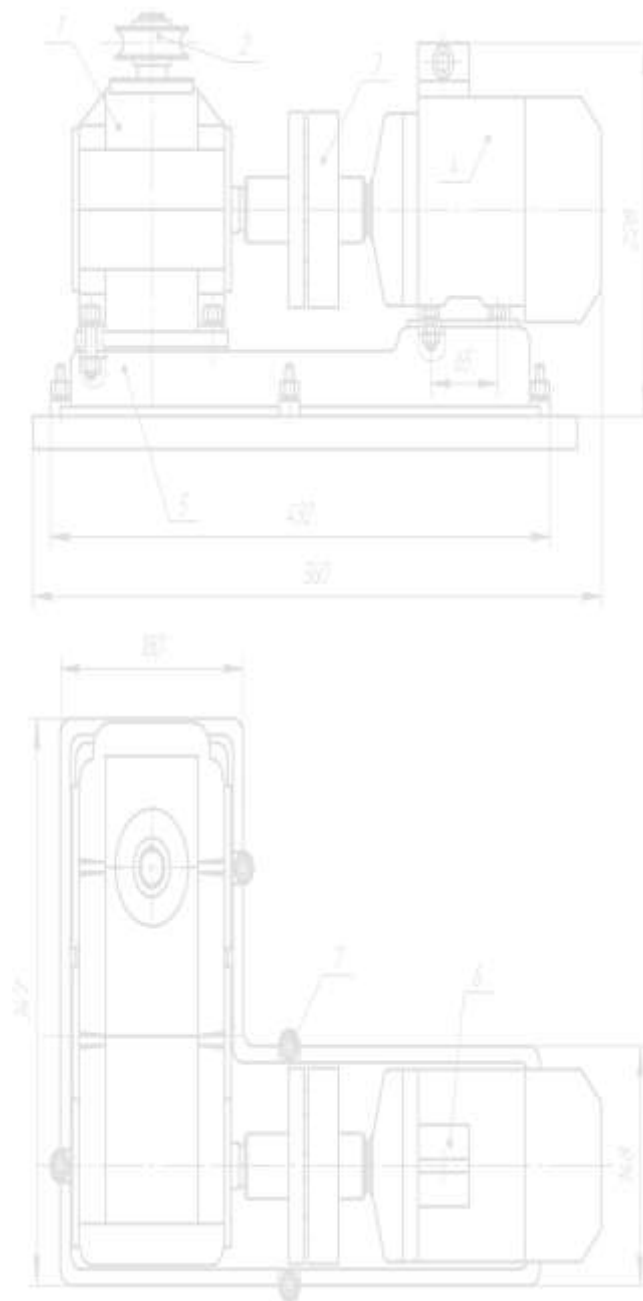


Рисунок 3.2 – Привод пересувного пристрою

V – швидкість пересувного механізму, км/год.

$$P_{cm} = 16 \cdot 0,36 = 5,76 \text{ кВт.}$$

Необхідна потужність двигуна визначається за формулою:

$$P_{дв} = \frac{P_{cm}}{\eta_{заг}}, \quad (3.3)$$

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

$$P_{\text{дв}} = \frac{5,76}{0,813} = 7,08 \text{ кВт.}$$

Приймаємо для приводу пересувного пристрою двигун змінного струму з короткозамкненим ротором типу 4АМ80В493 з потужністю 7,5 кВт та частотою обертання 1400 хв⁻¹.

Вибір редуктора. Так як нам необхідний редуктор компактної конструкції з великим передаточним числом, то приймаємо одноступінчатий редуктор з черв'ячною передачею.

Черв'ячною передачею називається механізм, що слугує для перетворення обертального руху між валами з осями, що схрещуються. Зазвичай черв'ячна передача складається з черв'яка та зв'язаного з ним черв'ячного колеса. Кут схрещування осей зазвичай рівний 90°; не ортогональні передачі зустрічаються рідко. Черв'ячні передачі відносяться до передач із зачепленням, в яких рух здійснюється за принципом гвинтової пари. Тому черв'ячні передачі відносять до категорії зубчато-гвинтових.

Зазвичай провідна ланка черв'ячної передачі – черв'як, але існують механізми, в яких провідною ланкою є черв'ячне колесо.

Переваги черв'ячних передач, крім вище вказаного, – висока кінематична точність та підвищена плавність роботи; мала інтенсивність шуму та віброактивності; можливість забезпечення самогальмування.

Недоліки черв'ячних передач: значне геометричне ковзання в зачепленні та пов'язані з цим тертя, підвищений знос, схильність до заїдання. Вказані недоліки обмежують потужність черв'ячних передач (зазвичай до 60 кВт).

Передаточне відношення черв'ячного редуктора:

$$U = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{ш}}}, \quad (3.4)$$

де $n_{\text{дв}}$ – частота обертання вала двигуна, хв⁻¹;

$n_{\text{ш}}$ – частота обертання шківів, хв⁻¹.

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Частота обертання шківів знаходиться за формулою:

$$n_{ш} = \frac{\omega \cdot 60}{2 \cdot \pi}, \quad (3.5)$$

де ω – кутова швидкість шківів, с^{-1} .

$$\omega = \frac{V}{R}, \quad (3.6)$$

де R – радіус шківів, м.

$$\omega = \frac{0,1}{0,056} = 1,832 \text{ с}^{-1},$$

$$n_{ш} = \frac{1,832 \cdot 60}{2 \cdot 3,14} = 17,5 \text{ хв}^{-1},$$

$$U = \frac{1400}{17,5} = 80.$$

Вибір муфти. Для з'єднання валів електродвигуна та редуктора приймаємо пружну муфту, здатну пом'якшувати удари та гасити крутильні коливання.

За рахунок впровадження цього устаткування в першу чергу підвищиться рівень безпеки життєдіяльності робочого персоналу, що сприяє підвищенню показників охорони праці.

3.4.2 Мийна машина типу ММД-12

Перед розбиранням раму візка очищують від бруду, пилу, масел та фарби до металу в мийній машині типу ММД-12, за допомогою 5% розчину каустичної соди. Після мийки раму зачальюють стропами та встановлюють мостовим краном вантажопідйомністю 10 т, на стійло для розбирання. Викручують по два болта з кожного з шести буксових пальців та знімають їх. Знімають ніжні чотирихгранні буфера та зрізають за допомогою газового різаку бічні буфера, з послідуною зачисткою поверхонь шліфувальною машинкою. Розшпінтовують та відкручують гайки кріплення шкворневих опор та знімають їх разом з

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

підкладками.

Потім раму візка встановлюють на стенд для очистки зварних швів гідропіскоструйним методом перед контролем на наявність тріщин. На стенді за допомогою апарату високого тиску HD-1090 проводять очистку зварних швів від бруду та залишків фарби до основного металу.

3.4.3 Кантувач рам візків

Кантувач рами візків призначений для підйому та повороту рам візків вагонів електродепо, з ходового положення в положення для проведення вимірювань. Він впроваджується з метою механізації ручної праці при ремонті рам візків.

За рахунок впровадження кантувача підвищується якість та точність вимірювань геометричних параметрів візків, що в свою чергу підвищує надійність рухомого складу. Підвищується рівень охорони праці робітників цеху. Зменшується час технологічного процесу ремонту візків, що призводить до економії впровадженого устаткування.

Перед початком роботи на кантувачі необхідно: розконсервувати складальні одиниці та деталі; перевірити наявність мастила в підшипникових вузлах, редукторах (якщо вона відсутня, то заповнити нею ці складальні одиниці); провести зовнішній огляд складальних одиниць та деталей для виявлення можливих пошкоджень та усунути їх по можливості; виконати захисне заземлення згідно «Правилам устаткування електроустановок»; перед підключенням машини перевірити опір ізоляції, який повинен бути не менше 0,5 МОм; підключити електроустаткування до електромережі; перевірити роботу кантувача на холостому ході.

Технічні дані кантувача

Вантажопідйомність, кг	3000
Висота підйому, м	1,5
Швидкість підйому, м/с	0,06

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Частота обертання захватів, хв ⁻¹	2
Габаритні розміри рами візка, мм:	
- довжина	3742
- висота	220
- ширина	2246
Габаритні розміри кантувача, мм:	
- довжина	6000
- висота	2700
- ширина	3500
Напруга електроживлення, В	380
Потужність електропривода, кВт	5
Час повороту рами на 1800, с	40
Висота підйому візка для здійснення перевероту, мм	1750
Час підйому візка, с	70
Частота мережі, Гц	50
Маса, кг	2000

Кантувач (рис. 3.3) складається з двох стійок 2, 5 з каретками 3, 6; двигуна 11, редукторів 1, 9, 10; двох траверс 4, приводних валів 12, 13 та пульта управління. На каретці 6 встановлений двигун з редуктором.

Порядок роботи на кантувачі. Кнопкою «Вниз» на пульті управління опустити кантувач в крайнє нижнє положення. Відвести убік рукоятку фіксації та встановити на траверсу раму візка, зафіксувавши її рукоятками. Натиснути кнопку «Вгору» на пульті управління. Включається двигун 11 та через редуктор 1, редуктор 9 та вали 12, 13, та два гвинти 7, що знаходяться в стійках, почнуть підніматися каретки зі встановленою на траверсах рамою.

По досягненню необхідного положення натиснути на пульті управління кнопку «Стоп».

Для розвороту рами навколо своєї осі на пульті управління натиснути

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

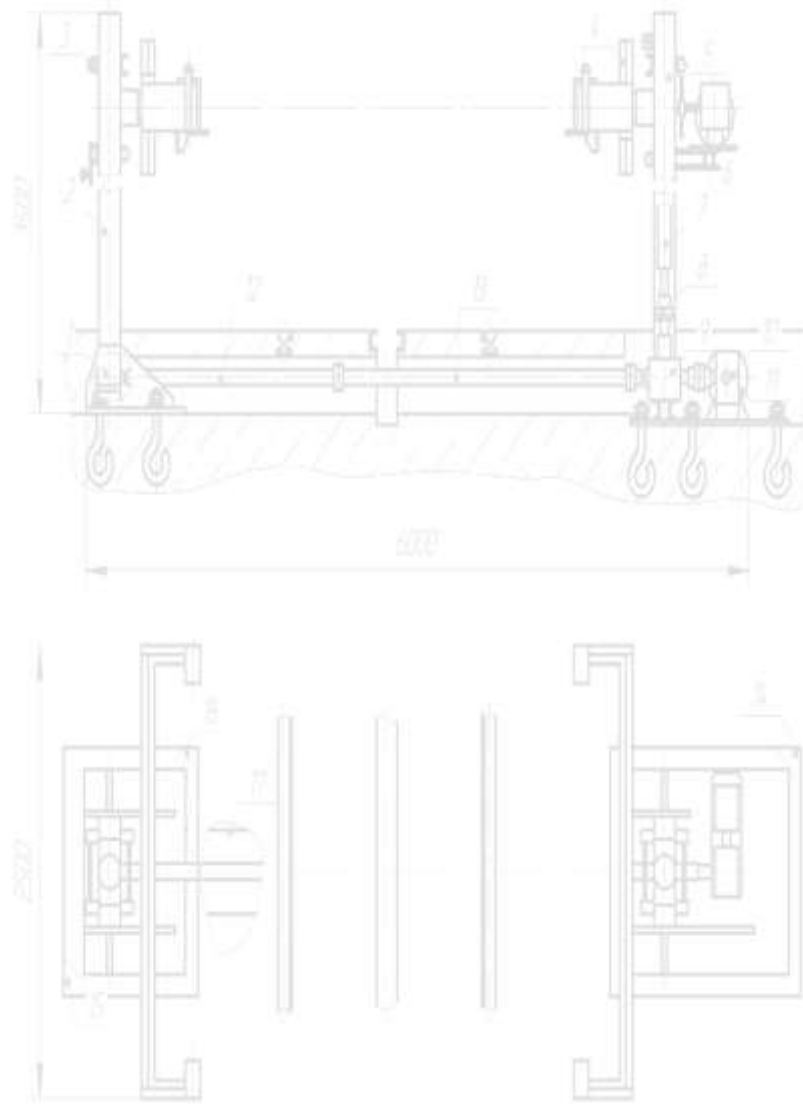


Рисунок 3.4 – Кантувач рами візка:

1, 9, 10 – редуктор; 2, 5 – стойка; 4, 5 – повздовжня балка; 3, 6 – каретка; 4 – траверса; 7 – гвинт; 8 – муфта; 11 – двигун; 12, 13 – вал; 14, 15, 16, 17 – огородження

кнопку «Поворот вліво» (вправо). Включиться двигун повороту, розташований на каретці 6 та через редуктор та блок шестерень почне перевертати траверсу 4 разом з рамою. По досягненню необхідного кута повороту натиснути кнопку «Стоп поворот» на пульті управління.

По закінченню робіт розвернути раму в горизонтальне положення та опустити її в початкове положення.

Для обмеження підйому та опускання кареток 3, 6 на стійках встановлені

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

кінцеві вимикачі.

Для зупинки кантувача натиснути кнопку «Стоп».

До роботи на кантувачі допускаються особи, що вивчили його конструкцію, правила експлуатації та що пройшли відповідний інструктаж.

В процесі експлуатації категорично забороняється знімати огорожі з частин, що обертаються, проводити регулювання, накладку на працюючому кантувачі.

Кантувач повинен відповідати наступним вимогам надійності. Гарантійний термін експлуатації – 12 місяців з моменту введення виробу в експлуатацію. Термін служби – 10 років.

Ресурс до першого капітального ремонту повинен складати не менше 8000 год.

3.4.4 Модуль лазерного контролю геометрії візка

Система контролю геометричних параметрів рам візків ЛИС-РТ-3 – вимірювальний комплекс, що забезпечує геометричний контроль рам візків тепловозів. Базується в координатах вимірювальної системи з урахуванням наявних баз (конструкторських, технологічних та ін.) Вимірювання розмірів об'єкта здійснюється за допомогою видимих лазерних пучків паралельним переміщенням їх уздовж опорних лінійок з одночасним відліком координат. Лазерні пучки формують в робочому вимірювальному просторі прямокутну систему координат X, Y та базову горизонтальну площину. Система забезпечує режим відліку за координатами X та Y автоматизовано за допомогою електронного блоку – пристрою цифрового відліку та введення в ПЕОМ з подальшою обробкою даних вимірювань та представлення результатів розрахунку вимірюваних геометричних параметрів візуально на екрані монітора у вигляді протоколу та вказівок по ремонту з можливістю видачі результатів на друк або для запам'ятовування в електронному вигляді.

Схема розташування модулів та пристроїв представлена на рис. 3.5 та 3.6.

Вимірювальний комплекс виконаний у вигляді двох взаємно

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

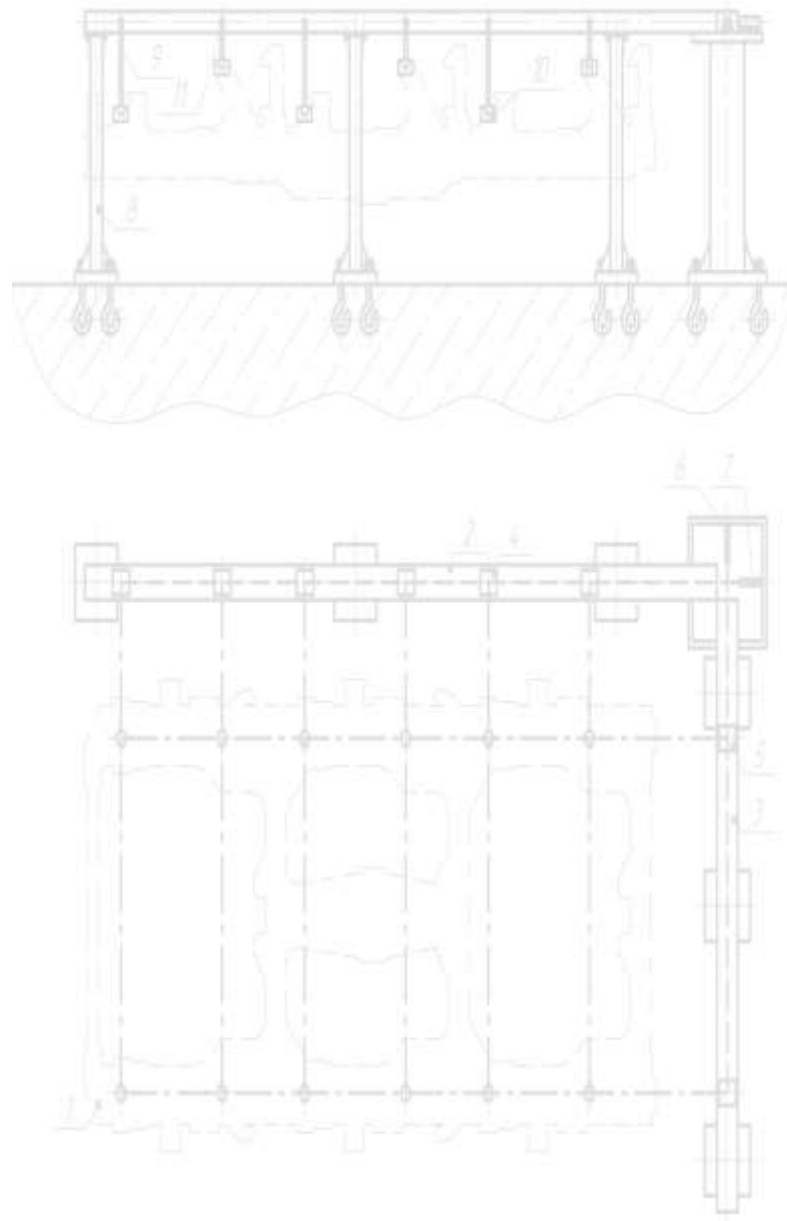


Рисунок 3.5 – Схема роботи системи лазерного контролю геометрії візка:
 1 – рама візка; 2 – продольна спрямовуюча променя; 3 – поперечна спрямовуюча променя; 4 – пристрій повороту продольного променя; 5 – пристрій повороту поперечного променя; 6 – випромінювач поперечного променя; 7 – випромінювач поперечного променя; 8 – стійка; 9 – шаблон клинового пазу; 10 – клиновий паз; 11 – ціль променя

перпендикулярних, що створюють робоче вимірювальне простір, лінійок (поздовжньої X та поперечної Y). Він створюється шляхом повороту на 90° поздовжніх (базових) лазерних пучків. Повернені пучки є вимірювальними.

Вимірювання по координаті Y забезпечується лазерним візиром, що формує

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68



Рисунок 3.6 – Загальний вигляд системи вимірювального комплексу

базову горизонтальну площину з лазерного пучка та цільовим знаком.

Лазерні пучки від випромінювача налаштовуються в центри мішеней базових цільових знаків, встановлюваних на кінці лінійок в отвори пластин - кришок напрямних лінійок форматування.

Напрямні лінійок оснащені штриховими стрічками вимірювання довжини, розміщеними уздовж опорних лазерних пучків, та датчиками лінійних переміщень, що перетворюють лінійне переміщення в електричні імпульси.

На направляючих розміщені пристрій повороту базового лазерного пучка (ППП). ППП вводиться в положення напрямної лінійки та переміщається уздовж неї, забезпечуючи паралельний перенесення у просторі лазерного пучка, перпендикулярно базовими напрямками X і Y. Переміщення пристрою повороту пучка здійснюється вручну, а відлік координат проводиться за допомогою комп'ютера.

Розглянемо основні компоненти системи.

Випромінювач лазерний ВЛ-2. До складу випромінювача лазерного ВЛ-2 входять випромінюючий модуль та блок живлення.

Випромінювач призначений для створення взаємно перпендикулярних лазерних пучків, що є базовими пучками за напрямками осей X та Y. Загальний вигляд випромінюючого модуля та його конструктивні елементи показані на рис. 3.7.

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

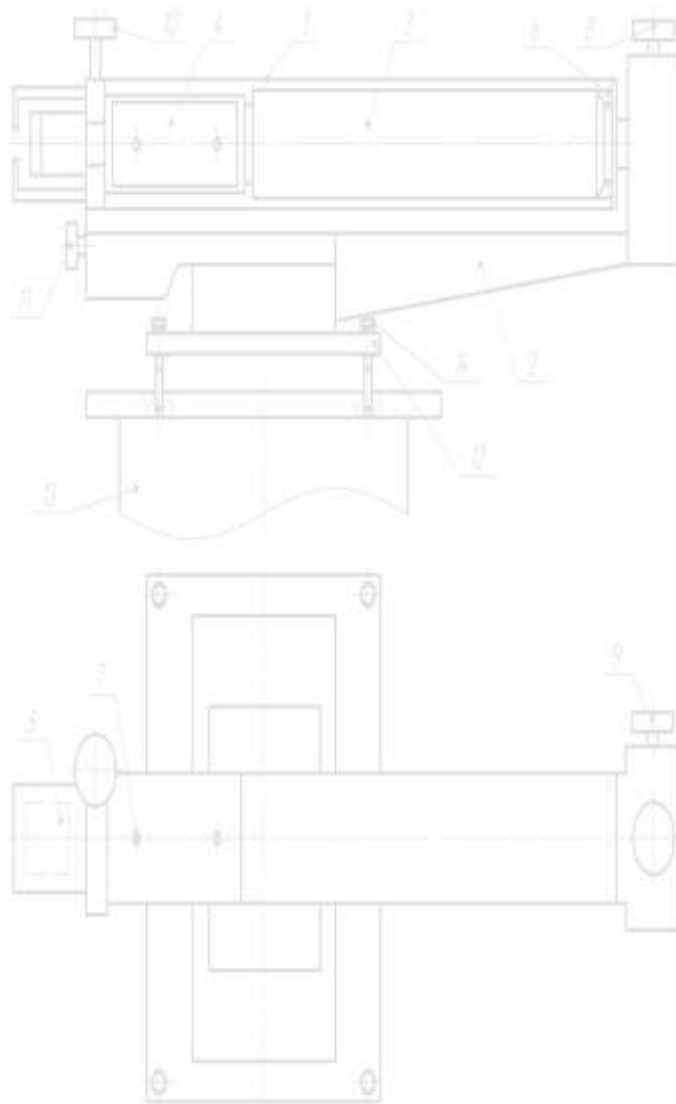


Рисунок 3.7 – Випромінювач лазерний ВЛ- 2:

1 – корпус; 2 – основа; 3 – лазер ЛГН-225; 4 – коліматор; 5 – пентапризма; 6 – конусні кільця фіксації лазера; 7 – кріпильно-встановлювальні гвинти; 8 – гвинт вертикального переміщення продольного пучка лазера; 9 – гвинт горизонтального переміщення продольного пучка лазера; 10 – гвинт вертикального переміщення променя; 11 – гвинт переміщення променя в горизонтальній площині; 12 – площадка випромінювального модуля; 13 – гвинт переміщення випромінювального модуля у вертикальній площині

Випромінюючий модуль складається з корпусу, шарнірно закріпленого на підставі. У корпусі розміщені лазер, коліматор та пентапризма. Лазер зафіксований в конусних кільцях, які визначають положення лазера в корпусі. Коліматор служить для формування кільцевої структури лазерного пучка. Для

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

рівномірного розподілу інтенсивності випромінювання по кільцевій структурі лазерного пучка вісь коліматора поєднується з віссю лазера кріпильно-фіксуєчими гвинтами.

Пентапризма служить для формування двох взаємно перпендикулярних лазерних пучків рівної інтенсивності. Поперечний упор необхідний для забезпечення заданого поздовжнього положення підстави.

Блок живлення призначений для перетворення мережевої напруги в задану напругу живлення випромінюючого модуля.

Напрямна лінійка (рис. 3.8) забезпечує вирівнювання лазерних променів на контролюємих пазах рами візка.

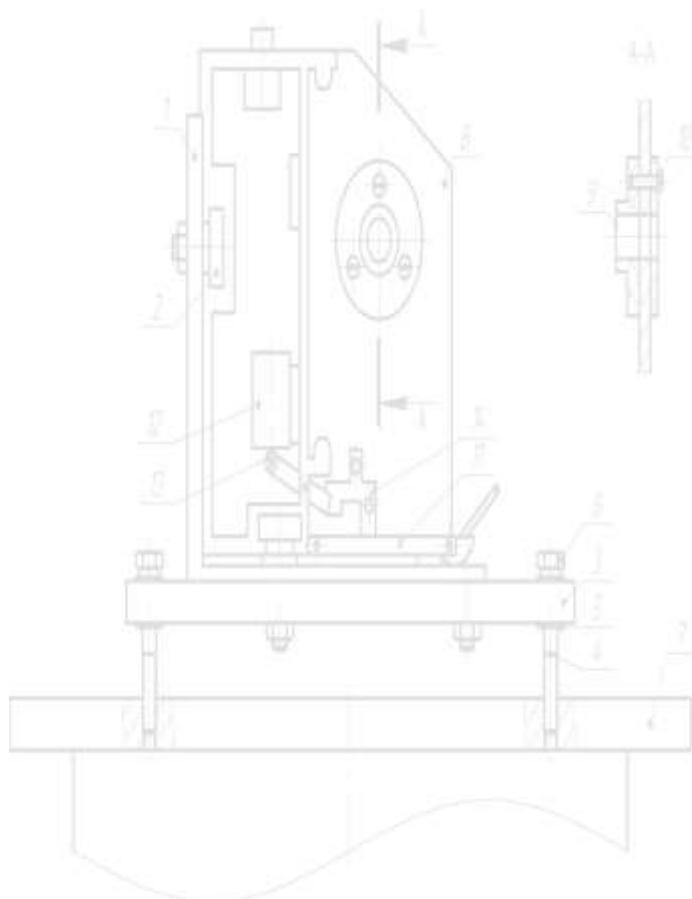


Рисунок 3.8 – Напрямна лінійка:

1 – кронштейн; 2 – притискач; 3 – площадка; 4 – гвинт вертикального переміщення лінійки; 5 – гайка фіксатора; 6 – кріпильні болти; 7 – опора лінійки; 8 – кришка; 9 – гніздо цільового знака лінійки; 10 – гвинт; 11 – штрихова камера; 12 – датчик вимірювання переміщення; 13 – ролик; 14 – гнучка тяга

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Напрямна лінійки являє собою профільований корпус, на якому розміщені: датчик вимірювання вертикального переміщення, пристрій цифрового відліку 13 та бездротовий блок передачі інформації.

Напрямна лінійки фіксується на стійках клинового паза за допомогою магніту. Вона має можливість здійснювати вертикальні переміщення поворотом ексцентричної ручної рукоятки. В отвір напрямної лінійки встановлюється цільовий знак.

Цільовий знак (рис. 3.9) призначений для візуального контролю положення лазерного пучка.

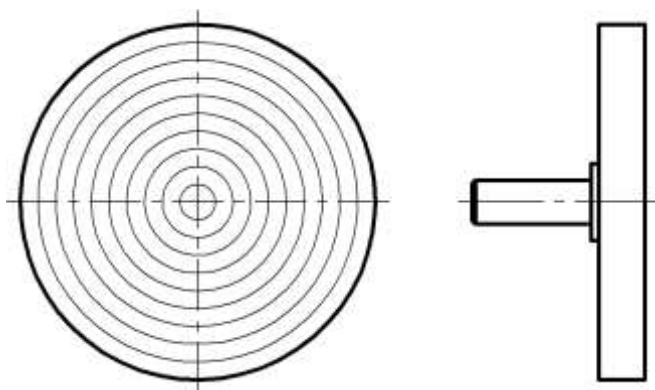


Рисунок 3.9 – Цільовий знак

Корпус цільового знака має посадковий діаметр 10h6. На торцевій поверхні цільового знака наклеєна марка з перехрестям та концентричних кілець.

Пристрій повороту пучка (рис. 3.10) призначено для повороту частини базового лазерного пучка на 90°, а також паралельного перенесення і обертання повернутого (вимірювального) пучка навколо осі базового пучка. На корпусі ППП встановлені датчики фіксації положення щодо напрямних.

Оптичний блок складається з корпусу, всередині якого розміщена високоточна пентапризма та пустотілий вал. Корпус та пентапризма переміщується в салаках роликами. Базовий пучок прямує через вхідний отвір вала на пентапризму. Частину базового пучка пентапризма повертає на 90°, формуючи вимірювальний лазерний пучок. Для горизонтального переміщення ППП, каретку переміщують уздовж напрямної лінійки.

Шаблон клинового паза (рис. 3.11) призначений для візуалізації положення

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

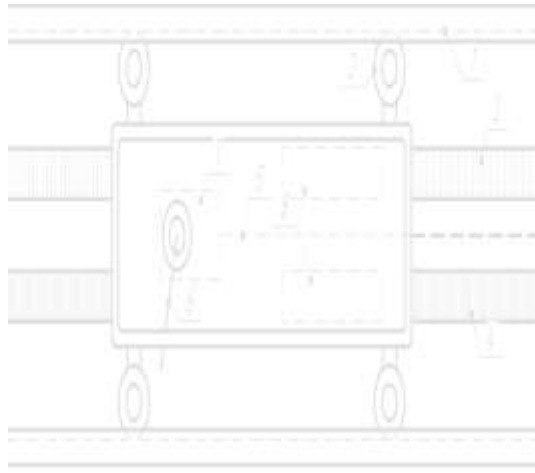


Рисунок 3.9 – Пристрій повороту пучка:

1 – спрямовуючі салаки; 2 – ролики; 3 – штрихова стрічка ($\Delta=10$ мм); 4 – штрихова стрічка ($\Delta=1$ мм); 5 – лазерний пучок; 6 – повернутий на 90° горизонтальний лазерний пучок; 7 – пентапризма; 8 – датчики штрихових стрічок

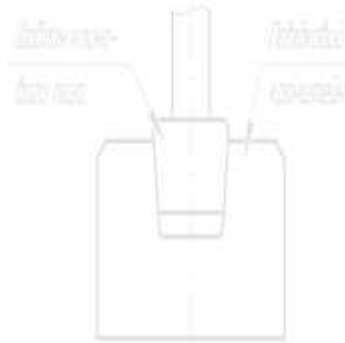


Рисунок 3.10 – Шаблон клинового паза

осі клинового паза. Шаблон дозволяє контролювати ступінь зносу клинового паза за величиною зазору (3-7) мм між шаблоном і дном клинового паза.

До шаблона прикріплена штанга (двох видів довжини відповідно верхньому та нижньому кронштейнам). На штангу магнітом фіксується напрямна лінійка з цільовим за допомогою магніта.

Систему вимірювання геометрії рами візка доцільно встановити навколо кантувача рам візків.

Робота системи:

- на кантувачі перевернути раму візка;
- на кожний кронштейн встановити шаблон клинового паза зі штангою відповідної довжини (12 одиниць);

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

- запустити систему вимірювання геометрії рами візка;
- виконати тарування датчиків – пристрої повороту пучка (прокольний та поперечний) повільно перемістити в крайні дальні положення. Зачекати 10 с;
- встановити напрямну лінійку з цільовим знаком на перший кронштейн;
- ручним переміщенням пристрою повороту пучка (поперечного) направити лазер (зеленого кольору) на центр цільового знаку. Зафіксувати положення;
- ручним переміщенням пристрою повороту пучка (продольного) направити лазер (червоного кольору) на центр цільового знаку. Зафіксувати положення;
- поворотом ручки, змінюючи вертикальне положення цільового знаку сумістити його центр з лазерами;
- натисканням кнопки на напрямній лінійці передати дані від напрямної лінійки, продольного та поперечного пристрою повороту пучка в комп'ютер;
- переставити напрямну лінійку на наступний клиновий паз зі штангою та повторити операції, починаючи з переміщення пристроїв повороту пучка.

					<i>0032.090107.000.01MP.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ МОДУЛЯ ЛАЗЕРНОГО КОНТРОЛЮ ГЕОМЕТРІЇ ВІЗКА

4.1 Обґрунтування витрат виробництва при впровадженні модуля лазерного контролю геометрії візка

При пробігу, що відповідає капітальному ремонту (КР-1) виконують ремонт колісних пар з їх повним або частковим переформуванням. Це виникає через зношування, в т.ч. й через зміну геометрії рами візка. При цьому за відсутності тріщин у вісі, колісному центрі, бандажах переформування колісних пар можна виконувати частково. Бандажі при проведенні ремонту КР-1 у більшості випадків зрізають через наближення його товщини до граничного розміру. Це виникає через обточування, при якому зазвичай знімається шар металу завтовшки 1-2 мм.

У магістерській дипломній роботі запропоновано встановлення модуля лазерного контролю геометрії візка.

Оскільки відновлення колісних пар неможливо виконувати багато разів через зміну мікроструктури металу, то для розрахунків приймаємо відновлення при проведенні проточних ремонтів в об'ємі ПР-3. При цьому кількість колісних пар, що підлягають відновленню – 36.

4.2 Витрати на ремонт за існуючою технологією

Матеріальні витрати B_M , що пов'язані з переформуванням колісних пар тепловоза складають

$$B_M = C \cdot m \cdot n_{кп}, \quad (4.1)$$

де C – витрати на ремонт за існуючою технологією; $C = 1850,00$ грн (вартість бандажа), прийнято за даними депо;

m – кількість витрачених комплектів витратних матеріалів на одну колісну пару; $m = 2$;

$n_{кп}$ – річна програма ремонту колісних пар, $n_{кп} = 36$ од.

									Арк.
									75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	0032.090107.000.01МР.ПЗ				

$$B_M = 1850,00 \cdot 2 \cdot 36 = 133200,00 \text{ грн.}$$

Витрати на оплату праці B_{3n} слюсарів складають

$$B_{3n} = ГТС \cdot t \cdot n_{кп}, \quad (4.2)$$

де $ГТС$ – годинна тарифна ставка слюсаря п'ятого розряду, $ГТС = 22,64$ грн;
 t – фактичний час роботи, $t = 4$ годин (витрати часу на ремонт на одну колісну пару).

$$B_{3n} = 22,64 \cdot 4 \cdot 36 = 3260,16 \text{ грн.}$$

Відрахування до соціальних фондів B_{cc} складають

$$B_{cc} = B_{3n} \cdot 0,371; \quad (4.3)$$

$$B_{cc} = 3260,16 \cdot 0,371 = 1209,52 \text{ грн.}$$

Амортизація A на проведення річної програми ремонту складає

$$A = \frac{B_{перв} - B_{лікв}}{B_{перв} \cdot T_{кор.в}} \cdot 100, \quad (4.4)$$

де $B_{перв}$ – балансова вартість основних засобів; $B_{перв} = 15000,00$ грн (вартість газового різача, індуктора нагріву тощо);
 $B_{лікв}$ – ліквідаційна вартість основних засобів; $B_{лікв} = 3000,00$ грн;
 $T_{кор.в}$ – термін корисного використання основних засобів; $T_{кор.в} = 10$ років.

$$A = \frac{15000,00 - 3000,00}{15000,00 \cdot 10} \cdot 100 = 8\%.$$

					<i>0032.090107.000.01MP.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

При вартості основних засобів $B_{перв} = 15000,00$ грн, річні амортизаційні витрати $A_{відр}$ складають

$$A_{відр} = \frac{A}{100} \cdot B_{перв}; \quad (4.5)$$

$$A_{відр} = \frac{8}{100} \cdot 15000 = 1200,00 \text{ грн.}$$

Прямі витрати $B_{прям}$ складають суми вище перерахованих

$$B_{прям} = B_m + B_{з/п} + B_{сс} + A_{відр}; \quad (4.6)$$

$$B_{прям} = 133200,00 + 3260,16 + 1209,52 + 1200,00 = 138869,68 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання загально виробничого та адміністративного персоналу $B_{заг.вир}$

$$B_{заг.вир} = B_{прям} \cdot 0,45; \quad (4.7)$$

$$B_{заг.вир} = 138869,68 \cdot 0,45 = 62491,36 \text{ грн.}$$

$$B_{заг.госп} = B_{прям} \cdot 0,55; \quad (4.8)$$

$$B_{заг.госп} = 138869,68 \cdot 0,55 = 76378,32 \text{ грн.}$$

Собівартість ремонту $C_1^{кп}$ за існуючою технологією складає

$$C_1^{кп} = B_{прям} + B_{заг.вир} + B_{заг.госп}; \quad (4.9)$$

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

$$C_1^{kn} = 138869,68 + 62491,36 + 76378,32 = 277739,36 \text{ грн.}$$

4.3 Витрати на ремонт при використанні модуля лазерного контролю геометрії візка

Визначаємо матеріальні витрати B_M на лазерний контроль, які складають витратні (змащувальні) й кріпильні матеріали. Вартість останніх складає 38,5 грн.

$$B_M = 38,5 \cdot 2 \cdot 18 = 1386,00 \text{ грн.}$$

Фактичний час роботи з ремонту колісної пари з механічною обробкою складає $t = 4,5$ год.

Витрати на оплату праці B_{zn} слюсарів складають

$$B_{zn} = 22,64 \cdot 4,5 \cdot 18 = 1833,84 \text{ грн.}$$

Відрахування до соціальних фондів B_{cc} складають

$$B_{cc} = 1833,84 \cdot 0,371 = 680,35 \text{ грн.}$$

Амортизація на проведення ремонту складає при вартості станда 198000,00 грн, його ліквідаційній вартості 4000,00 грн та гарантійному строку 10 років

$$A = \frac{198000,00 - 4000,00}{198000,00 \cdot 10} \cdot 100 = 9,79\%.$$

$$A_{відр} = \frac{9,79}{100} \cdot 198000,00 = 19384,2 \text{ грн.}$$

Прямі витрати $B_{прям}$ складають

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

$$V_{\text{прям}} = 1368,00 + 1833,84 + 680,35 + 19384,20 = 23266,39 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання загально виробничого та адміністративного персоналу $V_{\text{заг.вир}}$

$$V_{\text{заг.вир}} = 23266,39 \cdot 0,45 = 10469,88 \text{ грн.}$$

$$V_{\text{заг.госп}} = 23266,39 \cdot 0,55 = 12796,51 \text{ грн.}$$

Собівартість ремонту C_2^P після впровадження установки

$$C_2^P = 23266,39 + 10469,88 + 12796,5145 = 46532,78 \text{ грн.}$$

Якщо відновлювання виконувати почергово з переформуванням колісних пар, то до річних витрат необхідно додати половину річної вартості ремонту лише з переформуванням ($0,5 \cdot C_1^{KN}$) При цьому C_2^{KN} складає

$$C_2^{KN} = 46532,78 + \frac{277739,36}{2} = 185402,46 \text{ грн.}$$

4.4 Визначення строку окупності та економічного ефекту від впровадження модуля лазерного контролю геометрії візка

Термін окупності $T_{ок}$ визначається за формулою

$$T_{ок} = \frac{K}{C_1 - C_2}, \quad (4.10)$$

де K – капітальні витрати пов'язані з впровадженням модуля лазерного контролю геометрії візка, $K = 198000,00$ грн.

					<i>0032.090107.000.01MP.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

$$T_{ок} = \frac{198000,00}{277739,36 - 185402,46} = 2,1 \text{ років.}$$

Величина економічного ефекту визначається за формулою:

$$E = C_1 - C_2; \quad (4.11)$$

$$E = 277739,36 - 185402,46 = 92336,90 \text{ грн.}$$

Отже можна зробити висновок, що впровадження модуля лазерного контролю геометрії візка є доцільним рішенням удосконалення технологічних процесів при виконанні ПР-3 тепловозів, що дозволить значно спростити технологічні операції по ремонту, зменшить час підготовчих операцій, зменшить час, що витрачається на обробку. Термін окупності модуля лазерного контролю геометрії візка складає $T_{ок} = 2$ роки. Річний економічний ефект при цьому складає $E = 92336$ грн.

					<i>0032.090107.000.01MP.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської дипломної роботи на тему «Удосконалення технологічних процесів при виконанні ПР-3 тепловозів» ми розглянули одну з основних задач підтримування експлуатаційної надійності та роботоздатності тягового рухомого складу.

Для вирішення вказаного питання ми проаналізували відмови і показники ремонту, виконали їх розрахунок, навели методики аналізу показників ремонту локомотивів з використанням математичного аналізу.

Аналіз відмов тепловозів ми виконали на підставі статистичних даних про відмови. Для цього ми об'єднали по групах відмови. Щодо тепловоза це дизель, допоміжне обладнання, гальмівне обладнання, електричне обладнання, колісні пари та букси, моторно-осьові підшипники та інше обладнання. При огляді відмов по дизелю та екіпажній частині, ми розподілили відмови окремо по цих частинах тепловоза.

Розрахунок основних показників ремонту тепловозів надав змогу дослідити динаміку показників ремонту тепловозів приписного парку локомотивного депо й встановити, що в останні роки спостерігається стабільне зростання програми ремонту.

Для удосконалення технологічних процесів ПР-3 тепловозів ми оглянули загальну характеристику системи ремонту локомотивів, описали основні операції при постановці тепловоза в ремонт, охарактеризували виробничий процес з ремонту тепловозів обсягом ПР-3 й визначили параметри роботи внутрішньоцехового ремонтного виробництва та трудомісткості робіт візкового відділення

З урахуванням того, що екіпажна частина локомотива є одним з найнавантажениших вузлів, який до того ж забезпечує безпеку руху, ми виконали удосконалення технологічного оснащення процесу ремонту рами візка. Для цього вказали характерні несправності рами візка та спосіб їх усунення, навели технологію ремонту рами візка.

Для удосконалення технологічних процесів ми запропонували

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

модернізувати наявне та встановити нове оснащення, а саме:

- удосконалити пристрій для переміщення візків, для якого ми виконали ескізне та розрахункове проектування;
- модернізувати кантувач рам візків;
- впровадити у ремонтне виробництво модуль лазерного контролю геометрії візка, для якого ми виконали ескізне проектування.

Система контролю геометричних параметрів рам візків забезпечує геометричний контроль рам візків. Вимірювання розмірів здійснюється за допомогою видимих лазерних пучків паралельним переміщенням їх уздовж опорних лінійок з одночасним відліком координат.

Вказані рішення удосконалення технологічних процесів ми систематизували при складанні маршрутної-операційної карти ремонту рами візка.

Економічну ефективність впровадження модуля лазерного контролю геометрії візка ми довели визначенням строку окупності та економічного ефекту.

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи за спеціальністю 273 «Залізничний транспорт» ОП «Локомотиви та локомотивне господарство» /Уклад.: Б. Є. Боднар, Д. В. Бобирь, Є. Б. Боднар; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро: УДУНТ, 2023. – 50 с.
- 2 Правила технічної експлуатації залізниць України.- Київ.: Міністерство транспорту України, 1998. – 120 с.
- 3 Експлуатація локомотивів та локомотивне господарство. Організація ремонтного та екіпірувального господарства: підручник /Б.Є. Боднар, М.І. Капіца, Є.Б. Боднар, О.Б. Очкасов; за ред. д-ра техн. наук, проф. Б.Є. Боднара. – Електрон. вид. – Дніпро: Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2022. – 220 с.
- 4 Положення про планово-попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування тягового та моторвагонного рухомого складу (електровозів, тепловозів, електро- та дизель-поїздів) №429Ц/ОД: затв. Наказом Укрзалізниці від 15.10.2015. – К.: вид-во Укрзалізниці, 2015. – 45 с.
- 5 Боднар Б. Є., Нечаєв Є. Г., Бобир Д. В. Теорія та конструкція локомотивів. Основи проектування: Підручник для ВНЗ залізнич. трансп. /Під ред. д-ра техн. наук, проф. Б. Є. Боднара. – Д.: ПП «Ліра ЛТД», 2010. – 360 с.
- 6 Правила технічного обслуговування та поточних ремонтів тепловозів М62, які затверджені наказом Укрзалізниці від 20.03.2013 №075-Ц/од. – К.: вид-во Укрзалізниці, 2013. – 47 с.
- 7 Технологія ремонту локомотивів: Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування /уклад.: М.І. Капіца, Р.О. Коренюк, Д.М. Кислий; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2011. – 30 с.
- 8 Організація та планування виробництва: методичні рекомендації для

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

виконання розрахунково-графічної роботи /Уклад.: Б.Є. Боднар, О.Б. Очкасов; Україн. держ. ун-т науки і технол. – Дніпро, 2022. – 47 с.

9 Організація та планування виробництва: практикум /Уклад.: Д. В. Бобирь, О. Б. Очкасов, Н. І. Колодій. – Дніпро: Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2022. – 62 с.

10 Некрашевич В.И., Сальченко В.Л., Ковалев В.Н. Автоматизация управления локомотивными парками //Железнодорожный транспорт. – 2000. – №5. – С. 8-10.

11 Яновський П.О. Техніко-економічне обґрунтування стабілізації руху поїздів //Залізничний транспорт України. – 2001. – №6. С. 25-26.

12 Бочаров А.П., Кранц И.М., Кривошей Б.А. Проблемы технологического управления эксплуатационной работой железных дорог Украины //Залізничний транспорт України. – 2001. – №2. – С. 8-9.

13 Фінансово – економічний аналіз діяльності підприємств: Навч. посіб. /М.Я. Коробов – К.: Т-во Знання, 2000. – 378 с.

					0032.090107.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84