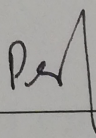


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій

Кафедра Вагони та вагонне господарство

«ДО ЗАХИСТУ»



Завідувач кафедри
/Олексій РЕЙДЕМЕЙСТЕР/

« 21 » 12 20 21 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань **27 Транспорт**

Спеціальність **273 Залізничний транспорт**

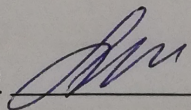
Освітньо-професійна програма **Вагони та вагонне господарство**

Тема Організація технічного обслуговування і ремонту вантажних вагонів на сортувальній станції з дослідженням надійності литих деталей візків

Theme Organization of maintenance and repair of freight cars at the sorting station with a research of the reliability of cast parts of bogies

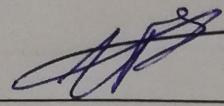
Керівник дипломної роботи

професор



Леонтій Мурадян

Студент групи ВГ 2021



Володимир Цяцька

Student

Volodymyr Tsiatska

Дніпро – 2021

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	5
ВСТУП.....	6
1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА СТРУКТУРА СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ.....	9
1.1 Пункти технічного обслуговування вагонів на сортувальній станції	9
1.2 Розрахунок числа вагонів, що проходять і які обробляють на сортувальній станції.....	10
1.3 Парк прибуття	17
1.4 Контроль технічного стану та ремонт вагонів у сортувальному парку	23
1.5 Транзитний парк	39
1.6 Парк відправлення	43
1.7 Розрахунок загального контингенту на ПТО.....	49
2 ОГЛЯД І АНАЛІЗ РОБОТ ЩОДО ПОШКОДЖЕННЯ ЛИТИХ ДЕТАЛЕЙ ТА ЇХ ДІАГНОСТИКИ.....	50
2.1 Огляд досліджень пошкодження несучих деталей візків вантажних вагонів	50
2.2 Коротка характеристика існуючих методів діагностики пошкоджень деталей.....	52
2.3 Аналіз ефективності методів діагностики пошкоджуваності стосовно литих деталей візків.....	56
2.4 Огляд досліджень з питань теорії та практики електромагнітного контролю виробів	58
2.5 Особливості досягнення мети та постановка завдань досліджень	64
3 АНАЛІЗ ПОШКОДЖУВАНOSTІ ЛИТИХ ДЕТАЛЕЙ ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ В ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	67
3.1 Виявлення основних типів дефектів і зон їх локалізації у литих деталях візків.....	67
3.2. Статистичні закономірності появи дефектів в литих деталях візків	71
3.3 Феррозондовий контроль (ФЗК) литих деталей візка.....	86
3.4 Магнітопорошковий контроль (МПК) литих деталей візка	93
ВИСНОВКИ.....	102
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	103

					<i>031.13002.MP.000.ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Цяцька В.А.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Мурадян Л.А.				3	
Н. Контр.		Мурадян Л.А.			<i>ДНУЗТ, гр.ВГ2021</i>		
Затверд.							

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ПТО – пункт технічного обслуговування

ДСП - черговий по станції

ДСПП - черговий по парку

МПОВ - механізований пункт поточного ремонту вагонів

ФЗК - феррозондовий контроль

МПК – магнітопорошковий контроль

ІТП – інженерно-технічні працівники.

МОП – молодший обслуговуючий персонал.

РКП – розрахунково-конторський персонал.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Робота присвячена проектуванню пункту технічного обслуговування вантажних вагонів на станції сортування. У першому розділі виконано аналіз розміщення експлуатаційного вантажного вагонного депо на станції, розрахунок програми та робочої сили вагонного депо. Описано технологію робіт у парках експлуатаційного вагонного депо. У дослідницькій частині проведено аналіз пошкоджень надресорних балок та бічних рам візків вантажних вагонів; аналізуються методи, засоби діагностики та їх ефективність при контролі литих деталей візків. Дані були отримані перед деповським ремонтом або під час обслуговування вагонів на ПТО..

Ключові слова: вантажний вагон, ходова частина, візок, бокова рама, надресорна балка, пункт технічного обслуговування, діагностика.

ANNOTATION

The work is devoted to the design of a maintenance point for freight cars at a marshalling yard. The first chapter analyzes the location of the freight depot at the station, calculates the program and manpower of the operating carriage depot. The technology of work in the fleets of the operational carriage depot is described. In the research part, the analysis of damage to bolsters and side frames of freight car bogies was carried out; methods, diagnostic tools and their effectiveness in the control of cast parts of bogies are analyzed. The data were obtained either before the depot repairs or during the maintenance of the cars at the maintenance depot.

Key words: freight car, running gear, bogie, side frame, spring beam, maintenance point, diagnostics.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Залізничний транспорт — одна з найбільш важливих галузей народного господарства України. Він забезпечує виробничі і невиробничі потреби матеріального виробництва, невиробничої сфери, а також населення в усіх видах перевезень.

Основні завдання залізничного транспорту – своєчасне, якісне та цілковите задоволення потреб галузей економіки та населення у перевезеннях, підвищення економічної ефективності його роботи.

Важливу роль у забезпеченні його ритмічної, безперебійної роботи відіграють технічний стан і надійність вагонного парку залізничного транспорту. Безвідмовна експлуатація вантажних вагонів, підтримка їх у справному стані забезпечуються високоякісною системою технічного обслуговування та ремонту.

Виробничий процес ремонту вагонів досить складний і різноманітний. Для його забезпечення необхідні значні витрати праці та часу, необхідно різноманітне встаткування та інструменти.

Удосконалення керування вагонним господарством вітчизняного залізничного транспорту у зв'язку з його складністю та особливостями, можна досягти, у першу чергу, на основі його автоматизації та використання комп'ютерної техніки.

Поліпшення організації ремонту вагонів, їхніх вузлів і деталей на автоматизованій і механізованій потоковій лінії є одним з головних напрямків прискорення науково-технічного прогресу у вагоноремонтному виробництві.

Чітка та злагоджена роботи підрозділів вагонного господарства впливає на безперебійність та безпеку руху поїздів, своєчасне забезпечення перевезень технічно справним рухомим складом, ефективність використання транспортних засобів.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільш відповідальними деталями вантажних вагонів, від надійності яких залежить безпека руху поїздів, є литі деталі візків вантажних вагонів, а саме - надресорні балки та бічні рами.

Численні пошкодження, що виникають при експлуатації литих деталей візків, особливо надресорних балок, свідчать про те, що поряд з розробкою більш досконалих конструкцій та якісних матеріалів, необхідно вдосконалювати технологію діагностики пошкоджень деталей вагонів у процесі експлуатації та при всіх видах ремонту.

Одним із шляхів вирішення цього завдання є розробка та впровадження більш досконалих методів та засобів контролю технічного стану деталей вагонів.

Відповідно до цього у цій роботі розглядаються питання, пов'язані з дослідженнями засобів контролю литих деталей візків та матеріалів, що використовуються при їх ремонті.

У роботі проводиться огляд робіт щодо пошкоджень та надійності надресорних балок та бічних рам візків вантажних вагонів; аналізуються методи, засоби та їх ефективність під час контролю литих деталей візків. Аналіз пошкоджень надресорних балок та бічних рам проведено на підставі даних обстежень вагонів при деповському ремонті вантажних вагонів. Крім того, описані принципи побудови та роботи нових засобів діагностики пошкоджень литих деталей візків та якості зварювального дроту.

Метою цієї магістерської роботи є дослідження експлуатаційної надійності литих деталей візків вантажних вагонів та засобів діагностики пошкоджень названих деталей в експлуатації та при ремонті, а також розрахунок організації роботи ПТО вантажних вагонів.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

- обробка статистичних даних про пошкодження литих деталей візків;
- розрахунок показників надійності ходових частин вантажних вагонів;
- аналіз експлуатаційної надійності візків вантажних вагонів;

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– виконати аналіз результатів експлуатаційних випробувань.

Об'єкт дослідження. Обслуговування вантажних вагонів, литі деталі візків в експлуатації.

Предмет дослідження: Організація роботи ПТО, дослідження пошкоджень литих деталей ходових частин вантажних вагонів.

Методи дослідження: використання методів розрахунку програми роботи на ПТО, потрібних працівників для обслуговування вантажних вагонів в експлуатації; статистична обробка та обробка експериментальних даних.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА СТРУКТУРА СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ

1.1 Пункти технічного обслуговування вагонів на сортувальній станції

Пункти технічного огляду вагонів сортувальних і дільничних станцій, призначені для технічного обслуговування вагонів у поїздах, виявлення та ремонту вагонів, пошкоджених у процесі маневрової роботи та забезпечення безпечного проходження поїздів на гарантійних дільницях.

ПТО влаштовуються на великих сортувальних, вантажних і дільничних станціях для виявлення і усунення технічних несправностей та недопущення відправлення вагонів з несправностями, що загрожують безпеці руху поїздів.

На сортувальних станціях з роздільними парками технічне обслуговування виконується:

- а) в парку прибуття — це загальний контроль стану і технічний огляд з метою виявлення несправностей;
- б) в парку формування — це технічний огляд вагонів з метою виявлення пошкоджень, що виникли в ході розформування і формування поїздів, недопущення включення несправних вагонів у склад поїзда, а також поточний ремонт на спеціально виділених для цього коліях;
- в) в парку відправлення — усунення без відчеплення, які були виявлені в попередньому парку, контрольний остаточний технічний огляд состава поїзда, недопущення відправлення в поїзді вагонів з технічними несправностями;
- г) в транзитному парку – призначений для потягів, що проходять станцію без переробки або з частковою переробкою (зміна ваги і (або) довжини поїзда).

Сортувальна станція розташовується на площині, де знаходяться відповідні вищевказані парки (рис. 1.1).

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

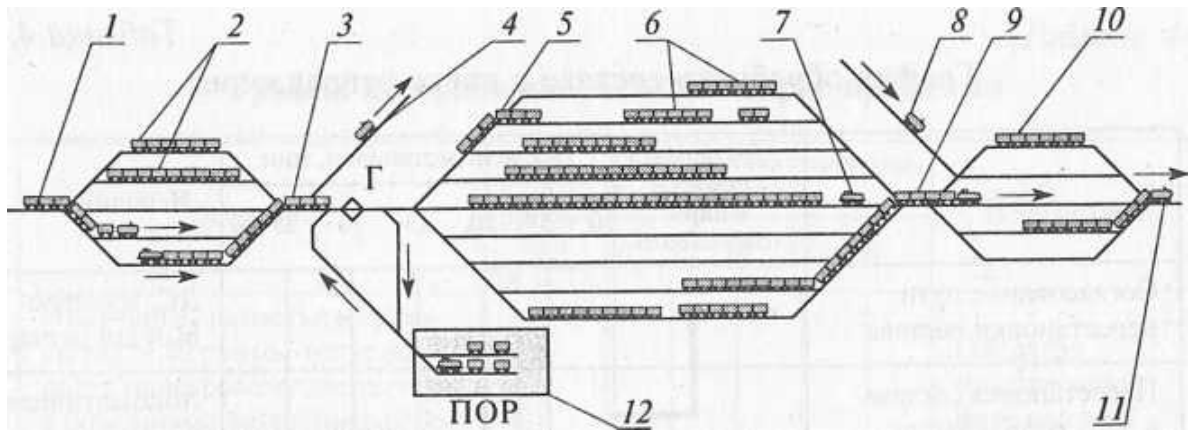


Рис. 1.1 – Схема переробки составів на сортувальній станції:

1 - прибуття поїзда; 2 - підготовка состава до розпуску; 3 - насування і розпуск маневровим локомотивом; 4 - пропуск магістрального локомотива в депо; 5 - скочування зчепів з гірки; 6 - накопичення складів; 7- закінчення формування; 8- слідування магістрального локомотива із депо; 9 - висновок составів в парк відправлення; 10 - підготовка составів до відправлення; 11 - відправлення поїзда; 12- пункт відчипного ремонту (ПОР); Г - гірка

Технічний огляд і поточний ремонт виконується оглядачами вагонів і слюсарними бригадами бригадно-груповим методом.

ПТО мають бути оснащені пристроями автоматичного виявлення перегрітих букс у поїздах, гучномовним зв'язком, електрозварювальними лініями, повітропровідною мережею, пристроями дистанційного огороження складу поїзда і обладнанням централізованого випробування автогальм, підйомними пристроями і пересувними ремонтними візками, стелажми на міжколії для зберігання матеріалів і запасних частин.

1.2 Розрахунок числа вагонів, що проходять і які обробляють на сортувальній станції

Вихідні дані, згідно завдання на дипломний проект наведені у табл. 1.1.

Таблица 1.1 – Вихідні дані

Ділянка	Вага поїздів, $Q_{\text{поїзда}}$, Т	Кількість пар поїздів, $n_{\text{пар поїздів}}$	% переробки составів	Довжина ділянки, L_s , км	Н підготовчих хоперів-окатишево-зів	% 8-вісних
А-В	3700	35	35	190	200	5
С-В	3700	50	50	220		5
Д-В	3700	45	45	230		4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

10

Визначимо кількість пар поїздів, які обробляють на сортувальній станції. З вихідних даних, кількість перероблених пар поїздів на ділянках А - В, С - В, D – В буде становити на відповідно становити 35%, 50%, 45% від загальної кількості поїздів,

Результати розрахунків по кількості, що переробляють і транзитних поїздів на заданих ділянках зводимо в таблицю 1.2.

Таблиця 1.2 – Кількість поїздів на заданих ділянках

Ділянки	Поїзди, що переробляють	Транзитні поїзда
А – В	12	23
С – В	25	25
D – В	45	25
Разом	57	73

При визначенні числа вагонів, що переробляють, по основі враховуємо вихідні дані. Наприклад, на ділянці А-В 6% восьмивісних вагонів, тобто чотиривісних виходить 94%. Приймаємо число вагонів у процентному співвідношенні для даної станції А відповідно: піввагонів - 57%; критих - 16%; платформ - 4%; цистерн чотиривісних - 15%; цистерн восьмивісних - 4%; хоперів - 4%.

Середню масу вагона визначаємо за формулою [7]

$$q_{cp} = r^{ns} (q^{ns} + \Gamma_p^{ns} \cdot f^{ns}) + r^{kp} (q^{kp} + \Gamma_p^{kp} \cdot f^{kp}) + r^{nl} (q^{nl} + \Gamma_p^{nl} \cdot f^{nl}) + r_4^u (q_4^u + \Gamma_{p4}^u \cdot f^u) + r_8^u (q_8^u + \Gamma_{p8}^u \cdot f_8^u) + r^{xn} (q^{xn} + \Gamma_p^{xn} \cdot q^{xn}), \quad (1.1)$$

де $q^{ns}, q^{kp}, q^{nl}, q_4^u, q_8^u, q^{xn}$ - маса відповідно піввагонів, критих, платформ, цистерн чотиривісних і восьмивісних х, хоперів, т;

$r^{ns}, r^{kp}, r^{nl}, r_4^u, r_8^u, r^{xn}$ - число відповідно піввагонів, критих, платформ, цистерн чотиривісних і восьмивісних, хоперів, %;

$f^{n6}, f^{kp}, f^{nl}, f_4^y, f_8^y, f^{xn}$ - коефіцієнт використання вантажопідйомності відповідно піввагонів, критих, платформ, цистерн чотиривісних і восьмівісних, хоперів;

$\Gamma_p^{n6}, \Gamma_p^{kp}, \Gamma_p^{nl}, \Gamma_{p4}^y, \Gamma_{p8}^y, \Gamma_p^{xn}$ - вантажопідйомність відповідно піввагонів, критих, платформ, цистерн чотиривісних і восьмівісних, хоперів, т.

Підставляє відповідні дані у формулу (1.5.1) і результат зводимо в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 - Дані розрахунки маси вагона на дільниці А-В

Тип вагона	Число вагонів, %	Тара вагона, т	Коефіцієнт використання вантажопідйомності	Вантажопідйомність, т	Середня маса вагона, т
1	2	3	4	5	6
Критий	12	25	0,85	67	82,0
Піввагон	65	22	0,9	69	81,0
Платформа	2	21	0,73	70	71,0
Цистерна 4-хвісн.	12	24	1,0	60	84,0
Цистерна 8-вісна	5	48	1,0	120	168,0
хопер	4	22	0,9	67	89,0

$$q_{ep}^{A-B} = 0,65(22 + 69 \cdot 0,9) + 0,12(25 + 67 \cdot 0,85) + 0,02(21 + 70 \cdot 0,73) + 0,12(24 + 60 \cdot 1) + 0,05(48 + 120 \cdot 1) + 0,04(22 + 67 \cdot 0,9) = 87,71 \text{ т.}$$

Приймаємо середню масу вагона на дільниці А-В 88 т.

Аналогічний розрахунок проводимо для інших дільниць: С-В, D-В, а результати зведені до табл. 1.5.4, 1.5.5.

Таблиця 1.4 - Дані розрахунки маси вагона на дільниці С-В

Тип вагона	Число вагонів, %	Тара вагона, т	Коефіцієнт використання вантажопідйомності	Вантажопідйомність, т	Середня маса вагона, т
Критий	56	22	69	0,9	81,0
Піввагон	17	25	67	0,85	82,0
Платформа	4	21	70	0,73	71,0
Цистерна 4-хвісн.	14	24	60	1	84,0
Цистерна 8-вісна	5	48	120	1	168,0
хопер	4	22	67	0,9	89,0

$$q_{cp}^{A-B} = 0,56 \cdot (22 + 69 \cdot 0,9) + 0,17 \cdot (25 + 67 \cdot 0,85) + 0,04 \cdot (21 + 70 \cdot 0,73) + 0,14 \cdot (24 + 60 \cdot 1) + 0,05 \cdot (48 + 120 \cdot 1) + 0,04 \cdot (22 + 67 \cdot 0,9) = 87,36 \text{ т};$$

Приймаємо на дільниці С-В середню масу вагона 87 т.

Таблиця 1.5 - Дані розрахунки маси вагона на дільниці D-В

Тип вагона	Число вагонів, %	Тара вагона, т	Коефіцієнт використання вантажопідйомності	Вантажопідйомність, т	Середня маса вагона, т
Критий	56	22	0,9	69	81,0
Піввагон	15	25	0,85	67	82,0
Платформа	8	21	0,73	70	81,0
Цистерна 4-хвісн.	13	24	1	60	84,0
Цистерна 8-вісна	4	48	1	120	168,0
хопер	4	22	0,9	67	89,0

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

13

$$q_{cp}^{A-D} = 0,56(22 + 69 \cdot 0,9) + 0,15(25 + 67 \cdot 0,85) + 0,08(21 + 70 \cdot 0,73) + 0,13(24 + 60 \cdot 1) + 0,04(48 + 120 \cdot 1) + 0,04(22 + 67 \cdot 0,9) = 86,09 \text{ т};$$

Приймаємо на дільниці D-B середню масу вагона 86 т.

При визначенні середнього числа вагонів у складі поїзда кожної категорії варто враховувати, що маса збірного поїзда становить приблизно 80% маси транзитних і маршрутних поїздів. Знаючи середню норму маси поїзда та середню масу одного вагона можна визначити середнє число вагонів у складі поїзда [7]

$$N_{cp} = \sum_{j=1}^n \frac{N_{cp_j}}{n}, \quad (1.2)$$

де N_{cp_j} - середнє число вагонів у складі поїзда відповідного напрямку,

n – кількість напрямків.

$$N_{cp_i} = \frac{Q_i}{q_{cp_i}}, \quad (1.3)$$

де Q_i - маса відповідної категорії поїзда, т;

q_{cp} - середня маса вагона, т.

Тоді:

$$\text{A-B} \quad Q_{обр} = 0,80 \cdot 3700 = 2960 \text{ т},$$

$$\text{C-B} \quad Q_{обр} = 0,80 \cdot 3700 = 2960 \text{ т},$$

$$\text{D-B} \quad Q_{обр} = 0,80 \cdot 3700 = 2960 \text{ т}.$$

Розрахунок середнього числа вагонів у складі транзитних та маршрутних поїздів

$$\text{A-B} \quad N_{cp_1}^{mp} = \frac{3700}{88} = 42,0 \text{ ваг}, \text{ приймаю } 42 \text{ вагони.}$$

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

C-B
$$N_{cp}^{mp} = \frac{3700}{87} = 42,5 \text{ ваг} , \text{ приймаю } 43 \text{ вагони.}$$

D-B
$$N_{cp}^{mp} = \frac{3700}{86} = 43,0 \text{ ваг} , \text{ приймаю } 43 \text{ вагони.}$$

Таким чином середнє число вагонів в транзитних поїздах складає

$$N_{cp}^{mp} = \frac{42 + 43 + 43}{3} = 42,67 \text{ ваг} .$$

Приймаємо $N_{cp}^{mp} = 43 \text{ ваг} .$

Розрахунок середнього числа вагонів у складі збірного поїзда

A-B
$$N_{cp}^{обр} = \frac{2960}{88} = 33,6 \text{ ваг} , \text{ приймаю } 34 \text{ вагони.}$$

C-B
$$N_{cp}^{обр} = \frac{2960}{87} = 34,0 \text{ ваг} , \text{ приймаю } 34 \text{ вагони.}$$

D-B
$$N_{cp}^{обр} = \frac{2960}{86} = 34,4 \text{ ваг} , \text{ приймаю } 34 \text{ вагони.}$$

Таким чином середнє число вагонів в збірних поїздах складає

$$N_{cp}^{обр} = \frac{34 + 34 + 34}{3} = 34,0 \text{ ваг} ., \text{ приймаємо } N_{cp}^{обр} = 34 \text{ ваг} .$$

Визначаємо число вагонів, що проходять через станцію протягом доби

$$N_{сум} = N_{cp} \cdot n_i, \quad (1.4)$$

де n_i - розміри руху відповідних категорій поїздів за добу (у парках).

$$N_{cp}^{mp} = 43 \cdot 73 = 2482 \text{ ваг};$$

$$N_{cp}^{обр} = 34 \cdot 57 = 2451 \text{ ваг.}$$

Результати зводимо в таблицю 1.6.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Таблиця 1.6 - Кількість поїздів, що проходять через станцію В

Категорія поїзда	Загальне число вагонів, що проходять станцію за добу	Число вагонів	
		За місяць	За рік
Транзитні	2482	74460	893520
Оброблені	2451	73530	882360
Усього	4933	147990	1775880

Робота вагонного парку вимірюється кількістю млн.ваг.км пробігу вагонів на всіх ділянках, по формулі [7]

$$\sum_{i=1}^k n \cdot N_{cp}^{mp,обр} \cdot l = n_1 \cdot N_{cp1}^{mp,обр} \cdot l_1 + n_2 \cdot N_{cp2}^{mp,обр} \cdot l_2 + , \quad (1.5)$$

$$+ n_3 \cdot N_{cp3}^{mp,обр} \cdot l_3 + n_4 \cdot N_{cp4}^{mp,обр} \cdot l_4 ,$$

де n - число пар поїздів;

$N_{cp}^{mp,обр}$ - середня кількість вагонів;

k - число ділянок.

$$N_{cp}^{mp,обр} = \frac{(n_1^{обр} \cdot N_{cp1}^{обр}) + (n^{mp} \cdot N_{cp}^{mp})}{n}, \quad (1.6)$$

$N_{cp}^{mp,обр}$ на кожній із ділянок А – В, С – В, D – В відповідно дорівнює 38, 39, 39 вагонів.

$$\sum_{i=1}^3 n \cdot N_{cp}^{mp,обр} \cdot l = 35 \cdot 38 \cdot 190 + 50 \cdot 39 \cdot 220 + 45 \cdot 39 \cdot 230 = 1085350 \text{ млн.ваг.км.}$$

Остаточню одержимо кількість млн.ваг.км пробігу вагонів на всіх ділянках.

$$\sum_{i=1}^3 n \cdot N_{cp}^{mp,обр} = 1085350 \cdot 2 = 2170700 \text{ млнвагкм.}$$

Приймаємо пробіг вагонів дорівнює 2170700 млн.ваг.км на всіх ділянках.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Парк прибуття

Робота ПТО регламентується Технологічним процесом роботи станції.

Технологія проведення технічного огляду поїзда

Черговий по станції (ДСП) чи черговий по парку (ДСПП) перед прибуттям поїзда повідомляють про це оператора ПТО чи старшого оглядача вагонів, вказуючи час і колію приймання. Оглядачі заздалегідь виходять на колію приймання і у разі двогрупового огляду одна група розміщується поблизу граничного стовпчика на вхідній горловині парку, що дає можливість їй оглядати поїзд у русі, а друга — поблизу місця зупинки локомотива. У разі три чи чотири групового огляду групи розміщуються в місцях, визначених Технологічним процесом роботи станції (табл. 1.7).

Таблиця 1.7 Графік переробки состава в парку прибуття

Операції	До прибуття	Після перестановки, хв.							Виконавці
		0	5	10	15	20	25	30	
Отримання, розмітка і пересилання телеграми-натурного листа маневровому диспетчеру, в об'єднану технічну контору і на ПТО	█								Оператор інформаційного центру
Складання сортувального листка	█								Оператор технічної контори
Повідомлення працівникам об'єднаної технічної контори і на ПТО часу і колії приймання поїзда	█								ДС
Контрольна перевірка складу у вхідній горловині	█								Робітники ПТО та технічної контори
Пересилання вантажних документів в об'єднану технічну контору			█						Робітники ПТО и технической конторы
Перевірка телеграми-натурного листа і вантажних документів, штампелювання їх			█						Робітники ПТО и технической конторы
Технічний огляд складу, роз'єднання гальмових рукавів			█	█	█	█	█		Работники ПТО
Комерційний огляд складу			█	█	█	█	█		Приемщики вагонов

Огляд починається після відчеплення поїзного локомотива і огороження состава поїзда з двох кінців сигналами зупинки. У разі двогрупового огляду (рис. 1.1) групи з голови і хвоста поїзда рухаються назустріч одна одній. Перевіряються стан ходових частин, рами, кузова, автозчепного обладнання і автогальм одночасно з двох боків вагонів. У разі виявлення несправно-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

17

стей крейдою на кузові вагонів в установлених місцях проставляються умовні знаки, передбачені Технологічним процесом.

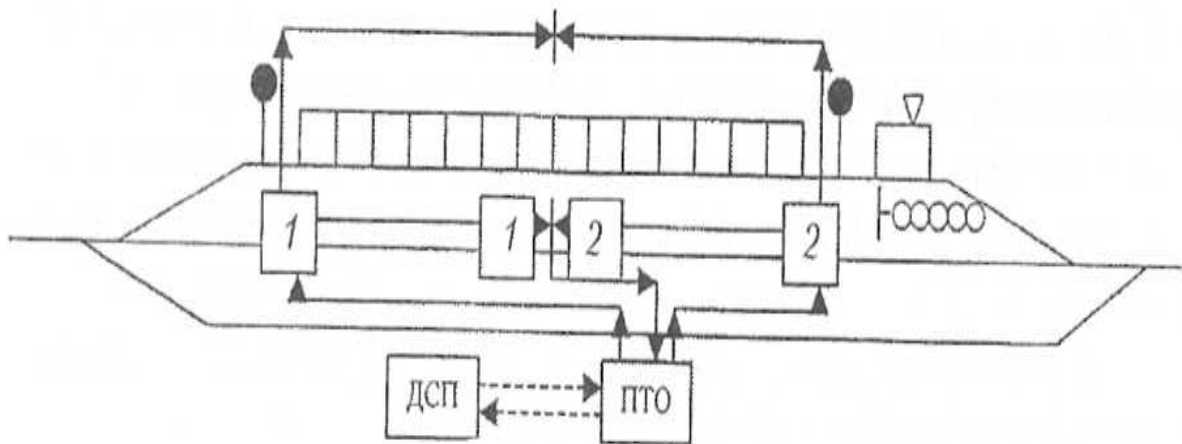


Рис. 1.2 – Схема огляду поїзда

- — сигнальні знаки огороження поїзда;
- 1, 2 — групи оглядачів вагонів;
- — маршрути переміщення груп оглядачів.

Огляд вагонів виконується із двох сторін поїзда звичайно двома групами оглядачів, а при великій густоті руху та при обробці довгосоставних поїздів - трьома або чотирма групами.

Під час огляду оглядачі вагонів виявляють несправності осей, коліс, візків, буксових вузлів, автозчепного та автогальмового встаткування, рам, кузовів і інших вузлів і деталей вагонів.

Нагрівання букс із роликівими підшипниками перевіряють на дотик, їхній стан визначають візуально та обстукуванням молотком.

Про виявлені несправності на бічних стінах кузова хопрів, бортах платформ або котлах цистерн проставляють крейдові позначки та умовні написи. Наприклад, ОП - оглянути підшипник, ПVB - перемінити валик буксової кришки, ПШ - поставити шплінт або шайбу, ПП - перемінити гальмовий прилад, ВВП - відрегулювати важільну передачу, ВР - відрегулювати або замінити ав-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

торегулятор, ПТ - перемінити триангель, ПКК - перемінити кінцевий кран, ПР - перемінити сполучний рукав, ПВР - перемінити валик важільної передачі гальма та інше.

Часто виявляється недостатнім тільки позначити несправність, але потрібно ще вказати місце її знаходження на вагоні. У цьому випадку прийнято вказувати сторону вагона, де є несправність, маючи на увазі праву або ліву сторону по напрямку руху поїзда. Для груп вагонів або поїздів, напрямку руху яких невиразно, сторона вагона вказується умовно сторонами світла - південь, північ або розташуванням характерних споруджень - вокзал, депо. Варто також позначити, на якому кінці вагона виявлена несправність, або вказати умовно напрямку станції або парку.

У парку прибуття при необхідності заміняють несправні та ставлять відсутні ланцюжки та важелі розчіпного привода автозчеплення для забезпечення розчіплювання вагонів при розпуску їх із сортувальної гірки. На вагонах, що направляють в ремонт з відчепленням, наносять крейдові позначки про головну несправність, через яку вагон відчепляють, а також про місце, куди варто подати вагон для ремонту – ремонтну колію, перевантаження, депо, механізований пункт.

При перевірці технічного стану вагонів оглядачі кожної групи записують номери першого та останнього вагонів і наносять на них крейдові умовні позначки. Номери останніх вагонів кожної частини поїзда записують у спеціальний журнал.

Старший по кожній групі, переконавшись у закінченні всіх робіт і відсутності людей у вагонів, повідомляє операторові ПТО номери вагонів, які треба відчепити, указує головні їхні несправності та доповідає про можливість зняття сигналів огороження. Оператор ПТО, одержавши ці відомості від всіх груп, виключає сигнали огороження, сповіщаючи об цьому всіх працівників бригади, і доповідає черговому по станції або маневровому диспетчері про наявність вагонів, що відчіплюють.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Закінчивши огляд, старший кожної групи оглядачів доповідає старшому оглядачу чи оператору ПТО про результати огляду, вказуючи номери вагонів, які необхідно відчепити, про характер їх несправностей.

При відсутності оператора ПТО доповіді про закінчення робіт приймає старший оглядач вагонів, що дає вказівку об зняття сигналів огородження, повідомляє черговому по станції або маневровому диспетчері про результати та робить запис у книзі форми ВУ - 14 про закінчення огляду.

На вагони, що підлягають ремонту з відчепленням, оглядачі вагонів виписують повідомлення форми ВУ - 23 у двох екземплярах: перший екземпляр негайно по закінченні огляду поїздів вручається черговому по станції, другий передається у вагонне депо.

Перед розпуском поїзда з гірки випускають стиснене повітря з гальмових циліндрів вагонів, роз'єднують міжвагонні сполучні рукави.

Під час розпуску з гірки состава поїзда ці вагони будуть направлятись на спеціальні колії сортувального парку, а від транзитних поїздів — відчіплюватись на спеціальні ремонтні колії або подаватись в депо.

Розрахунок парку прибуття

Кількість робітників на ПТО варто розраховувати з річної програми вантажних вагонів, які проходять через сортувальну станцію В, тобто по технічному обслуговуванню вагонів у парку прибуття визначається залежно від обсягу роботи станції відповідно до типових нормативів чисельності робітників ПТО з обліком того, що тривалість простою кожного поїзда в парку прибуття не повинна перевищувати 15 хвилин.

Кількість комплексних бригад у парках прибуття, їхня чисельність залежить від кількості оброблюваних поїздів інтервалів їхнього прибуття.

Визначимо число комплексних бригад, що працюють у парку прибуття за формулою [7]:

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B_{\text{бр}}^{\text{нр}} = \frac{n_n^{\text{нр}} \cdot t_{\text{обр}}^{\text{нр}}}{24 \cdot \varphi}, \quad (1.7)$$

де $n_n^{\text{нр}}$ - середнє число поїздів, що прибувають за добу, $n_n^{\text{нр}} = 130$ поїзда;

$t_{\text{обр}}^{\text{нр}}$ - установлена тривалість обробки поїзда, година (для парку прибуття 15 хв, або 0,25 години);

24 - число годин у добі;

φ - коефіцієнт, що враховує нерівномірність прибуття поїздів, 0,8-0,95.

Підставивши вихідні дані у формулу, одержимо

$$B_{\text{бр}}^{\text{нр}} = \frac{130 \cdot 0,25}{24 \cdot 0,95} = 1,42$$

Приймаємо одну бригаду в зміну.

$$B_{\text{бр}}^{\text{нр}} = \frac{81 \cdot 0,5}{24 \cdot 0,95} = 1,6$$

Приймаємо 2 бригади у зміну.

Число працівників у кожній комплексній бригаді для парку прибуття визначається за формулі [7]:

$$R_{\text{я}}^{\text{нр}} = \frac{n_c^{\text{нр}} \cdot H_m}{\varphi \cdot t_{\text{обр}}^{\text{нр}}}, \quad (1.8)$$

де $n_c^{\text{нр}}$ - середнє число чотиривісних вагонів у складі поїзда;

H_m - середня витрата на обслуговування та безвідчипний ремонт одного чотиривісного вагона, чол. · хв.

Для парку прибуття, по даним Всесоюзного науково-дослідного інституту залізничного транспорту (ВНИИЖТ), середні витрати на обслуговування одного вагона можна прийняти:

- для восьмівісного вагона - 5 чол. · хв
- для чотиривісного вагона - 3 чол. · хв.

Середню трудомісткість цих витрат можна прийняти в перерахунку на чотиривісний вагон

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{5+3}{2} = 4,0 \text{ чол.хв.}$$

Приймаємо $H_m^{np} = 4 \text{ чол.хв.}$

$$R_{я}^{np} = \frac{43 \cdot 4}{0,95 \cdot 15} = 12,1 \text{ чол.}$$

Приймаємо 12 чоловік.

Розподіл робітників у парку прибуття по професіях устанавлюємо виходячи із трудомісткості виконання різних операцій по технічному обслуговуванню та ремонту вагонів:

- технічний контроль вагонів 74% - 10 чол.
- ремонт для розформування 26% - 3 чол.

Кожна ремонтна бригада поділяється на кілька самостійних груп, що працюють у різних частинах поїзда.

Оптимальне число вагонів n_{omn} , які оброблюють однією ремонтною групою в бригаді, можна визначити за формулою [7]

$$n_{omn} = \sqrt{\frac{t_{обр}}{U_{сер} (1-\nu) t_г}}, \quad (1.9)$$

де $t_{обр}$ – устанавлена тривалість обробки поїздів на ПТО, година;

$U_{сер}$ – середня кількість переходів однієї ремонтної групи уздовж частини поїзда, що обслуговується за період обробки, $U_{сер} = 1,15 - 1,25$;

ν - частка вагонів, які не вимагають ремонту, від загальної кількості вагонів, $\nu = 0,35 \dots 0 \dots 0,55$;

$t_г$ - середній час, що витрачається на перехід уздовж одного вагона, $t_г = 0,003 \text{ год.}$

Тоді для парку прибуття

$$n_{omn} = \sqrt{\frac{0,25}{1,2 \cdot (1-0,55) \cdot 0,003}} = 12,4 \text{ ваг.}$$

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приймаємо 12 вагонів.

За значенням $n_{онт}$ встановлюємо число груп у бригаді:

- для поїзда з 43 вагонів, при обробці однією групою 12 вагонів, одержуємо 4 групи.

1.4 Контроль технічного стану та ремонт вагонів у сортувальному парку

Технічний огляд вагонів виконуються на коліях сортувальної станції, а ремонт - на спеціально виділених коліях.

Оглядачі сортувального парку в процесі розпуску з гірки та нагромадження вагонів виявляють пошкодження, що з'явилися при виконанні маневрових робіт, перевіряють різницю висоти корпусів автозчепів суміжних вагонів над рівнем рейок. Про виявлені несправності на кузовах вагонів крейдою наносять позначки, як у парку прибуття. На кожний пошкоджений вагон оглядач становить акт форми ВУ - 25, а на вагони, які ремонтуються з відчепленням від поїзда, - повідомлення форми ВУ - 23.

До подачі поїзда в парк відправлення оглядачі сортувального парку по телефоні повідомляють операторові ПТО про наявність вагонів з більшим обсягом ремонтних робіт, їхнього номера, місце розташування в складі, найменування та характер несправностей деталей, які необхідно замінити.

Разом з оглядачами парку прибуття оглядачі сортувального парку відповідають за пропуск у парк відправлення вагонів з несправностями, для усунення яких потрібна відчеплення або розтаскування поїзда.

Для більше тісного зв'язку із працівниками служби руху до кожної бригади укладачів прикріплюється оглядач, що допомагає укладачеві виявити наявність різниці більше 100 мм у висоті поздовжніх осей автозчепів у сусідніх спеціальних вагонів для своєчасної їхньої перестановки й, крім того, стежить за схоронністю вагонів при маневрових роботах.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сортувальний парк оснащений переговорними колонками паркового зв'язку та прямий телефонним зв'язком з операторами ПТО, старшим оглядачем вагонів парку відправлення із черговим по сортувальному парку, пристроями електричного висвітлення та електричного годинника загального користування.

Трудомісткі операції при поточному ремонті вагонів виконуються в сортувальному парку на спеціально виділену колію, що оснащений необхідними засобами механізації.

1.4.1 Порядок дій працівників ПТО при відчепленні вагонів по несправностях

Операторові парку відправлення ПТО при відчепленні вагона зі сходу поїзда необхідно:

- виписати повідомлення форми ВУ-23М у 2-х екземплярах, перший з яких передати в станційний технологічний центр по обробці перевізних документів (не пізніше, ніж через 2 години після повідомлення по телефоні про необхідність відчепленню вагона від поїзда поїзда), другий екземпляр - передати операторові по обліку ПТО;

- одержати з мережі ІОЦ довідку 2653, після чого:

- разом з начальником ПТО, а при його відсутності - зі змінним вагонним майстром ПТО, перевірити, з яких причин вагон надходив у попередні ремонти для виконання ТОВ-2;
- у випадку, якщо вагон неодноразово (2 і більше раз) відчіплювався для виконання ремонту ТОВ-2 по аналогічних несправностях, роздрукувати довідку 2653. Довідку 2653 завірити своїм підписом і підписом начальника ПТО, а при його відсутності - підписом змінного майстра ПТО. Після цього передати довідку операторові по обліку ПТО.

Операторові по обліку ПТО:

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- при одержанні від оператора парку ПТО повідомлення форми ВУ-23М, заповнити та передати повідомлення 1353 „зарахування вагона до складу несправних”;

- наприкінці нічної зміни роздрукувати довідку про залишок несправних вагонів і довідці про вагони, які були відчеплені в поточний ремонт за попередню добу. У довідках повинні бути зазначені номери вагонів і несправності, по яких вони були забраковані. Довідки підтверджують своїм підписом і підписом начальника ПТО. При відсутності начальника ПТО довідки необхідно підтвердити підписом змінного вагонного майстра ПТО. До вищевказаних довідок додати всі роздруковані довідки 2653.

Начальникові ПТО:

- жадати від операторів парків ПТО виконання вимог, викладених вище;
- разом з оператором парку ПТО по довідці 2653 перевіряти, з яких причин вагон надходив у попередні ремонти для виконання ТОВ-2, при цьому:

- у випадку, якщо вагон неодноразово (2 і більше раз) відчіплювався для виконання ремонту ТОВ-2 через надмірне зношування гребеня колеса, жадати від оператора роздрукувати довідку;
- на роздрукованій довідці письмово давати вказівка щодо подальших дій майстра (бригадира) МПОВ з відчепленням при постановці цього вагона на колії ПТО з відчепленням, завірити довідку своїм підписом.

- підтверджувати своїм підписом довідку про залишок несправних вагонів, і довідку 2653;

- у випадку відчеплення вагонів у ремонт із повторенням несправностей, надсилати телеграми на виклик представників вагонних депо, які виконували планові та поточні види ремонту для комісійного обстеження даних вагонів і виявлення фактичних причин виникнення несправностей. Порядок виклику представників вагоноремонтних підприємств наведений у додатку № 13 до даного технологічного процесу.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При відчепленні вагона через наднормативний знос гребенів колісних пар необхідно:

- для з'ясування причин понадінтенсивного зноса гребенів колісних пар вагонів обов'язково проводити викочування обох візків вагона та несправних колісних пар з виконанням вимірів їхніх параметрів і із записом в „журналі обліку вимірів параметрів колісних пар і візків вагонів на ПТО з відчепленням“;
- у випадку виявлення при проведенні вимірів ходових частин вагона колісних пар з різницею товщини гребенів 4 мм і більше та з наднормативним зносом гребенів колісних пар вагона з однієї сторони візка або вагона, повідомити про необхідність скликання комісії для з'ясування причин надмірного зносу гребенів колісних пар, главу постійно діючої комісії вагонного депо (склад комісії визначається наказом начальника вагонного депо);
- за результатами вимірів становити акт із висновками про причини зносу гребенів коліс і підтверджувати підписами всіх членів комісії.

При цьому в обов'язковому порядку проводити запису в „журналі обліку вимірів параметрів колісних пар і візків вагонів на ПТО з відчепленням“ і в журналі форми ВУ-53.

Ведення всіх вищевказаних журналів, а також проведення інструментальних вимірів параметрів вузлів і деталей вагонів покладається на вагонного майстра ПТО з відчепленням, а при його відсутності - на бригадирів ПТО з відчепленням.

При надходженні вагона на ПТО з відчепленням раніше, ніж через 10 місяців після виконання останнього планового виду ремонту, виконаного вагоноремонтними підприємствами України, через заміну колісної пари або її розвороту, викликаного граничним зношуванням гребеня колеса, необхідно викликати представників вагоноремонтних підприємств порядком, викладеним у додатку № 13 до даного технологічного процесу.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4.2 Пункт поточного ремонту вагонів з відчепленням

Поточний відчіпного ремонт призначений для усунення несправностей рухомого складу, що виникли на шляху прямування і вимагають усунення з відчепленням вагона від поїзда. Поточний відчіпного ремонт вагонів проводиться за наявності повідомлення форми ВУ-23М. На пошкоджені вагони до повідомлення форми ВУ-23М повинен додаватися акт форми ВУ-25.

На сортувальних станціях організують механізовані вагоноремонтні пункти

Механізовані пункти поточного ремонту вагонів (МПОВ) розміщуються на сортувальних або інших станціях. МПОВ призначені для виконання поточного ремонту вагонів, що вимагають виконання трудомістких робіт, таких, як зміна колісних пар, бічних рам і надресорних балок візки, ремонт ковзунів, зміна поглинаючих апаратів, тягових хомутів, п'ятників, а також зварювальних робіт по кузову і рамі вагона.

МПОВ повинен мати не менш двох колій: одну для ремонту вагонів, яким потрібне піднімання або викочування візків; іншої - для виконання робіт, не потребує піднімання вагонів або викочування візків, а також тупикова колія для запасних і ремонтуємих візків і колісних пар. На кожній ремонтній колії передбачені три послідовно розташованих ділянки: нагромадження несправних вагонів, їхнього ремонту та нагромадження відремонтованих вагонів, що очікують виводу в експлуатацію, тобто в парк формування.

Цех поточного ремонту включає в себе ремонтно-складальний ділянку, підсобні ділянки, технологічну комору, тупик для запасних колісних пар і візків, тракційні шляхи та стрілочні переводи, призначені для обслуговування цеху, маневрової роботи, накопичення вагонів, що очікують ремонту.

Механізований вагоноремонтний пункт (рис. 2) також має два наскрізних колії для ремонтуємих вагонів, а також майстерні зі службово-побутовими приміщеннями.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

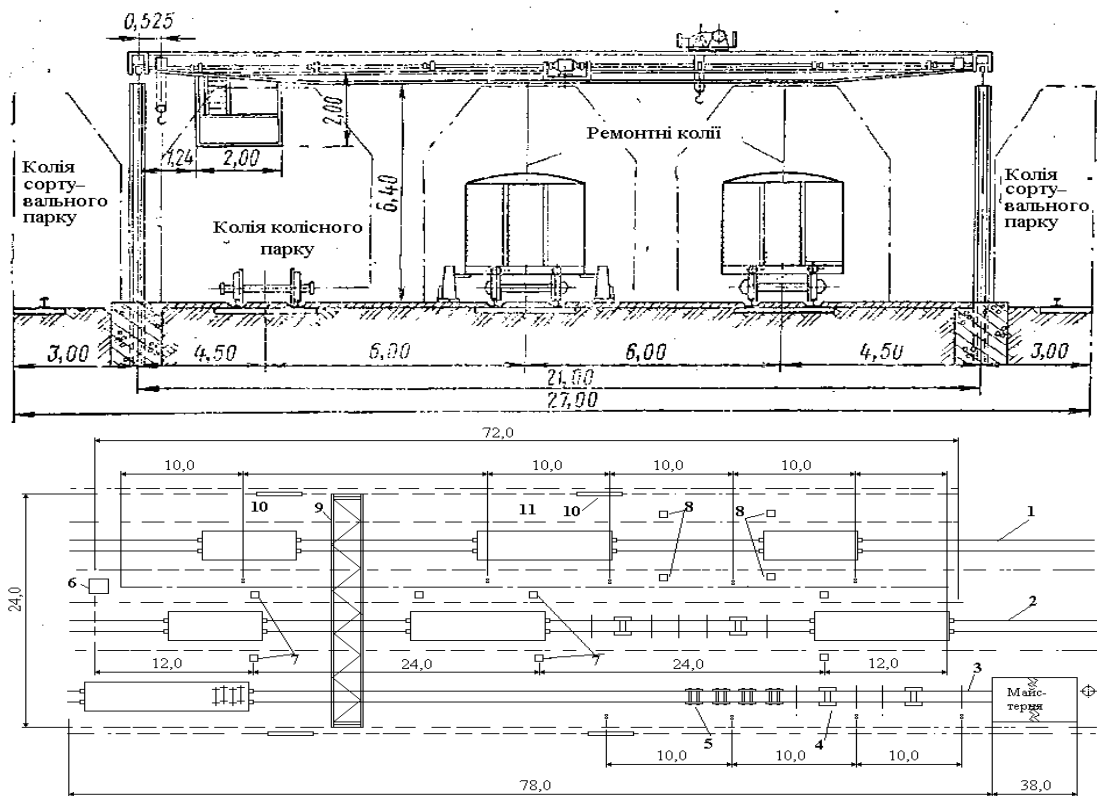


Рис. 1.3 План і поперечний розріз МПОВ
(розміри зазначені в метрах)

Колія 2 призначена для ремонту вагонів з підніманням і викочуванням візків і колісних пар. Він обладнаний стаціонарними електродомкратами 7 вантажопідйомністю 30 т. Колія 1 служить для ремонту вагонів без піднімання. При необхідності вагони на цієї колії можна піднімати пересувними електричними, гідравлічними або гідропневматичними домкратами 5. На колію 1 направляються вагони, що мають несправності рам і кузовів. Для виправлення погнутих елементів передбачене відповідне встаткування: правильний стенд, форсунки для підігріву балок, преси для усунення вертикальних і горизонтальних вигинів, горна для нагрівання заклепок.

Пересування вагонів з однієї ділянки ремонтної колії на іншій здійснюється за допомогою лебідки 6, розміщеної на міжколійї. Вся ремонтна площадка асфальтована, що забезпечує зручне транспортування запасних частин і матеріалів. На міжколійя прокладений трубопровід стисненого повітря з розбірними колонками 11 і електрозварювальна лінія з пересувними трансформато-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

28

рами. Робочі місця на ремонтній площадці оснащені стелажми 10, опорними підставками, двоступінчастими пересувними площадками для виконання свердлильних, клепальних і зварювальних робіт на кузовах вагонів і інших пристосувань.

Тупикова колія 3 для запасних колісних пар і візків використовується також для розбирання, ремонту та зборки візків на позиціях 4 і 5. Якщо ця колія не тупикова, а наскрізний, то на ньому доцільно виділити ділянка з боку маневрової витяжки для постановки трьох-чотирьох вагонів з більшим обсягом робіт по заміні або виправленню кінцевих балок, виправленню обв'язки кузова, приварку накладок на балках рами та ін. При постановці таких вагонів; час простою в ремонті яких не укладається у встановлену для механізованого пункту норму 3 ч, на загальні ремонтні колії збільшується простій інших вагонів і утрудняється виконання маневрових робіт.

Уздовж ремонтної площадки встановлена металева або залізобетонна естакада з мостовим краном 9 або прокладені підкранові колії для пересування козлового крана. За допомогою мостового або козлового крана механізуються найбільш трудомісткі операції: піднімання та транспортування візків, колісних пар, надресорних і бічних балок, автозчепів, збирання несправних деталей, навантаження металобрухту у вагони. Висота естакади крана дозволяє транспортувати деталі, у тому числі та колісні пари, над вагонами, що коштують на ремонтних коліях. Швидкість пересування крана в поздовжньому та поперечному напрямках забезпечує доставку деталей з будь-якого місця площадки до ремонтуємому вагона за 2-3 хв.

Для оперативного керівництва ремонтними роботами механізований пункт обладнаний голосносповещильною установкою, прямий телефонним зв'язком з маневровим диспетчером і пунктом технічного обслуговування, а також загальностанційним телефонним зв'язком.

Несправні вагони надходять на механізований пункт у міру їхнього нагромадження на головній частині ремонтних колій у процесі розпуску вагонів

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

із сортувальної гірки або подаються за графіком маневровим локомотивом зі колії нагромадження, розміщеного в підгірковому парку.

Оглядачі, що направляють вагони для поточного ремонту з відчепленням, повідомляють операторів пункту їхню кількість, вісність, тип, характеристики несправностей і передають йому один екземпляр повідомлення форми ВУ-23. Одержавши ці відомості, майстер пункту завчасно підготовляє робочі місця та необхідні запасні частини.

На ремонтних пунктах з більшим обсягом робіт (30 вагонів у добу та більше) організуються вузкоспеціалізовані бригади. При малому обсязі робіт, навпаки, доцільно організувати дві комплексні бригади широкої спеціалізації: одну по слюсарно-клепальних і автогальмових роботах, іншу по столярно-покрівельним і малярським.

Механізований ремонтний пункт перебуває в підпорядкуванні начальника ПТО. Роботою пункту керує змінний майстер.

Чисельний склад бригад і кількість їх визначаються начальником вагонного депо залежно від особливостей роботи - середньодобового надходження несправних вагонів, характеру несправностей, обсягу ремонту, режиму роботи пункту.

Відремонтовані вагони приймає майстер механізованого пункту або приймальник вагонів, після чого заповнюється повідомлення форми ВУ-36. На підставі цього повідомлення вагонне депо та станція знімають вагони з обліку несправних.

Після збирання відремонтованих вагонів, що очікує ремонту рухомий склад пересувають на ділянку колії, що звільнилася, а на її місце знову надходять несправні вагони.

На коліях повинне міститися до 10-15 % вагонів від добового надходження їх у ремонт, а на великих пунктах до 25%.

Ремонтну бригаду, зайняту поточної ремонтом з відчепленням, очолює майстер або бригадир.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відремонтвані вагони приймає майстер або бригадир, приймальник вагонів, після чого заповнюють повідомлення ВУ - 36, на підставі якого депо та станція знімають вагони з обліку несправних.

1.4.3 Устаткування МПОВ

Механізований ремонтний пункт обладнають: козловим краном, централізованим огороженням ремонтних колій і тупиків, установкою для випробування гальм; гучномовним радіозв'язком з переговірними колонками, стаціонарними електродомкратами, повітропроводом, електрозварювальною лінією з розетками, машиною ремонту кузовів вагонів «Крим».

На МПОВ, вилучених від депо, доцільно передбачити можливість розміщення ремонтних майстерень до складу яких входять колісно-роликове та ковальсько-електрозварювальне відділення, інструментальну, службові та побутового приміщення.

Робочі місця на ремонтних ділянках оснащуються стелажми та різними пристосуваннями.

1.4.4 Розрахунок МПОВ

Число вагонів, що надходять у добу на МПОВ [7]

$$N_{\text{мек}} = N_1 + N_2 + N_3, \quad (1.10)$$

де N_1 – число вагонів, що відчіплюють від поїздів, підготовлюваних до перевезень;

N_2, N_3 - те ж від поїздів, що проходять через станцію, відповідно переформуванням і без нього.

$$N_1 = \frac{n_{\text{сб}} \cdot N_{\text{ср}} \cdot \beta_1}{100}, \quad (1.11)$$

де $n_{\text{сб}}$ - число пар збірних поїздів;

$N_{\text{ср}}$ - середнє число вагонів у складі поїзда;

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

β_1 - відчеплення вагонів від поїзда, підготовлюваних до перевезень, %.

Одержуємо,

$$N_1 = \frac{(35 + 50 + 45) \cdot 39 \cdot 1,2}{100} = 60,8 \text{ ваг.}$$

Приймаємо 61 вагон.

$$N_2 = \frac{n_{\text{неп}} \cdot N_{\text{сп}} \cdot \beta_2}{100}, \quad (1.12)$$

$$N_2 = \frac{57 \cdot 43 \cdot 0,6}{100} = 14,7 \text{ ваг.}$$

Приймаємо 15 вагонів.

$$N_3 = \frac{n_{\text{мп}} \cdot N_{\text{сп}} \cdot \beta_3}{100}, \quad (1.13)$$

$$N_3 = \frac{73 \cdot 34 \cdot 0,2}{100} = 4,96 \text{ ваг}$$

Приймаємо 5 вагонів.

$$N_{\text{мек}} = 61 + 15 + 5 = 81 \text{ ваг}$$

Число робітників визначимо за формулою [7]

$$R_{\text{мек}} = \frac{\sum T_{\text{мек}}}{F_{\text{сп.год}} \cdot \kappa_{\text{п.н.}}}, \quad (1.14)$$

де $T_{\text{мек}}$ - сумарна витрата часу на поточний ремонт з відчепленням всіх видів вагонів за рік, чол.-година.;

$F_{\text{сп.год}}$ - річний фонд робочого часу, год;

$\kappa_{\text{п.н.}}$ - коефіцієнт перевиконання норми.

$$\sum T_{\text{мек}} = (N_1 \cdot W_1 + (N_2 + N_3) \cdot W_2) \cdot 365, \quad (1.15)$$

$$\sum T_{\text{мек}} = (61 \cdot 2,8 + (15 + 5) \cdot 1,1) \cdot 365 = 70372 \text{ чол.} - \text{год.}$$

$$R_{\text{мек}} = \frac{70372}{2004 \cdot 1,1} = 31,9 \text{ чол.}$$

Приймаємо 32 чоловіка.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вагоноремонтна машина (031.170165.ДП1.001 СБ)

Вагоноремонтна машина призначена для ремонту напіввагонів та виконує наступні операції:

- правку розширення та звуження кузова по верхній обв'язці;
- виправлення стійок, розкосів, панелей з деформацією всередині та зовні кузова;
- редагування стійок торцевих дверей без зняття їх з вагона;
- Виправлення окремих місць хребтової балки;
- виправлення кромek листів проміжних балок піввагону;
- притискання окремих листів, панелей, косинок при зварювальних роботах на кузові;
- правку кришок люків та їх заміну;
- виконання електрозварювальних робіт;
- виправлення упорів кришок люків;
- зміну головок автозчепу;
- перестановку колісних пар на міжколії та назад;
- зміну стулок дверей.

Технічна характеристика:

1. Продуктивність машини, напіввагонів на добу	30
2. Габаритні розміри, мм:	
довжина	8500
ширина	6600
висота	7000
3. Відстань між осями рейок, мм	4600
4. Відстань між внутрішніми гранями головок рейка, мм	
5. Внутрішній розмір машини для проходу рухомого складу Тпр	
6. Маса машини, кг	17950
7. Швидкість пересування машини, м/с	0,3-0,6

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

8. Потужність електродвигуна приводу пересування, кВт	7
9. Кількість приводів пересування,	2
10. Вантажопідйомність механізму переміщення підйомної балки та лебідки, т	2
11. Тип насоса гідроприводу	H403E
12. Потужність електродвигуна приводу, кВт	18,5
13. Об'єм бака гідросистеми, л	120
14. Рід струму в силовому ланцюгу трифазний	
15. Напруга,	220/380
16. Напруга в ланцюзі управління,	3617.
17. Тиск в гідросистемі, МПа	30±0,5

Розглянемо конструкцію вагоноремонтної машини.

Вагоноремонтна машина складається з порталу 2, на якому змонтовані механізми для редагування кузова напіввагона. Машина встановлена на рейковій дорозі шириною 4530 мм між внутрішніми гранями головки рейок. Машина забезпечена лебідкою 12, яка пересувається по поперечній монорейці 9. Лебідка служить для транспортування головок автозчеплення, колісних пар, стільців торцевих дверей та інших деталей.

У верхній частині порталу розташований механізм переміщення підйомної балки 3 з лебідкою 12 і блоком 13, що забезпечує переміщення гідродомкратів підйомної 5 балки з поворотною рамою 4. Механізм підйому складається з двигуна, редуктора та робочих канатів (тросів). Кожен канат через нерухомі блоки зачеплень за підйомну балку. При включенні механізмів підйому на «опускання», гідродомкрати та підйомна балка з поворотною рамою опускаються по вертикальному напрямному порталу. У нижньому положенні гідродомкрати використовують для редагування хребтової балки за допомогою вставки 16 і пристрою для редагування хребтової балки (гідроциліндра). В ін-

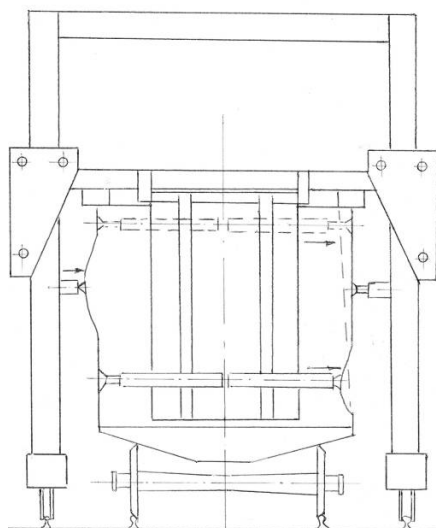
					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

ших положеннях гідродомкрати використовуються для редагування розширення кузова.

На поворотній рамі змонтовані гідродомкрати для виправлення звуження кузова 4.

На кожній стороні машини встановлено пристрій для редагування кришок люків 10. гідродомкрат редагування кришок люків за допомогою гідроциліндра переміщається по направляючій до ділянки кришки люка, куди треба докласти зусилля редагування. Після виконання цих операцій включається гідродомкрат та виправляє кришку люка. На машині є верхня та нижня площадки. На нижній площадці з кожного боку машини встановлені зварювальні трансформатори та пульти керування (виносні). Для входу на площадки є сходи 15. У верхній частині машини є перехід для проходу з одного боку на іншу.

а)



б)

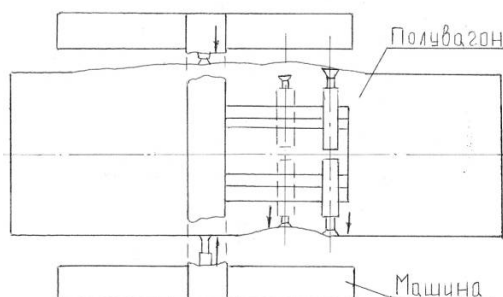


Рис. 1.14.1 – Схема ремонту кузова напіввагона:

а – вид збоку; б – вид зверху.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

35

Подача робочої речовини для роботи з пристроями здійснюється за допомогою кнопкової виносної станції.

Використання даної машини у вагонному господарстві вагонів скорочує годину ремонту та надає суттєвий економічний ефект на ремонтний процес.

Однією з обов'язкових конструктивних вимог механізму пересування є використання нежорсткого з'єднання валу приводу до валу ходового колеса. Це забезпечує високу надійність та ремонтпридатність механізму.

Єдиним є гідропривод машин.

При цьому він складається з наступних уніфікованих елементів: ексцентрикового об'ємного насоса Н-403Е; головного розподільника рідини Р102-АЛ44Д з пристроєм для регулювання швидкості перемикачів золотника та керуючих розподільників рідини Р102-АЛ44, що приєднуються до виконавчих механізмів; запобіжного клапана М-КП-12; дроселів регульованих ПГ-77; двоступінчастої системи фільтрації робочої рідини з фільтрами тонкого очищення типу АФБ-1 та грубого очищення 0,08Г41-14; масляного бака, що містить перфоровані перегородки, повітряний фільтр Г45-22, магнітний патрон Г42-11А та електричний підігрівач олії з регулятором температури; демпфера, манометра та вакуумметра (встановлюваного на всмоктувальній лінії).

Параметри гідроприводу машини: тиск у гідросистемі 30 МПа; подача насоса 0,0006 м³/сек; тонкість фільтрації 5-10 мкм; потужність двигуна насоса 17 кВт.

Розрахунок потужності двигуна та вибір редуктора приводу пересування вагоноремонтної машини

Механізм пересування машини для ремонту кузовів напіввагонів вибираємо із роздільними приводами. Електродвигун, з'єднаний муфтою із редуктором, передає рух на провідне колесо. Вал приводного колеса з'єднаний з тиххідним валом редуктора проміжним валом та зубчастими муфтами.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діаметр ходових коліс $D_k = 400$ мм, колеса сталеві (матеріал – сталь 65Г, твердість поверхні катання HB = 320350) двореберні з циліндричним ободом.

Ширина поверхні катання = 80 мм (ГОСТ 3569-74).

Рейка типу Р-50.

Потужність електродвигуна визначається з урахуванням інерційних навантажень, обчислюваних за формулами:

$$N_p = \frac{W_{ст} \cdot V_k}{102 \cdot \eta_n \cdot \varphi_{cp}}, \quad (1.16)$$

де V_k – швидкість пересувної машини, $V_k = 0,6$ м/с;

η_n - ККД приводу, $\eta_n = 0,85$;

φ_{cp} - значення кратності пускових моментів для двигунів, що працюють у пускових реєстрах, $\varphi_{cp} = 1,5$;

$W_{ст}$ - опір пересування машини, $W_{ст} = 2240$ кг;

тоді

$$N_p = \frac{2240 \cdot 0,6}{102 \cdot 0,85 \cdot 1,5} = 10,33 \text{ кВт.}$$

Потужність одного двигуна приводу знайдемо із формули:

$$N_{дв} = (0,5 \div 0,6) \cdot N_p, \quad (1.17)$$

$$N_{дв} = 0,6 \cdot 10,33 = 6,2 \text{ кВт.}$$

За каталогом [66] вибираємо електродвигун із фазним ротором типу МТФ 211-6 потужністю 7 кВт, $N = 930$ об/хв, $f = 50$ Гц, $U = 220/380$ В.

Частоту обертання колеса обчислюємо за формулою:

$$N_k = \frac{60 \cdot V_k}{\pi \cdot D_k}, \quad (1.18)$$

де D_k - діаметр ходових коліс, $D_k = 0,4$ м.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_k = \frac{60 \cdot 0,6}{3,14 \cdot 0,4} = 28,66 \text{ об/хв.}$$

Розрахункове передатне число редуктора дорівнюватиме:

$$U_{p.p} = \frac{N}{N_k}, \quad (1.19)$$

$$U_{p.p} = \frac{930}{28,66} = 32,44.$$

За каталогом вибираємо редуктор типу Ц2-350-3242-Ц1: сумарні міжосеві відстані $A = 250$ мм, передавальне число $U_p = 32,42$.

Фактичну частоту обертання колеса знаходимо за формулою:

$$N_{к.ф} = \frac{N}{U_{p.p}}, \quad (1.20)$$

$$N_{к.ф} = \frac{930}{32,44} = 28,68 \text{ об/мин.}$$

Фактична швидкість пересування машини під час ремонту кузовів напіввагонів знаходиться за формулою:

$$V_{м.ф} = \frac{\pi \cdot D_k \cdot N_{к.ф}}{60}, \quad (1.21)$$

$$V_{м.ф} = \frac{3,14 \cdot 0,4 \cdot 28,68}{60} = 0,6 \text{ м/с.}$$

Таким чином, підбрано електродвигун із фазним ротором типу МТФ 211-6, при цьому швидкість пересування машини дорівнює 0,6 м/с.

По спеціальностях працівники МПОВ розділяються по в такий спосіб:

- слюсарі з ремонту вагонів - 50 % - 16 чол.
- слюсарі з ремонту автогальм - 15% - 5 чол.
- столяри, покрівельники, малярі - 25% - 8 чол.
- електрогазозварники - 10% - 3 чол.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином для виконання поточного ремонту вагонів, на МПОВ кількість робітників дорівнює 32 чоловіка

1.5 Транзитний парк

Транзитний парк призначений для обслуговування транзитних поїздів, які не пройшли гарантійні ділянки і транзитних поїздів прийшли з гарантійних ділянок. У транзитному парку є спеціалізовані шляхи для прийому і відправлення довгосоставних та великовагових поїздів.

Контроль та ремонт вагонів в транзитному парку проводиться на підставі інформації отриманої по АСУ СПТО:

- від автоматизованого діагностичного комплексу стоїть перед мережевим СПТО;
- від оглядачів вагонів, які беруть поїздів з ходу;
- від оператора СПТО парку прибуття;
- від машиніста поїзного локомотива;
- від загального контролю технічного стану вагонів на шляху прямування.

На шляхах транзитного парку проводиться необхідний ремонт вагонів і усунення несправностей загрожують безпеці руху поїздів та збереження вантажів.

На шляхах транзитного парку є обладнання, що дозволяє проводити ремонт вагонів в об'ємі поточного ремонту без відчеплення вагона від поїзда.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.8 - Графік технічного обслуговування транзитного поїзда зі зміною локомотива або локомотивних бригад у транзитному парку

Найменування операцій	Технологічне обслуговування			Виконавці
	До установки огороження поїзда	При обгородженому поїзді	Після дачі технічної готовності	
1. Одержання інформації та повідомлення працівників оператором ПТО про номер, час прибуття та колію прийому поїзда.				Черговий по станції оператор ПТО
2. Вихід до колії прийому. Контроль технічного стану «сходу».				Оглядачі вагонів
3. Закріплення поїзда.				Працівники станції
4. Відчеплення локомотива.				Локомотивна бригада
5. Огородження поїзда. Технічне обслуговування поїзда, контроль технічного обслуговування, випробування гальм.				Оператор ПТО, оглядачі вагонів, оглядачі-автоматники
6. Зняття огороження, «причеплення» локомотива, випробування гальм.				Оператор ПТО, локомотивна бригада, ДЕП, оглядачі-автоматники
7. Ремонт і випробування гальм при зміні бригад без відчеплення локомотива, зняття огороження.				Локомотивні бригади, оглядачі-автоматники, оператор ПТО
8. Контроль стану поїзда при відправленні зі станції.				Оглядачі-автоматники
9. Загальна тривалість обслуговування.				30 хв.

Транзитний парк має наступні облаштування:

- приміщення ремонтної групи, оснащене автоматизованим надходженням інформації від оператора СПТО і оглядачів вагонів ремонтно - оглядово-го групи;
- приміщення оператора СПТО, що має вихід на АСУ ПТО;
- робочі місце оглядача вагонів з прийому поїздів з ходу;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

40

- тверде покриття междупуття парку;
- загальне і додаткове освітлення;
- перехідно - транспортні тунелі і мостові переходи;
- пристрій централізованого огороження составів;
- систему стоку зливових і талих вод;
- переїзди, обладнані автоматичною сигналізацією для проїзду ремонтної самохідної установки.

Технологічний процес обслуговування вагонів транзитного поїзда в прийомо-відправочному транзитному парку наведені в табл. 1.8.

Після прибуття транзитного поїзда головний оглядач - автоматник з'ясовує у машиніста локомотива про недоліки в роботі гальм на шляху прямування. Після пред'явлення складу до технічного обслуговування слюсар (оглядач) головної частини (групи) відключає з'єднувальний рукав головного вагона до стаціонарної мережі для зарядки гальм.

При пред'явленні транзитних поїздів для технічного обслуговування оглядачі зустрічають його «сходу», контролюючи його технічний стан із двох сторін. Оглядово-ремонтні бригади забезпечують технічне обслуговування транзитного поїзда після гарантійної дільниці як і поїзда свого формування по тій же технології.

Виконання трудомістких операцій по безвідчіпний ремонту вагонів проводиться ремонтною бригадою за допомогою самохідних ремонт-них комплексів на базі автомобілів КАМАЗ.

Вагони транзитних поїздів, що проїхали гарантійну дільницю, повинні обов'язково оглядати із пролазкою.

Вагони, які по обсягу робіт не можуть бути відремонтовані за час стоянки поїзда, повинні бути відчеплені від поїзда та подані на колію поточного ремонту з відчепленням та видачею повідомлення форми ВУ - 23М.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок транзитного парку

Кількість робітників транзитного парку розраховується з річної програми вантажних вагонів, які проходять через сортувальну станцію А.

Кількість комплексних бригад у транзитному парку, їхня чисельність залежить від кількості оброблюваних поїздів інтервалів їхнього прибуття.

Визначимо число комплексних бригад, що працюють у транзитному парку за формулою [7]:

$$B_{\text{бр}}^{\text{мп}} = \frac{n_n^{\text{мп}} \cdot t_{\text{обр}}^{\text{мп}}}{24 \cdot \varphi}, \quad (1.22)$$

де $n_n^{\text{мп}}$ - середнє число поїздів, що прибувають за добу, $n_n^{\text{мп}} = 130$ поїздів;;

$t_{\text{обр}}^{\text{мп}}$ - установлена тривалість обробки поїзда, година (для парку прибуття 15 хв, або 0,25 години);

24 - число годин у добі;

φ - коефіцієнт, що враховує нерівномірність прибуття поїздів, 0,8-0,95.

Приймаємо одну бригаду в зміну.

$$B_{\text{бр}}^{\text{мп}} = \frac{130 \cdot 0,25}{24 \cdot 0,95} = 0,8$$

Приймаємо 1 бригаду у зміну.

Число працівників у кожній комплексній бригаді для транзитного парку визначається за формулі [7]:

$$R_{\text{я}}^{\text{мп}} = \frac{n_c^{\text{мп}} \cdot H_m}{\varphi \cdot t_{\text{обр}}^{\text{мп}}}, \quad (1.21)$$

де $n_c^{\text{мп}}$ - середнє число чотиривісних вагонів у складі поїзда;

H_m - середня витрата на обслуговування та безвідчіпний ремонт одного чотиривісного вагона, чол.·хв.

Для транзитного парку, по даним ВНИИЖТ, середні витрати на обслуговування одного вагона можна прийняти $H_m^{\text{мп}} = 4$ чол.·хв :

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_y^{mp} = \frac{43 \cdot 4}{0,95 \cdot 15} = 12,1 \text{ чол.}$$

Приймаємо 12 чоловік.

Розподіл робітників транзитного парку по професіях установлюємо виходячи із трудомісткості виконання різних операцій:

- технічний контроль вагонів 74% - 10 чол.

- ремонт для розформування 26% - 3 чол.

Кожна ремонтна бригада ділиться на кілька самостійних груп, що працюють у різних частинах поїзда.

Оптимальне число вагонів згідно формули [7] приймаємо 18 вагонів.

За значенням n_{opt} установлюємо число груп у бригаді транзитного парку для поїзда з 43 вагонів, при обробці однією групою 12 вагонів, одержуємо 4 групи.

1.6 Парк відправлення

У парку відправлення проводиться технічне обслуговування поїздів свого формування.

У сформованих складах в парку відправлення проводиться:

- контрольно - технічний огляд;
- перевірка дії механізмів автозчіпного обладнання в стислому стані на саморозчеплення;
- з'єднання гальмових рукавів, зарядка гальмівної магістралі вагонів, огляд і ремонт гальмівного обладнання, повне випробування гальм.

Графік обробки поїздів у парку відправлення наведено у таблиці 1.3

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.9 Графік обробки состава в паркі відправлення

Операції	До перестановк	Після перестановки, хв.							Виконавці
		0	5	10	15	20	25	30	
Узгодження шляху перестановки складу	█								ДС, маневровий диспетчер
Перестановка состава в парк відправлення		█							Локомотивна бригада
Підготовка натурального листа та інших документів	█								Оператор технічної контори
Контрольна перевірка складу з натури		█							Оператор технічної контори
Конвертування і пересилання документів в парк відправлення			█	█					Оператор технічної контори
Технічний огляд і ремонт вагонів			█	█	█	█			Робітники ПТО
Комерційний огляд і усунення несправностей			█	█	█	█			Приймальники поїздів і робочі
Вручення документів машиністу							█		Оператор при ДС
Причеплення локомотива, випробування гальм, відправлення поїзда								█	Локомотивна бригада, робітники ПТО

Парк відправлення має:

- тверді междупуття, обладнані системою стоку зливових і талих вод;
- пристрої для централізованого випробування автогальм (у тому числі компресорні установки з повітрянорозборною мережею);
- робочі місце оглядача вагонів контролюючого відправляються поїзди;
- технічні кабінети для навчання оглядачів вагонів, оснащені навчально-екзаменаційними комп'ютерними класами, тренажерами;
- сповіщувальної зв'язок оператора парку відправлення і мобільний радіозв'язок у ремонтно - оглядових бригад;
- систему загального і додаткового освітлення. Розташування світильників додаткового освітлення не повинно заважати проходу людей, роботі снігоприбиральної техніки, додаткове освітлення повинно включатися тільки на період огляду поїздів;
- автоматизовані пристрої огорожі поїздів на станції;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

44

– пересувні стелажі з запасними частинами і матеріалами, а також з набором слюсарного інструменту.

Технічне обслуговування проводиться однією бригадою оглядачів-ремонтників з технічного обслуговування вагонів і двома бригадами з технічного обслуговування гальмівного обладнання.

Бригада оглядачів - ремонтників з технічного обслуговування вагонів або обслуговує всі поїзди по черзі по мірі їх виставлення.

Бригади оглядачів - ремонтників з технічного обслуговування гальмівного обладнання обслуговує поїзди (склади) по черзі в міру їх виставлення. Оператор СПТО з технічного обслуговування гальмівного обладнання визначає черговість технічного обслуговування поїздів (составів).

Бригада з технічного обслуговування вагонів складається з трьох груп, а група складається з двох оглядачів - ремонтників вагонів, для паралельного технічного обслуговування вагонів з двох сторін.

Бригада з технічного обслуговування гальмівного обладнання складається з трьох оглядачів - ремонтників по гальмах і трьох слюсарів по гальмах.

Слюсар з ремонту рухомого складу виконує спільно з оглядачами - ремонтниками безвідчипний ремонт вагонів у складах формування за нарядами.

Крім бригад з технічного обслуговування вагонів і гальмівного обладнання в головній частині парку закріпленій оглядач вагонів по «проводжанню» поїздів, а в хвостовій - оглядач вагонів по зустрічі поїздів «сходу» і слюсар по «скороченого випробування».

Технічне обслуговування вагонів проводиться у встановлений час і має забезпечувати відправлення поїздів за графіком.

Старший оглядач вагонів, залежно від обсягу робіт на вагонах, кількості пред'явлених поїздів (составів) і в нестандартних ситуаціях, робить перестановку бригад і груп.

У поїздах місцевого формування оглядачі-ремонтники вагонів виробляють контрольний технічний огляд.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При технічному обслуговуванні поїздів, підготовці вагонів під навантаження проводиться обов'язкове обстукування молотком поверхні катання колеса з метою своєчасного виявлення тріщин.

В окремих поїздах місцевого формування за вказівкою начальника СПТО або старшого оглядача огляд вагонів проводиться з пролазкою.

При технічному обслуговуванні поїздів здійснюється паралельний огляд вагонів з двох сторін.

Технічне обслуговування автогальмового обладнання вагонів і випробування автогальм виконують оглядачі - ремонтники автогальмового обладнання вагонів.

Оглядачі-ремонтники вагонів організують усунення несправностей, виявлених при контрольному огляді.

Оглядачі-ремонтники гальмівного обладнання і пневматичного обладнання вагонів:

- організують і контролюють усунення виявлених несправностей слюсарями, закріпленими за ними;
- надають допомогу слюсарям в усуненні виявлених несправностей;
- доповідають оператору ПТО про закінчення технічного обслуговування вагонів складу і дають технічну готовність.

Оглядачі - ремонтники вагонів ремонтної бригади організують виконання робіт за нарядом і додатково виявлених несправностей при контрольному огляді оглядачами - ремонтниками.

Оператор СПТО по двостороннього паркового зв'язку оповіщає старшого оглядача вагонів і працівників зміни про план і зміні в роботі.

При виставленні складів з парку формування або прибуття транзитного поїзда ДСП по двосторонньому парковому зв'язку оповіщає працівників СПТО про прибуття складу.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При цьому вказує станцію призначення поїзда, шлях парку формування з якого виставляється склад і шлях парку відправлення на який виставляється склад або приймається транзитний потяг.

Розрахунок парку відправлення

Визначимо для парку відправлення число комплексних бригад, що працюють у парку відправлення за формулою:

$$B_{\text{бр}}^{\text{нр}} = \frac{n_n^{\text{сид}} \cdot t_{\text{обр}}^{\text{сид}}}{24 \cdot \varphi}, \quad (1.22)$$

де $n_n^{\text{сид}}$ - середнє число поїздів, що прибувають або відправляють за добу,

$$n_n^{\text{сид}} = 73 \text{ поїзд.};$$

$t_{\text{обр}}^{\text{сид}}$ - установлена тривалість обробки поїзда для парку відправлення 30 хв або 0,5 години;

24 - число годин у добі;

φ - коефіцієнт, що враховує нерівномірність прибуття поїздів, 0,8-0,95.

Підставивши вихідні дані у формулу, одержимо

$$B_{\text{бр}}^{\text{нр}} = \frac{130 \cdot 0,25}{24 \cdot 0,95} = 1,42.$$

Приймаємо одну бригаду в зміну.

$$B_{\text{бр}}^{\text{нр}} = \frac{81 \cdot 0,5}{24 \cdot 0,95} = 1,6.$$

Приймаємо 2 бригади у зміну.

Визначимо для парку відправлення число працівників у кожній комплексній бригаді за формулою:

$$R_{\text{я}}^{\text{сид}} = \frac{n_c^{\text{сид}} \cdot H_m}{\varphi \cdot t_{\text{обр}}^{\text{ом}}}, \quad (1.23)$$

де $n_c^{\text{нр}}, n_c^{\text{сид}}$ - середнє число чотиривісних вагонів у складі поїзда;

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

H_m - середня витрата на обслуговування та безвідчіпний ремонт одного чотирирівнісного вагона, чол.·хв.

Для розрахунку кількості робітників в одній бригаді для парку відправлення, згідно даним ВНИИЖТа, приймаємо середні витрати праці в парку відправлення:

- для чотирирівнісного піввагона - 18 чол.-хв.
- для восьмиосного піввагона - 24 чол.-хв.
- для чотирирівнісної цистерни - 11 чол.-хв.
- для критого вагона - 16 чол.-хв.
- для ізотермічного вагона - 11 чол.-хв.
- для платформи - 14 чол.-хв.

Тобто середні витрати праці на 1 вагон в парку відправлення:

$$H_m^{від} = 15,67 \text{ чол.-хв.}$$

Тоді

$$R_a^{від} = \frac{34 \cdot 15,6}{0,96 \cdot 30} = 18,4 \text{ чол.}, \text{ приймаємо } 18 \text{ чоловік.}$$

Розподіл у парку відправлення робітників по професіях устанавлюємо виходячи із трудомісткості виконання різних операцій по технічному обслуговуванню та ремонту вагонів:

- технічний контроль вагонів - 32% - 6 чол.
- технічний контроль автогальм - 14% - 3 чол.
- ремонт ходових частин - 24% - 5 чол.
- ремонт і обслуговування автогальм - 17% - 3 чол.
- ремонт і обслуговування буксового вузла - 13% - 3 чол.

Кожна ремонтна бригада ділиться на кілька самостійних груп, що працюють у різних частинах поїзда.

Оптимальне число вагонів n_{opt} , які оброблюють однією ремонтною групою в бригаді, можна визначити за формулою [7] для парку відправлення

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_{\text{онт}} = \sqrt{\frac{0,5}{1,2(1 - 0,55)0,003}} = 17,56 \text{ваг}, \text{ приймаємо } 18 \text{ вагонів.}$$

За значенням $n_{\text{онт}}$ встановлюємо число груп у бригаді:

- для поїзда з 43 вагони, при обробці однією групою 18 вагонів, одержуємо 3 групи;
- для поїзда з 34 вагонів - 2 групи.

1.7 Розрахунок загального контингенту на ПТО

Результати розрахунків кількості робітників у парках прибуття, відправлення та транзитному зводимо в табл. 1.10.

Таблиця 1.10 - Розрахунок кількості робітників

Кількість бригад в одній зміні	Кількість змін	Кількість робітників в одній бригаді	Кількість робітників в одній зміні	Загальна кількість працюючих (явочне)	Загальна кількість працюючих (облікове)	Загальна кількість бригад	Кількість допоміжних робітників	ІТП	РКП	МОП
Парк прибуття										
3	4	12	36	144	158	12	25	11	4	4
Транзитний парк										
3	4	12	36	144	158	12	25	11	4	1
Парк відправлення										
2	4	18	36	144	158	8	25	11	4	4

Отже, контингент ПТО становить 606 чоловік.

2 ОГЛЯД І АНАЛІЗ РОБОТ ЩОДО ПОШКОДЖЕННЯ ЛИТИХ ДЕТАЛЕЙ ТА ЇХ ДІАГНОСТИКИ

2.1 Огляд досліджень пошкодження несучих деталей візків вантажних вагонів

В даний час до рухомого складу висувають підвищені вимоги до надійності несучих конструкцій рухомого складу, до яких насамперед відносяться надресорні балки і бічні рами візків вантажних вагонів.

З 1955 року було впроваджено візок ЦНІИ-ХЗ з клиновими амортизаторами, який широко експлуатується на залізницях колії 1520 мм.

Надресорні балки і бічні рами візків ЦНІИ-ХЗ є цільні сталеві виливки [6, 31] і є найбільш відповідальними деталями візків, крім колісної пари.

У перші ж роки експлуатації візків ЦНІИ-ХЗ були зареєстровані випадки появи тріщин у бічних рамах та надресорних балках [35, 37, 2]. За даними інформаційно-обчислювального центру УЗ найбільша частка пошкоджень надресорних балок і бічних рам візків вантажних вагонів припадала на литі деталі. Аналіз результатів обстеження вантажних вагонів при поточному відчіпному ремонті з несправностей бічних рам і надресорних балок візків ЦНІИ-ХЗ показав, що міцність бічних рам та надресорних балок залишаються недостатніми. На основі металографічних досліджень показано, що 95% зароджень тріщин починається від лінійних дефектів, що розташовані на поверхні деталей. Дослідження пошкоджуваності деталей візків, показують, що після пробігу в 21 тис. км 2,7% надресорних балок і близько 1% боковин мали пошкодження верхньої частини опорної колонки та опорної плити під'ятника надресорної балки та в буксових та ресорних отворах бічних рам. Дослідження напруженого стану опорної колонки надресорних балок [30] підтвердили недостатню міцність опорної колонки при крайовому навантаженні на під'ятник, що викликало її значні перенапруги, що ведуть до утворення тріщин. За результатами цієї роботи було сконструйовано надресорну балку з ребрами, що підсилюють опорну колонку. Результати, отримані за підсумками обстеження

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вагонів, що надходять у відчіпний ремонт за період з 1957 по 1963 [1], показують, що в 1963 році в порівнянні з 1957 роком кількість бічних рам, що мають тріщини, зросла на 350%, а надресорних балок - на 230%. Виявлені тріщини мають втомний характер. Осередками зародження втомних тріщин є дефекти ливарного походження.

Результати дослідження відмов вагонів через несправності візків у 2009-2013 роках наводяться в [52], де зазначається, що кількість відмов, що припадають на 10^6 ткм, укладені в інтервалі від 0,015 до 0,027. У роботі [60] наводяться дані статистичного аналізу термінів служби надресорних балок, забракованих за тріщинами в середньому перерізі нижнього пояса. Зроблено висновок про те, що термін служби при обліку дефектів лише зазначеного типу за ймовірності безвідмовної роботи 0,97 становить 10-15 років. За даними [28] з обстеженої сукупності деталей візків 0,48% бічних рам та 5,3% надресорних балок мали тріщини. Вони розташовувалися переважно в зонах плити під'ятника, опорної колонки, внутрішнього та зовнішнього бортів під'ятника та у верхньому поясі. За пошкодженнями нижнього поясу термін служби надресорних балок оцінюється в межах 14-15 років.

Таким чином, Аналіз пошкоджень литих деталей візків показує, що найбільш небезпечним є середній переріз надресорної балки та кути буксового та ресорного отворів боковин. Вони найчастіше зустрічаються пошкодження, які мають втомний характер. Причому, тріщини в литих деталях візків вантажних вагонів залежно від якості поточного догляду, стану ходових частин рухомого складу, що обертається, і вантажонапруженості можуть виникати і розвиватися дуже швидко. Так, наприклад, за дослідженнями [34] довжина тріщини пов'язана з кількістю циклів N навантаження наступним чином:

$$l = l_0 \left(\frac{N}{N_0} \right)^m \quad (2.1)$$

де l - довжина тріщини у момент виявлення;

N_0 - число циклів навантаження до моменту виявлення;

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

m - коефіцієнт, що характеризує інтенсивність зростання тріщини, за експериментальними даними значення m лежать у межах від 7 до 18.

Застосування даних про кількість циклів напруги за рік у підресорених і непідресорених деталях [37] при русі завантаженого вагона дозволяє оцінити термін, протягом якого тріщина може досягти критичних розмірів.

Викладене вище свідчить про необхідність підвищення експлуатаційної надійності вагонних візків, від стану яких залежить забезпечення необхідних швидкостей і безпеки руху поїздів. В іншому випадку, руйнування, потенційними причинами яких є втомні тріщини, можуть мати катастрофічний характер, призведуть до великих матеріальних втрат, а в найгірших випадках - і до людських жертв. Наприклад, за звітними даними [3] збитки від аварій поїздів на всіх залізницях США за 1999 рік, спричинених пошкодженнями компонентів візків, становить приблизно 14 млн. доларів.

Ці факти вимагають регулярної перевірки деталей ходової частини рухомого складу і лише застосування об'єктивних методів діагностики дозволить завчасно виявити у відповідальних елементах деталей вагонних візків несправності, що загрожують безпеці руху.

2.2 Коротка характеристика існуючих методів діагностики пошкоджень деталей

Наведені вище дані про технічний стан литих деталей візків вантажних вагонів показують, що, незважаючи на ряд заходів, що вживаються для підвищення міцності та надійності названих деталей [24], боротьба з пошкодженнями надресорних балок та боковин візків залишається актуальною проблемою. Однією із складових цієї проблеми слід вважати розробку більш досконалих методів та засобів діагностики технічного стану литих деталей візків у процесі їх експлуатації та ремонту.

У вітчизняній практиці розрізняють згідно з [19], десять видів неруйнівного контролю:

- акустичний, індекс 01;

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- капілярний, 02;
- магнітний, 03;
- оптичний, 04;
- радіаційний, 05;
- радіохвильовий, 06;
- тепловий, 07;
- течією, 08;
- електричний, 09;
- електромагнітний (вихрових струмів) 10.

За характером фізичних процесів основні види контролю, що не руйнує, засновані:

- акустичний - на реєстрації параметрів пружних коливань, що збуджуються у контрольованому об'єкті;
- капілярний - на капілярному проникненні індикаторних рідин у порожнини дефектів та реєстрації індикаторного малюнка;
- магнітний - на реєстрації магнітних полів розсіювання, обумовлені наявністю дефектів або зміною магнітних властивостей контрольованого виробу;
- радіаційний – на взаємодії проникаючого випромінювання з речовиною об'єкта;
- електромагнітний - на реєстрації зміни взаємодії власного електромагнітного поля котушки з електромагнітним полем вихрових струмів, що наводяться цією котушкою в контрольованому виробі.

В даний час у вагонних депо контроль деталей вагонних візків здійснюється на підставі "Вагони вантажні. Ремонт візків. СТП 04-019:2018". Цей документ визначає спосіб контролю деталей візків, що надходять у депо для ремонту та під час оглядів на пунктах технічного обслуговування та підготовки вагонів до перевезень.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На пунктах технічного обслуговування вагонів та на пунктах підготовки до перевезень контроль цих деталей здійснюється лише візуально. При цьому, разом з такими перевагами як можливість огляду великих поверхонь деталей, можливість проведення контролю у важкодоступних місцях конструкції, наочність і документальність результатів контролю та простота його технології, слід зазначити недоліки методу, до яких можна віднести:

- низьку ймовірність виявлення дрібних поверхневих дефектів;
- залежність виявлення дефектів від суб'єктивних факторів (гострота зору оператора, його втома, досвід роботи) та умов контролю (освітленість та ін);
- необхідність видалення з контрольованої поверхні захисних покриттів (мастил, окалини та інших забруднень);
- більша тривалість процесу контролю.

Другий документ «Правила неруйнівного контролю вагонів, їх деталей і складових частин при ремонті. Деталі візків вантажних вагонів. СТП 04-033.2:2020» [47], що наказує контроль деталей вагонних візків при періодичних видах ремонту в депо та на заводах передбачає перевірку певних зон надресорних балок та бічних рам візків методами контролю: магнітопорошковим та вихрострумовим. Однак застосування магнітопорошкового способу утруднено тим, що для отримання достовірних даних про стан поверхні контрольованих виробів остання не повинна містити гострих виступів, крапель металу. Шорсткість поверхні деталі повинна бути не нижче $R_z = 20$ мкм. Ці умови, навіть при зачистці деталей за допомогою шліфувальних машинок, що застосовуються, не виконуються.

Досить широке застосування для контролю електропровідних матеріалів знаходить вихрострумовий метод. До основних недоліків його слід віднести залежність сигналів датчика від його розташування щодо контрольованої поверхні, її профілю, властивостей матеріалу, розмірів датчика, що вимагає спеціальних заходів щодо усунення або ослаблення впливу перерахованих факторів, що заважають.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Серед різновидів магнітного контролю слід відзначити магнітоферозондовий спосіб [63]. Цей спосіб має порівняно високою чутливістю до дефектів, що розташовуються як на поверхні об'єкта, так і під нею. Однак він вимагає використання громіздких намагнічувальних пристроїв, що призводить до можливості застосування його тільки в стаціонарних умовах [62].

Найбільш прості з погляду матеріальних витрат капілярні методи контролю [22], але їх застосування обмежується тим, що контрольована поверхня повинна мати шорсткість не нижче $Rz = 10$ мкм, Крім цього, оскільки контроль капілярними методами здійснюється переважно вручну, то достовірність та повторюваність його результатів недостатньо висока.

У машинобудуванні широке застосування знаходить радіаційний контроль, що дозволяє надійно виявляти дефекти, розкриті яких щонайменше 0,2...0,8 мм для товщин виробів 10...200 мм відповідно, На результати радіаційного контролю впливають потужність джерела вивчення, властивості рентгенівської плівки, нерізкість через розсіювання проникаючого випромінювання та контрольованого виробу та детектора та інші фактори, До недоліків слід віднести і стаціонарність установок для радіаційного контролю.

В останні роки бурхливе розвинене отримує метод акустичної емісії, заснований на реєстрації пружної волі, що виникають при різноманітних деформаційних процесах усередині металу. До основних переваг цього методу можна віднести, по-перше, його інтегральність, по-друге, незалежність результатів контролю стану та якості обробки поверхні контрольованого виробу, по-третє, метод акустичної емісії, єдиний з усіх відомих методів контролю, дає можливість визначати наявність зростаючих тріщин, При його реалізації виникає низка проблем, серед яких: складність виділення сигналів акустичної емісії на тлі перешкод, складність ідентифікації при малому рівні корисного сигналу. Крім цього, для роботи з апаратурою середнього покоління потрібна висока кваліфікація оператора.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кожен із названих методів має як достоїнства, так і недоліки і за своєю фізичною сутністю не може бути універсальним, застосування лише одного з видів контролю не дає можливості виявляти всі види дефектів, що є в конкретному об'єкті.

2.3 Аналіз ефективності методів діагностики пошкоджуваності стосовно литих деталей візків

Для вибору найбільш ефективної системи контролю (методу або їх сукупності) використовуємо поняття функції бажаності, введеної Харрінгтоном [65], і на основі методики оцінимо ефективність деяких методів щодо виявлення дефектів у надресорних балках і бічних рамах візків вантажних вагонів. В якості факторів, що визначають функцію бажаності, приймемо:

1. параметри контрольованих виробів

- x1 - електромагнітні властивості матеріалу виробів,
- x2 - форма та розміри об'єкта контролю,
- x3- стан та якість обробки поверхні;

2. типи дефектів, які потрібно виявляти

- x4- неметалічні включення,
- x5 волосин,
- x6 - заходи сонця,
- x7 - газова пористість,
- x8 - гарячі тріщини,
- x9 - зварювальні тріщини,
- x10 - термічні тріщини,
- x11 – втомні тріщини;

3, параметри дефектів, що виявляється™

- x12 ширина,
- x13 - глибина,
- x14 – протяжність;

4. параметри, що визначають технологію контролю

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

- x15 - продуктивність,
- x16 - можливість автоматизації,
- x17 – середній обсяг витрат за використання засобів контролю.

З метою зіставлення всіх перерахованих факторів, що мають різну природу, та формування функції бажаності скористаємося ранговими оцінками [41] цих факторів за п'ятибальною системою. Ранг фактору, що відповідає нулю для будь-якого методу, показує незастосовність аналізованого методу контролю за цим фактором. Результати рангових оцінок, обраних факторів за основними методами контролю представлені у табл. 1.

Таблиця 1 – Рангові оцінки

Група факторів	Фактори	Індекси неруйнівного контролю					
		01	02	03	04	05	10
1	2	3	4	5	6	7	8
1	x1	1	1	1	1	1	1
	x2	1	4	3	5	2	4
	x3	1	3	2	4	3	5
2.	x4	4	0	0	0	4	2
	x5	0	0	5	0	0	2
	x6	3	2	0	2	0	3
	x7	3	2	2	0	4	4
	x8	4	2	0	0	3	2
	x9	5	0	3	0	4	2
	x10	4	4	4	0	0	4
3.	x11	4	4	4	3	3	4
	x12	3	3	5	2	0	5
	x13	4	4	5	0	3	4
4.	x14	0	3	4	5	0	3
	x15	4	1	2	3	2	5
	x16	1	0	0	0	1	1
	x17	3	4	2	5	1	3
Функція бажаності		0,785	0,71	0,72	0,57	0,653	0,907

Функція бажаності для кожного окремого параметра має вигляд

$$d_i = \exp [-\exp(-x_i)], \quad (2.2)$$

де $i = 1, 2, 3, \dots, n$, n -число параметрів.

Узагальнена функція бажаності D може бути обчислена як середня геометрична функція бажаності окремих пар метрів.

$$D = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i} \quad (2.3)$$

Найбільше значення узагальненої функції бажаності, як очевидно з табл. 1, відповідає електромагнітному методу контролю, що свідчить про значно більші можливості його в порівнянні з іншими (тут не враховувалися можливості акустичної емісії). Але беручи до уваги, що за допомогою одного методу неможливо вирішити проблему контролю у всьому її обсязі, слід порушувати питання дещо ширше: які методи в сукупності можуть забезпечити виконання поставленого завдання? З цією метою були розраховані функції бажаності для сукупностей вихрострумowego методу з іншими та отримані наступні значення функцій бажаності:

вихрострумний з акустичним – 0,972;

вихрострумний з капілярним – 0,945;

вихрострумний з візуальним – 0,936.

З цих даних випливає, що найбільшій ефективності діагностування литих деталей візків можна досягти комплексуванням декількох видів контролю, зокрема, комбінація вихрострумowego методу з акустичним або капілярним дає значення бажаної функції, близьке до одиниці.

2.4 Огляд досліджень з питань теорії та практики електромагнітного контролю виробів

Широке застосування методу вихрових струмів у промисловості зумовило його значний теоретичний та практичний розвиток. Багатопараметровість методу дозволяє застосовувати його для найрізноманітніших цілей неруйнівного контролю та успішно вирішувати завдання структуроскопії, товщинометрії, вимірювання вібрацій, переміщень та швидкісної дефектоскопії. Дослідженню вихрострумowych перетворювачів на даний момент присвячено досить багато робіт. У них вивчаються найрізноманітніші моделі вихрострумowych пе-

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ретворювачів від кругового витка з малим перетином обмоток до різних модифікацій багатообмотувальних датчиків з усіма можливими комбінаціями взаємного розташування струмових і вимірювальних обмоток. В результаті досліджень розроблено теоретичні основи методу, проаналізовано основні закономірності внесених параметрів вихрострумових перетворювачів, вироблено рекомендації щодо побудови та розробки вихрострумових приладів.

Особливо велику роль розвитку методу вихрових струмів зіграли роботи Ф.Ферстера [64] , Н.М.Родигіна і І.Е.Коробейниковой [44] у сфері теорії прохідних перетворювачів. Н.М.Родігін та І.Є.Коробейнікова розвинули ідею Ф.Ферстера щодо розробки методу вихрових струмів з прохідними перетворювачами для контролю якості виробів. Ними розширено та детальніше розвинений амплітудно-фазовий метод роздільного контролю параметрів тіл правильної форми.

Найбільш повний розвиток теорія прохідних перетворювачів та методів контролю за їх допомогою дала робота В.Г.Герасимова [12]. У працях В.С.Соболева [51], В.А.Сандовського [17] наводяться методики обчислення внесених параметрів вихрострумових перетворювачів у вигляді витка та котушки, розташованих над електропровідним напівпростором та пластиною нескінченних розмірів. Крім математичного рішення автори дали повний аналіз закономірностей параметрів, що вносяться вихрострумових перетворювачів стосовно контролю немагнітних електропровідних виробів.

Розвитку та практичному застосуванню методу вихрових струмів присвячено робота І.Г.Лещенко [10]. Автором розробляється один із різновидів електромагнітного контролю – метод вищих гармонік, який знаходить нині широке застосування для контролю феромагнітних матеріалів.

Останнім часом метод вихрових струмів дуже інтенсивно застосовується для вирішення багатьох важливих завдань у різних галузях промисловості. Велика потреба у засобах неруйнівного контролю служить свого роду стимулятором у розвитку принципів побудови вихрострумової апаратури, Значних

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

успіхів у розробці різних вихрострумів пристроїв досягли колективи, керовані Н.М. Щумиловським [5], В.В.Клюєвим [26], А. Л. Дорофєєвим [13], Редько В.І. [36], В. Г. Герасимов [11]. У своїх працях автори наводять дуже докладні методики роботи з вихрострумовими приладами, що особливо цінно при визначенні сфери їх застосування та експлуатації. Описуються принципи розробки апаратури контролю.

Однак слід відразу відзначити, що практично всі типи списаних приладів для виявлення дефектів побудовані переважно на основі експериментальних досліджень вихрострумів сигналів перетворювачів. Це зв'язано з тим, що завдання знаходження сигналу перетворювача від дефекту є аналітичним методом практично нерозв'язне.

Основи теорії електромагнітних явищ стосовно дефектоскопії викладені в працях А.Б.Сапожнікова [49], А.Л.Дорофєєва [13], В.В.Власова та В.А.Комарова [8]. Автори заклали уявлення про формування електромагнітного поля дефекту. Ними проведено великий обсяг експериментальних досліджень, на основі якого дано аналіз фізичних процесів, що сприяють виникненню сигналу від дефекту в датчику. Крім цього, проведено якісний розрахунок поля вихрових струмів поблизу тріщини в металі.

Аналіз впливу параметрів дефектів на сигнали накладних датчиків дано у роботах [4, 57].

Одна з перших моделей формування сигналу від дефекту в суцільній циліндрі була розглянута А.М. Ефрос [62]. Автори роботи [55] запропонували розглядати поле дефекту як поле довгої лінії, проводами якої течуть струму в різних напрямках. У [45] наводяться наближені рішення задачі про вплив довільно розташованих дефектів на сигнали вихрострумів перетворювача. Розрахунок опору, що вноситься тріщиною в накладний перетворювач, присвяче-

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на робота В.А.Сандовського [48], де реакція тріщини замінюється джерелом змінного електромагнітного поля у вигляді нескінченного на поверхні провідного напівпростору. Запропонована модель добре описує характер сигналів від тріщини в немагнітному матеріалі лише для вузького діапазону змін узагальненого параметра β_0 , що визначає умови контролю.

Більш досконалою з погляду універсальності застосування й у магнітних і немагнітних матеріалів є модель, запропонована авторами роботи [46]. В основі моделі лежить в тому, що складові сигналу, що вноситься тріщиною, можуть бути обчислені як похідні, взяті зі зворотним знаком, від відповідних складових сигналу перетворювача, розташованого над бездефектною ділянкою поверхні виробу. Введення в модель постійних коефіцієнтів дозволило максимально наблизити її до експериментальних даних у певному діапазоні зміни узагальненого параметра зазору $\alpha = 2h/r$, де r - радіус збудливої обмотки перетворювача, h - висота розташування обмотки над виробом.

Дво- та тривимірні моделі формування сигналів перетворювачів представлені в роботі Ю.К.Федосенко [59].

Загальним недоліком розглянутих моделей є значна складність розрахунків та невисока інформативність

Основним завданням розробки коштів неруйнівного контролю є отримання максимально достовірної інформації про стан контрольованого об'єкта. Метод вихрових струмів дозволяє здійснювати багатопараметровий контроль, оскільки вихідні сигнали вихрострумів перетворювачів несуть у собі дані про безліч характеристик об'єкта і взаємне розташування датчика і виробу. Ця інформація про електромагнітні властивості матеріалу виробу, стан його поверхні, товщина покриття, порушення суцільності. Однак при вузькій постановці

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

завдання, наприклад, при дефектоскопії, багато з цих факторів стають непотрібними. Звідси і постає проблема впровадження корисного сигналу перетворювача на тлі впливу факторів, що заважають.

Одним з найбільш поширених методів зниження впливу перешкод (зміни зазору між виробом і датчиком, варіації електромагнітних властивостей матеріалу виробу) є метод "нульових" складових [43], в основі якого лежить отримання мінімальної чутливості до одного з факторів, що заважають. Здійснюється цей метод різними шляхами. Можливість придушення одного з факторів, що заважають шляхів вибору частоти збудження вихрових струмів, була розглянута Ф.Ферстером [64] на основі аналізу годографів, що вносяться в датчик опорів. Використання даного методу може бути пов'язане з перетворенням сигналу датчика, що призводить до встановлення вектору вихідної напруги перпендикулярно до інформаційного годографа або заважає параметра [41, 42]. Найкращої відбудови від впливу фактора, що заважає, можна досягти лише в тому випадку, якщо кут між годографами інформативного і заважає параметрів близький до 90° . При цьому іноді навмисно йдуть на втрату чутливості до дефектів, добиваючись умов максимальної відбудови від фактору, що впливає.

Послаблення впливу одного з факторів, що заважають, можна домогтися шляхом складання сигналу перетворювача з одним або декількома додатковими опорними напругами [20] або використанням спеціальних вхідних пристроїв [27], що перетворюють характер сигналів датчика.

Застосування спеціальних конструкцій перетворювачів [38], що містять кілька обмоток, дозволяє значно знизити вплив змін зазору або відхилень електромагнітних властивостей контрольованого матеріалу від номінальних значень.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Широке поширення в промисловості набув модуляційний метод контролю [45, 53], в основі якого лежить швидкісне сканування поверхні виробу датчиком та виділення корисного сигналу за його тривалістю.

Відомі також способи селекції сигналів за допомогою цифрових методів [58], засновані на присвоєнні сигналів вихрострумів перетворювачів певних цифрових кодів та подальшій їх обробці.

Порівняно велике застосування знаходять способи придушення перешкод, засновані на включенні вихрострумів перетворювача в мостову схему [21] або коливальний контур [14]. При реалізації даних способів виникає можливість здійснювати трансформацію годографів сигналів [16] і створювати умови для придушення одного з факторів, що заважають.

Важливим питанням у вирішенні дефектоскопічних завдань при контролі феромагнітних матеріалів є зменшення структурних неоднорідностей на вихідні сигнали перетворювача. Ця проблема вирішується шляхом застосування локального намагнічування виробу [38], або виріб піддається термообробці, після якої метал набуває початкових властивостей.

Інший, не менш поширений метод придушення дії факторів, що заважають, полягає в багаточастотному збудженні вихрострумів перетворювача і виділення за допомогою роздільних каналів інформації про кожен з параметрів системи об'єкт-датчик [40]. Це так званий метод допоміжних вимірів. У більшості випадків використання цього методу схема приладу є багатоканальною. При цьому можлива реалізація двох варіантів вимірювань. Згідно з першим - у кожному каналі проводиться відбудова від одного з факторів, що заважають, і подальше зведення виділеної інформації в пристрій розпізнавання. У другому варіанті кожен канал робить вимір як корисного сигналу, так і всіх факторів, що заважають, після чого вся інформація надходить на вирішальну схему [42].

Зазвичай об'єкти контролю мають складний профіль поверхні, що призводить до виникнення ще одного фактора, що заважає, «Краєвого ефекту», що

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

полягає в тому, що при розташуванні перетворювача в певних зонах виробу (на краю, в галтелях) можлива поява помилкового сигналу про наявність дефекту. Для запобігання цьому ефекту поряд з перерахованими вище способами [50] використовуються і такі як спосіб блокування країв [29] і спосіб рахунку імпульсів при скануванні поверхні виробу [56]. Незважаючи на таке різноманітне способів виділення корисної інформації про якість виробів ці питання не втрачають своєї актуальності, оскільки рівень вимог до засобів неруйнівного контролю постійно зростає, що викликає необхідність пошуку нових технічних рішень.

2.5 Особливості досягнення мети та постановка завдань досліджень

Висока надійність - одна з основних вимог, що висуваються до деталей візків вантажних вагонів, що несуть. Вони є найбільш масовими елементами ходової частини рухомого складу, тому проблема підвищення їх якості та надійності є дуже важливою.

Метою цієї частини магістерської роботи є дослідження експлуатаційної надійності литих деталей візків вантажних вагонів та засобів діагностики пошкоджень названих деталей в експлуатації та при ремонті.

Для забезпечення належного контролю за технічним станом деталей вагонних візків в експлуатації оператор повинен мати вичерпні відомості про місця локалізації можливих дефектів та середнє напрацювання до їх появи. Інформація, що представлена вище, є недостатньо повною, оскільки містить відомості лише про деякі найбільш небезпечні зони виникнення дефектів і в більшості випадків не містить жодних кількісних оцінок, що відображають розподіл напрацювання до появи дефектів у тій чи іншій зоні виробу. На підставі цього можна ставити завдання детального, більш докладного дослідження пошкоджень литих деталей експлуатованих візків з метою виявлення всіх можливих зон локалізації дефектів та статистичних закономірностей, яким підкоряється напрацювання до появи дефектів у різних зонах та загалом усієї деталі.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Це дозволить оператору підходити до контролю диференційовано, з урахуванням передісторії деталі (її віку), що призведе до підвищення ефективності та продуктивності контролю деталей візків.

Ремонт литих деталей візків вантажних вагонів пов'язаний з виконанням значного обсягу зварювальних та наплавних робіт [23].

В результаті наявності в зварювальному дроті (електродах) технологічних дефектів типу тріщин, волосин, заходів відбувається заповнення їх сторонніми речовинами, які при зварюванні або наплавленні є причинами виникнення пір, тріщин та інших дефектів в зоні зварювального шва або наплавленого металу. В експлуатаційних умовах ці дефекти стають концентраторами напруги, що сприяють подальшому розвитку дефектів. У зв'язку з цим перед виконанням ремонтних робіт доцільно запровадити профілактичний контроль якості зварювального дроту та виключати використання його дефектних ділянок.

Для того щоб оцінювати ступінь дефектності зварювального дроту, необхідно знати взаємозв'язок між параметрами дефектів і вихідним сигналом вихроstromового перетворювача. Контроль протяжних циліндричних виробів може бути здійснений за допомогою прохідних перетворювачів. Однак у теорії контролю дефектів прохідними датчиками досі відсутні аналітичні рішення таких завдань. Виходячи з цього необхідно на основі модельних уявлень про розподіл вихрових струмів у дефектному виробі отримати наближені дані про вплив дефектів на сигнали перетворювача.

Короткий огляд літератури з теорії та застосування електромагнітного методу контролю показує, що досягнуто значних успіхів у розвитку та застосуванні методу, досить глибоко досліджено фізичні основи дефектоскопії. Є великі досягнення у створенні приладів контролю властивостей матеріалів і виробів.

Поряд із досягнутими в теорії та практиці контролю якості виробів результатами слід зазначити, що внаслідок багатопараметровості методу вихро-

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вих струмів досі залишається актуальною проблема надійності виділення корисних сигналів вихрострумів перетворювачів. Недостатньо повно вивчені питання відбудови від факторів, що заважають, і вибору конструктивний: параметрів перетворювачів для виявлення дефектів.

Крім цього, слід зазначити, що для більшості вихрострумів приладів властива залежність показань від чистоти обробки контрольованої поверхні, впливу різних технологічних причин, що призводять до варіацій електромагнітних властивостей матеріалу виробу. Особливо це стосується випадків контролю литих деталей із феромагнітних матеріалів.

Враховуючи вищевикладене, у цій розділі було поставлено такі основні завдання:

1. Провести аналіз технічного стану литих деталей вагонних візків з метою конкретизації розташування можливих дефектів, розробити статистичні моделі виникнення дефектів у деталях візків у процесі їх експлуатації.
2. Розробити пристрій для виявлення поверхневих дефектів у литих деталях візків вантажних вагонів в умовах технічного обслуговування та ремонту.
3. Розробити пристрій контролю якості зварювального дроту, що використовується під час ремонту литих деталей візків.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 АНАЛІЗ ПОШКОДЖУВАНOSTІ ЛИТИХ ДЕТАЛЕЙ ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ В ЕКСПЛУАТАЦІЇ

3.1 Виявлення основних типів дефектів і зон їх локалізації у литих деталях візків

Найбільш масовими видами несучих деталей візків, експлуатованих на дорогах України, є деталі візків типу ЦНІИ-ХЗ. Конструкція надресорної балки цієї візка складається з (рис. 3.1) верхнього поясу 1 з підп'ятником 2 і опорами ковзунів 3, нижнього поясу 4 з поверхнями обпирання 5 на ресорний комплекс, вертикальних стінок 7 з похилими поверхнями для клинів 6 і опорної підп'ятникової колонки 8. Бічна рама візка ЦНІИ-ХЗ складається (рис. 3.2) з верхнього поясу І, нижнього поясу 2 з плитою 3 для установки ресорного комплексу, ресорного отвору 4 з направляючими 5 для надресорної балки, розташованими на вертикальних верстатах, що відокремлюють ресорний отвір від вікон полегшення 6, нахилоного поясу 7, що розділяє вікно полегшення і буксових проріз 8. Сукупність вузлів надресорної балки і боковини являють собою систему, що забезпечує надійність і безпеку руху поїздів.

В процесі експлуатації деталі візків піддаються дії значних змінних навантажень. Так, наприклад, при проходженні поворотів в буксових отворах бічних рам виникають зусилля, зумовлені відмінністю лінійних швидкостей коліс колісної пари. Це призводить до значного зносу буксових щелеп, збільшення зазорів між ними і корпусом буксового вузла. Ця ж причина викликає напруги, що виникають в області опорних нахилених поверхонь надресорних балок.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

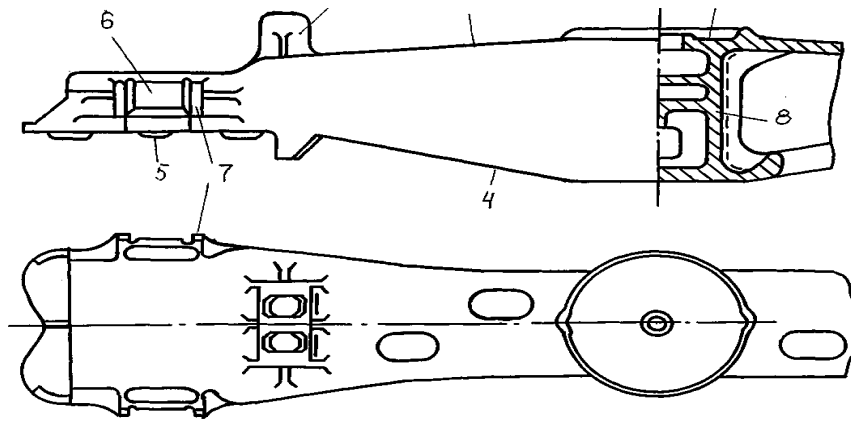


Рис. 3.1 Надресорна балка візка ЦНІІІ-ХЗ

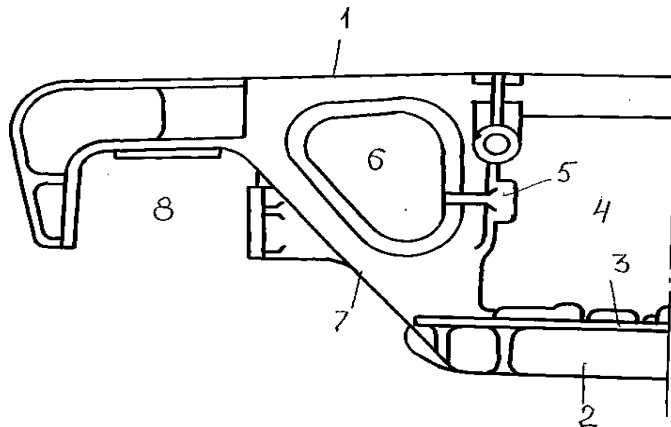


Рис. 3.2 Бокова рама візка ЦНІІІ-ХЗ

При входах і виходах вагонів з кривих виникає поперечна качка кузова вагона, яка веде до нерівномірності тиску п'ятника на поверхню підп'ятника. Це є причиною зносу обох вузлів, площа прикладання навантаження при цьому зменшується, а питомий тиск на певні зони плити підп'ятника відповідно зростає.

Нерівномірний знос деяких зон надресорних балок і бічних рам візків ЦНІІІ-ХЗ є однією з основних причин розвитку в них втомних тріщин. Розвиваючись, ці тріщини стають причинами зламів, руйнувань, які виявляються при технічній обслуговуванні і періодичних видах ремонту вагонів. Хоча, в загальному випадку, наявність початкової тріщини в надресорних балках не вважатиметься відмовою [9], тим не менш, це викликає необхідність в відчипного ремонту, що серйозно ускладнює експлуатацію та порушує вимоги безпе-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

68

ки руху поїздів. Виходячи з того, що в більшості випадків перехід дефектів в небезпечний стан відбувається раптово (стрибкоподібно), а також з огляду на, що метою цієї роботи є виявлення пошкоджень будь-якого типу незалежно від ступеня їх небезпеки в момент, обстеження, можна вважати надресорні балки і бічні рами візків вантажних вагонів невідновлювальних системами. Інструкція [23] передбачає заварку тріщин надресорних балок і боковин тільки в тих випадках, коли тріщини розташовуються в безпечних перетинах деталей. З огляду на характер розвитку дефектів і їх наслідків, надресорні балки і бічні рами візків можна розглядати як системи, що складаються з великого числа послідовно і паралельно з'єднаних між собою елементів металу. Відмова одного з них призводить до поступової відмови сусідніх елементів (розвиток втомної тріщини).

Для отримання більш повної інформації про характер, типах дефектів і зонах їх локалізацій в надресорних балках і бічних рамах візків типу ЦНІИ-ХЗ були використані дані, що охоплюють пошкодження на мережі залізниць країн СНД та представлені філією «Головний інформаційно-обчислювальний центр» АТ «Укрзалізниця». Ці дані представляють собою результати обстеження деталей вагонних візків за 5 років експлуатації. Протягом цього періоду часу обстежено надресорних балок - 554380 штук, боковин - 1092764 штуки. З них з тріщинами і зламами виявлено надресорних балок - 16559, що становить 3%, а боковин - 1931 штука, що становить 0,176%. Динаміка надходження дефектних деталей в ремонт по роках представлена в табл. 3.1.

Таблиця 2 – Динаміка надходжень дефектних деталей

Рік обстеження	Відсоток пошкоджуваності	
	Надресорні балки	Бічні рами
2009	4,7	0,27
2010	3,0	0,18
2011	2,4	0,23
2012	1,9	0,085
2013	1,6	0,07

З аналізу цих даних видно, що за п'ять років пошкоджуваність надресорних балок зменшилася. Це зменшення відбувається за експоненційною кривою, асимптотичне прагне до значення відсотка пошкоджуваності, рівному приблизно 1,5.

Характер зміни пошкоджуваності бічних рам візків може бути апроксимувати експоненційної кривої пошкоджуваності, яка прагне в межі до значення 0,05%. Очевидно, подальше зниження пошкоджуваності можливо тільки при принциповому удосконаленні деяких вузлів надресорних балок і бічних рам.

Розподіл дефектів надресорних балок (в%) по зонах локалізації можна уявити за даними за 2013 рік у наступному вигляді:

- тріщини і відколи внутрішнього бурту підп'ятника	56,5
- тріщини на опорній поверхні підп'ятника	12,1
- тріщини в вертикальних колонках	11,4
-тріщини на опорних похилих площинах	8,5
- тріщини і відколи зовнішнього бурту підп'ятника	6,0
-поперечні тріщини верхнього поясу в зоні опорної похилій площині	1,57
- тріщини і злами ковзунів	1,37
- поздовжні тріщини верхнього поясу	1,14
- поперечні тріщини нижнього поясу в зоні опорної похилій площині	1,03
- тріщини нижнього поясу в середній частині	0,22

Для бічних рам аналогічний розподіл виглядає таким чином:

- поздовжні тріщини над буксовими прорізом	52,6
- поперечні тріщини в верхній розі зони ресорного отвору	22,4
- поперечні тріщини в верхній зовнішньому кутку буксового отвору	15,1
- поперечні тріщини в нижньому кутку зони ресорного отвору	7,0

- поперечні тріщини в верхній внутрішньої кутку буксового прорізу

2,8

3.2. Статистичні закономірності появи дефектів в литих деталях візків

Специфічною особливістю отриманих даних є те, що в i -ий період обстеження невідомо початкове число виробів, запущених в експлуатації, відомий лише факт працездатності або дефектності стану за i -ий період. Для обробки подібного роду експериментальних даних запропоновано ряд методик [33, 18, 39]. Більш прийнятним для дослідження характеру пошкоджень є аналіз залежності інтенсивності відмов від терміну експлуатації об'єкта [25]. Застосування поняття інтенсивності відмов обґрунтовується в даному тим, що одноразові огляди еквівалентні дослідження об'єктів за планом [NUT] [16]

$$h(t) = \frac{\Delta n}{n_t \cdot \Delta t}, \quad (3.1)$$

де Δn кількість відмов в i -ому інтервалі часу експлуатації;

n_t – кількість оглянутих об'єктів на початок i -го інтервалу часу;

Δt - тривалість інтервалу часу експлуатації.

Приймаючи $\Delta t = 1$ рік, можна визначити інтенсивність відмов для кожного терміну експлуатації надресорних балок. Розраховані по (2.1) інтенсивності відмов для вибірки за всіма типами вантажних вагонів представлені на рис. 3.3. Аналогічні розрахунки проведені і для вибірок, що включають в себе напіввагони, платформи і криті вагони. Результати розрахунків зображені відповідно на рис. 2.4 2.5, 2.6. Характер отриманих залежностей дозволяє зробити висновки про природу відмов, на основі якої можна висувати гіпотезу про передбачуване вигляді розподілу.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

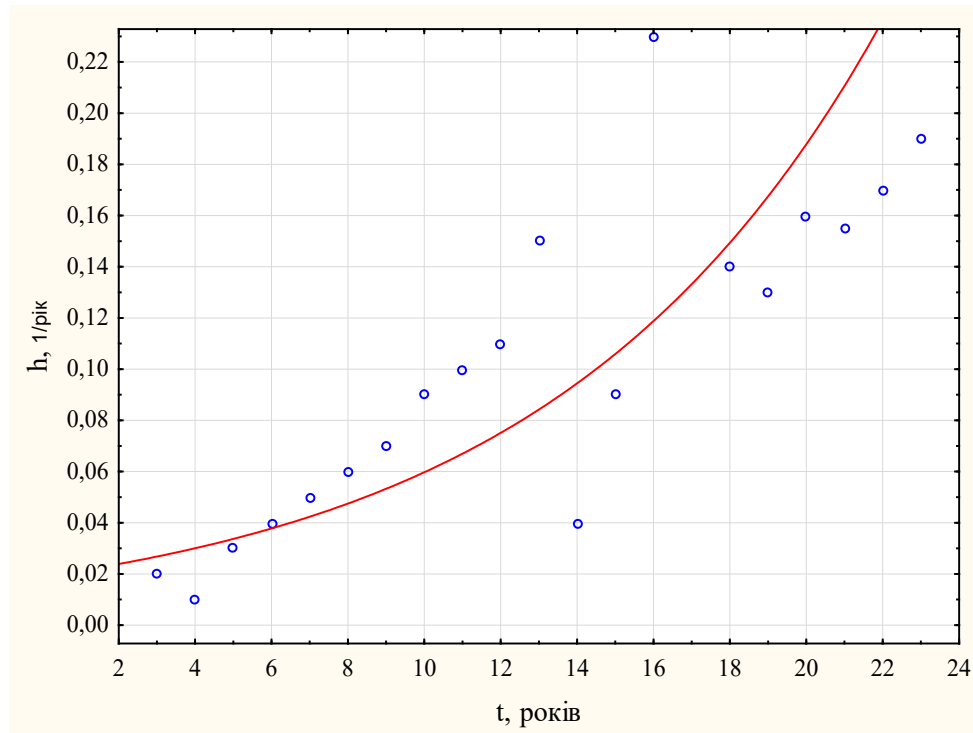


Рис. 3.3 Інтенсивність появи тріщин в надресорних балках для вибірки, що включає всі типи вагонів

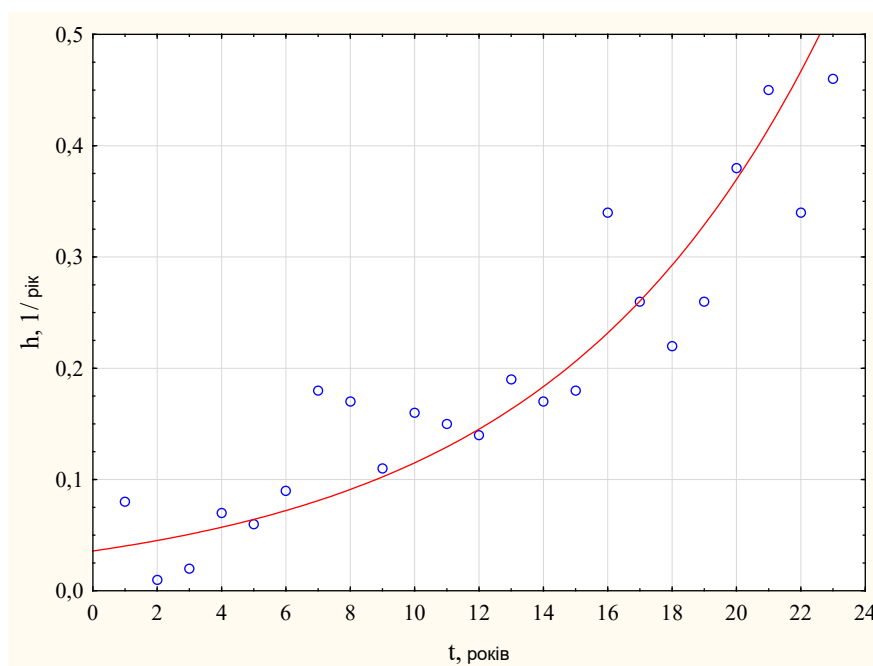


Рис. 3.4 Інтенсивність появи тріщин в надресорних балках напіввагонів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

72

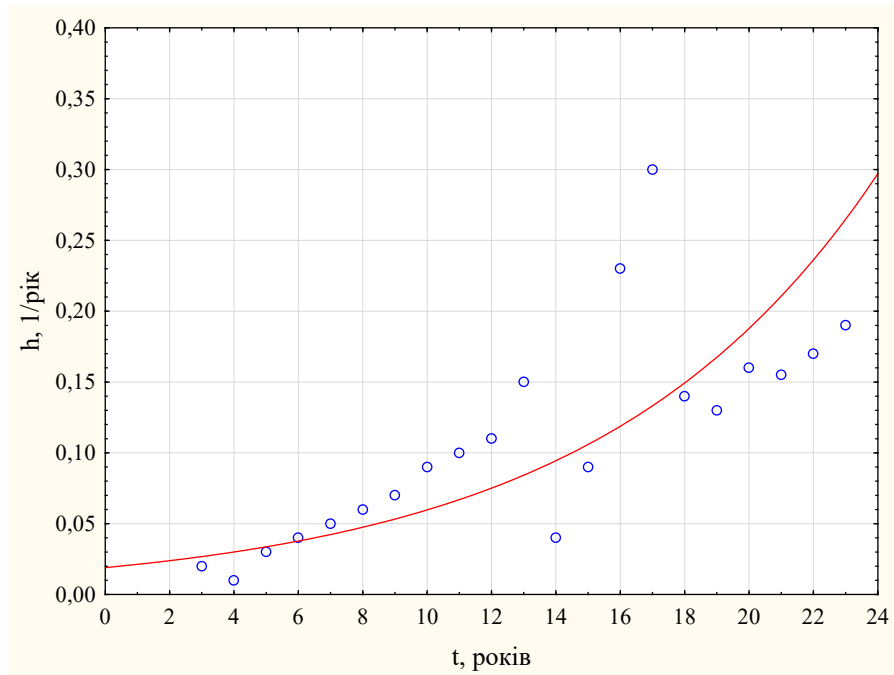


Рис. 3.5 Інтенсивність появи тріщин в надресорних балках платформ

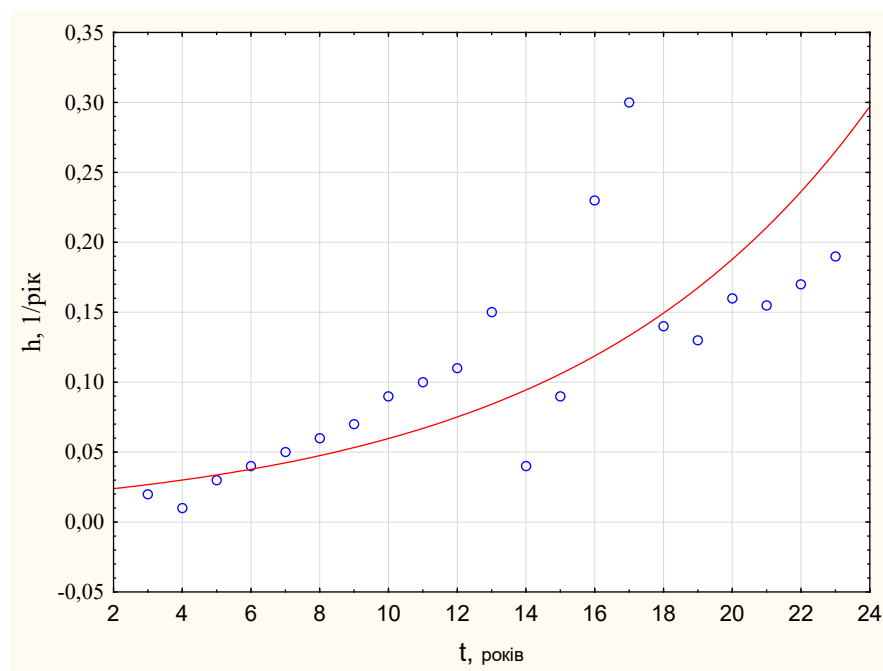


Рис. 3.6 Інтенсивність появи тріщин в надресорних балках критих вагонів

За своєю природою відмови підрозділяються на поступові і раптові, а за часом виникнення – під час приробітку та зношення [15]. Залежності, представлені на рис. 3.3-3.6, дозволяють зробити висновок про те, що при експлуатації надресорних балок мають місце як відмови під час приробітку, обумовлені ви-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

падковими відхиленнями від технологічного процесу їх виготовлення, так і зношення. Причому, відображаючи природні термодинамічно зумовлені процеси руйнування виробу при його навантаженні, зношення можна вважати основними, про що свідчить значне зростання інтенсивності відмов до кінця розрахункового терміну служби надресорних балок.

Найбільш адекватними моделями для зношення механічних об'єктів є моделі на основі нормального, логарифмічно-нормального і Вейбулла законів розподілу, які залежать від віку елементів і характеризуються змінюється в часі інтенсивністю відмов.

Для конкретизації виду закону розподілу напрацювання надресорних балок на відмову скористаємося відомим співвідношенням [54].

$$h(t) = \frac{f(t)}{1-f(t)} \quad (3.2)$$

де $h(t)$ - щільність розподілу напрацювання на відмову;

$f(t)$ - функція розподілу.

Дотримуючись [54], представимо щільність розподілу у вигляді $f(t) = \frac{F(t)}{dt}$, після чого (2.2) запишеться так:

$$h(t)dt = \frac{F(t)}{1-F(t)}. \quad (3.3)$$

Після інтегрування отримуємо

$$f(t) = 1 - \exp \left[- \int_0^T h(t)dt \right], \quad (3.4)$$

де T – час експлуатації

Отримане співвідношення застосовуємо для розрахунку при допущенні, що протягом інтервалу часу $\Delta t = 1$ рік, інтенсивність відмов зростає незначно і її можна вважати постійною. При цьому вираз (2.4) набуває наступного вигляду:

$$f(t) = 1 - \exp \left[- \sum_{i=1}^n h(t_i) \right]. \quad (3.5)$$

Результати розрахунку функцій розподілу напрацювання на відмову надресорними балками всім типів вагонів представлені на рис. 3.7, а за типами

вагонів на рис. 3.8 де кривим 1, 2, 3 відповідають функції розподілу для напіввагонів, критих вагонів і платформ.

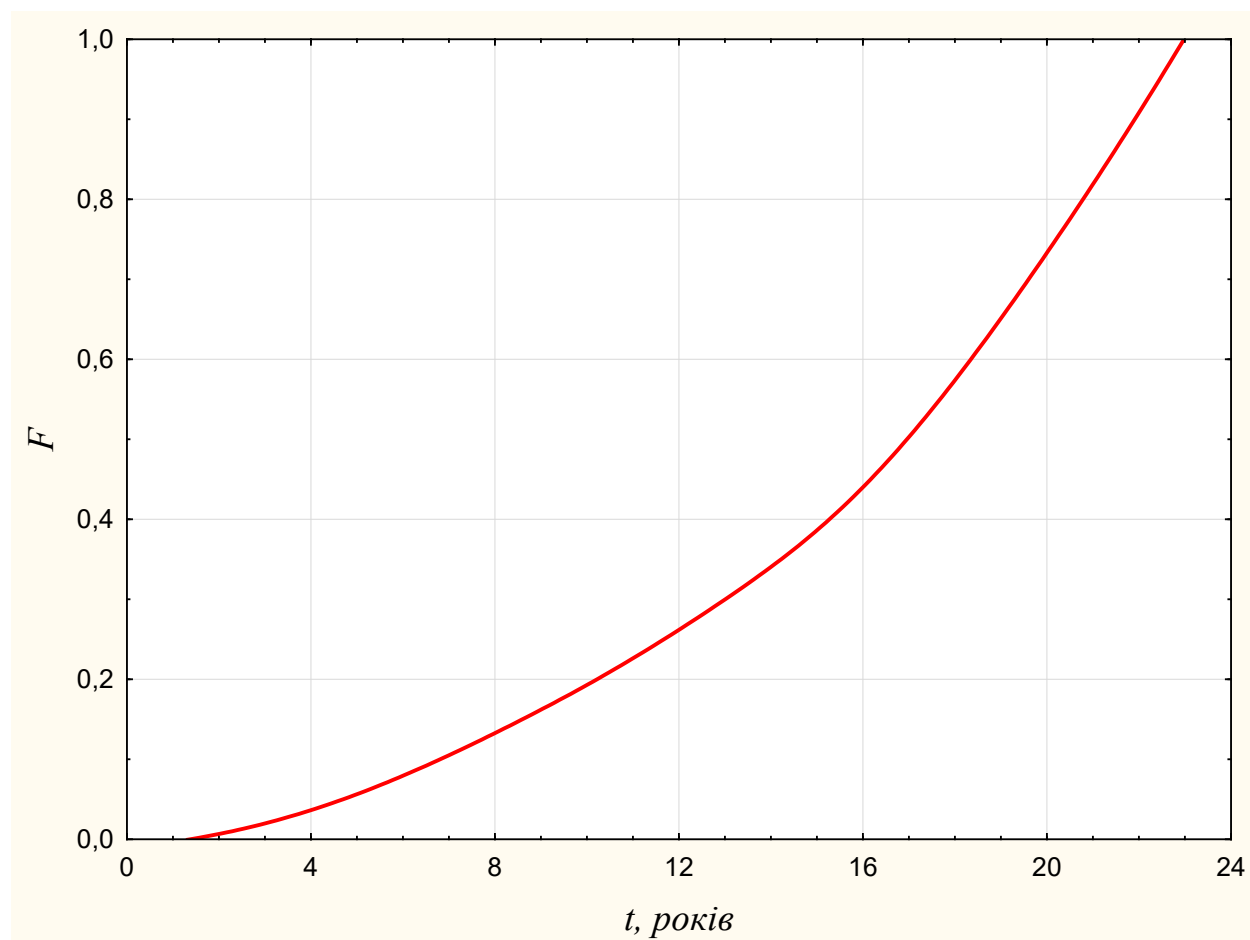


Рис. 3.7 Функція розподілу напрацювання до появи тріщин у надресорних балках для вибірки, що включає всі типи вагонів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

75

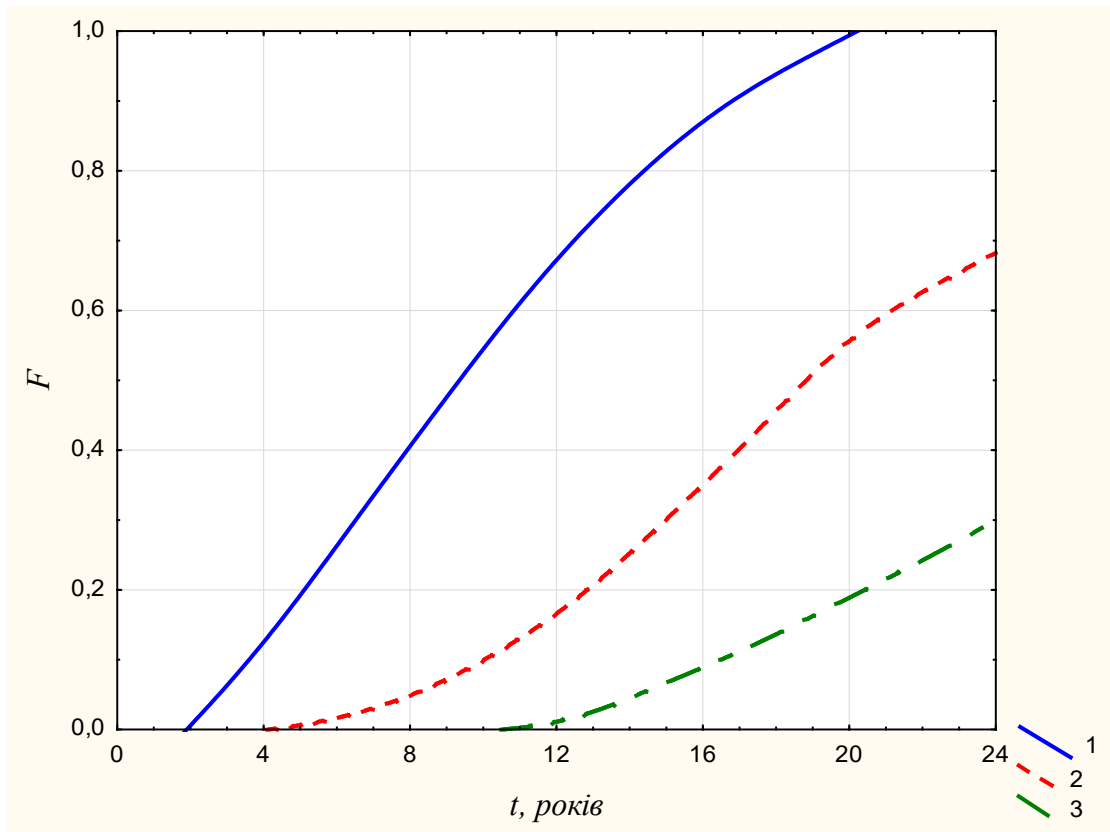


Рис. 3.8 Функції розподілу напрацювання до появи тріщин у надресорних балках 1-напіввагони, 2-криті вагони, 3-платформи

З трьох вищезгаданих законів розподілу модель Вейбулла, функція розподілу якої може бути представлена у вигляді

$$f(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t}{b} \right)^\alpha \right] \quad (3.6)$$

є гнучкішою і дозволяє описувати приробіткові відмови, обумовлені прихованими дефектами ($\alpha < 1$), раптовими ($\alpha = 1$) та зношенням ($\alpha > 2$). З метою перевірки відповідності емпіричних даних теоретичному закону результати, отримані за (2.5), перевірені на згоду за χ^2 - критерієм. Дослідження показали, що статистичні дані можуть бути описані розцілення Вейбулла з ймовірністю $P = 0,95$ при рівні значущості 0,05. Однак деякі автори вважають, що критерій згоди χ^2 слід застосовувати з обережністю, частково тому, що він ґрунтується на наближенні і залежить від використовуваного способу групування, а частково тому, що знаки відхилень не беруться до уваги [32]. У зв'язку з цим у цій роботі проводилася додаткова графічна перевірка за допомогою ймовірнісного

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

паперу. Результати спрямування представлені на рис. 3.9 показують, що між теоретичним законом та емпіричними даними спостерігається цілком задовільна згода. Попередні оцінки параметрів форми α та масштабу b розподілів на основі ймовірнісного паперу та обчислені за ними значення математичного очікування та середнього квадратичного відхилення представлені в табл. 3.3.

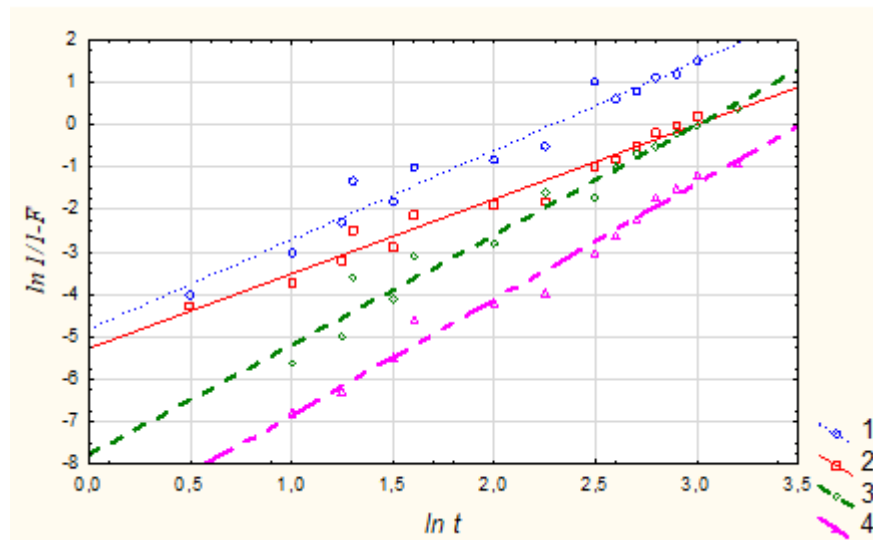


Рис. 3.9 Перевірка згоди емпіричних розподілів із законом Вейбулла за допомогою ймовірнісного паперу. Надресорні балки 1. всіх типів вагонів; 2. Напіввагонів; 3. критих вагонів; 4. платформ

Таблиця 3.3 – Розрахункові параметри пошкоджень надресорних балок

Тип вантажного вагона	Параметр форми α	Параметр масштабу B , лет	Математичне очікування M , лет	Середнє квадратичне відхилення σ ,
Напіввагони	2,20	11,38	10,08	4,84
Платформи	2,85	34,60	30,83	11,69
Криті	2,81	21,33	19,00	19,00
По всім типам	2,06	20,59	18,45	9,80

Своєчасне виявлення та відбраковування надресорних балок можливі за наявності даних щодо розташування характерних дефектів та розподілу напруження до їх появи. Для вирішення цього завдання на основі отриманого статистичного матеріалу було виділено основні місця локалізації типових де-

фектів надресорних балок, які зображені на рис. 3.10,а. Розрахунки емпіричних функцій розподілу напрацювання до появи тріщин в інших зонах на вказаному рівні ймовірності безвідмовної роботи виявляється більше за плановий термін експлуатації, хоча дефекти в цих зонах з'являються протягом усього періоду служби надресорних балок.

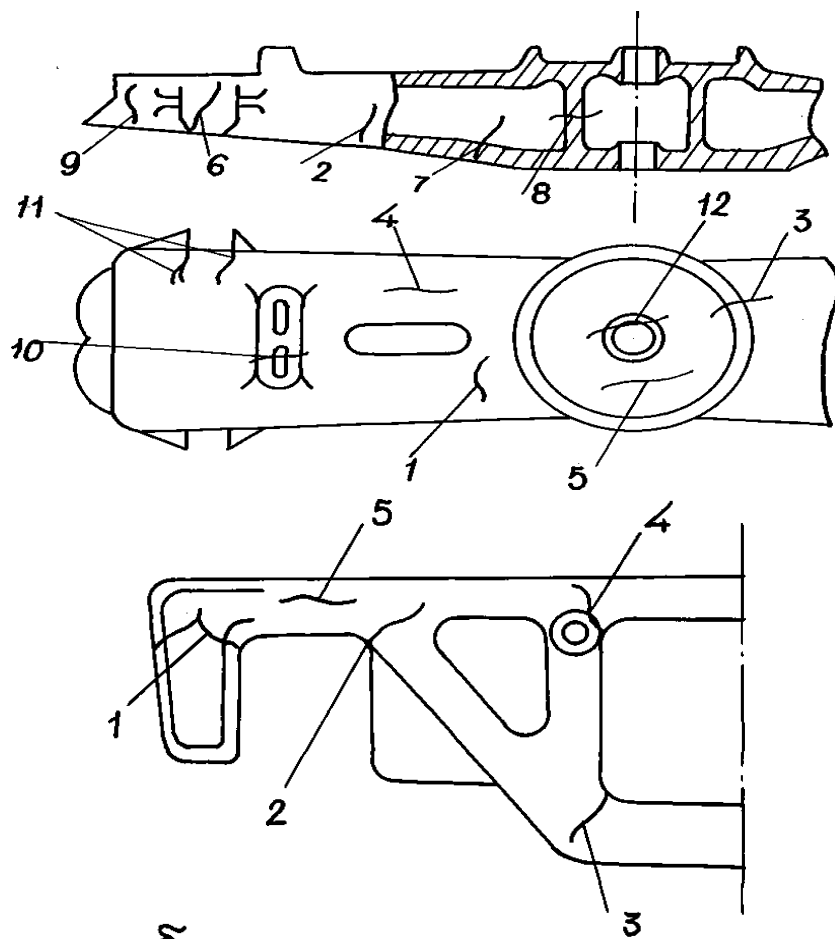


Рис. 3.10 Зони локалізації дефектів на литих деталях візків вантажних вагонів:
а. надресорна балка; б. бічна рама

Спроби підібрати до отриманих емпіричних даних теоретичні закони призвели до того, що для дефектів, локалізованих у зонах 3, 5, 8, 10, 12, напрацювання до їхньої появи цілком задовільно підпорядковується розподілам Вейбулла з параметрами, які були оцінені за допомогою ймовірнісного паперу. Оцінки параметрів наведено у табл. 3.4.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 3.4 – Розрахункові параметри пошкоджень бокових балок

Зона локалізації дефектів	Параметр форми α	Параметр масштабу B , років	Математичне очікування M , років	Середнє квадратичне відхилення
3	2,478	48,13	42,70	15,22
5	3,313	36,30	32,58	11,01
6	3,66	35,10	31,67	10,41
8	2,012	65,03	57,61	20,60
10	1,70	94,00	83,88	29,14
12	1,75	35,56	31,66	11,11

Для інших зон локалізації дефектів ідентифікувати закон розподілу напруження до появи тріщин не виявилось можливим через недостатність обсягу інформації.

Аналіз пошкоджуваності бічних рам візків, що надійшли в ремонт у за 5 років, показав, що за цей період серед 8599 обстежених бічних рам, що експлуатуються під критими вагонами, не виявлено жодної тріщини. У 1619 бічних рамах цистерн зареєстрована одна бічна рама з тріщиною у внутрішньому куті буксового отвору. З 3492 боковин платформ було виявлено 7 штук з тріщинами у зовнішньому куті буксового отвору, 2 боковини з тріщинами у внутрішньому куті буксового отвору, 14 боковин з тріщинами над буксовим отвором і 2 боковини з тріщинами в кутах ресорного отвору.

Найбільш пошкоджуваними, як показує аналіз, є бічні рами, що експлуатуються під напіввагонами.

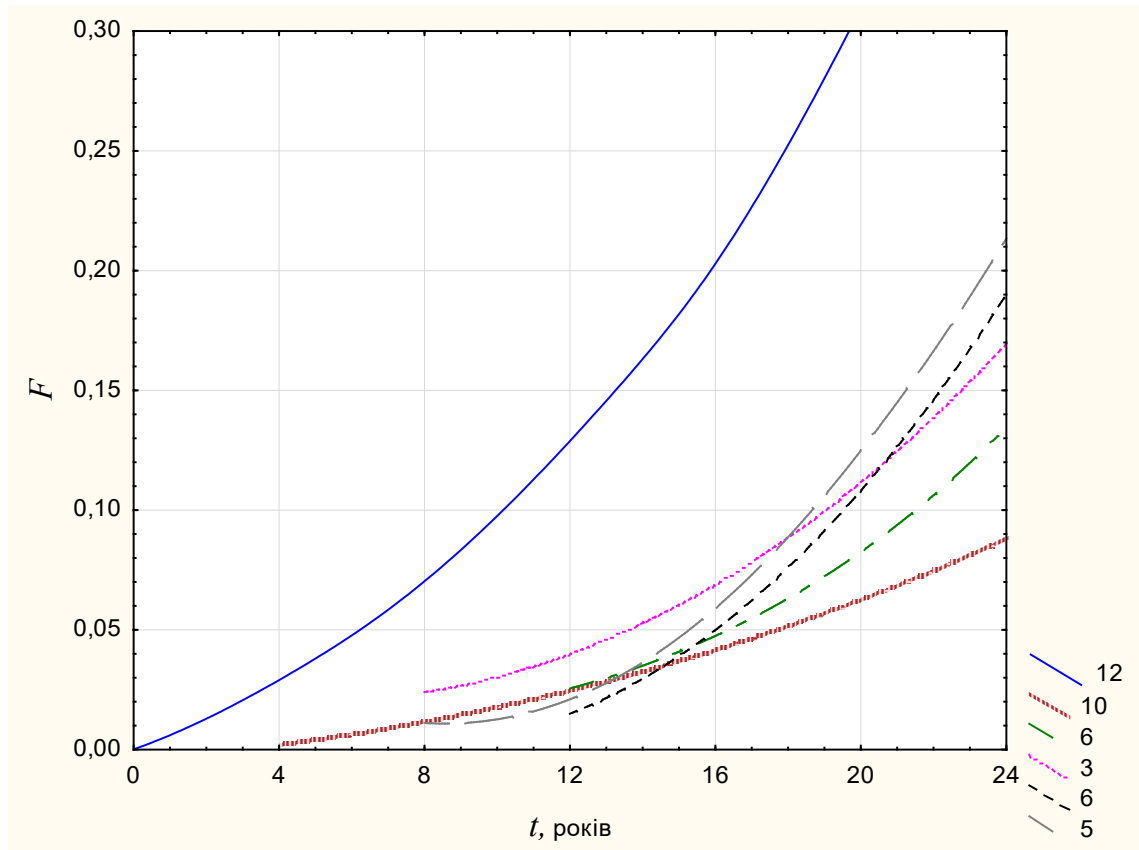


Рис. 3. 11 Функції розподілу напрацювання надресорних балок до появи тріщин у різних зонах локалізації.

На основі розглянутої вище методики розраховано функції розподілу напрацювання до появи тріщин у боковинах напіввагонів для різних типів дефектів, місця локалізації яких вказані на рис. 3.10б. Аналіз функцій розподілу, що представлені на рис. 3.12 показує, що за всіма типами дефектів, крім 4 і 5 зон локалізації, напрацювання до появи тріщин укладається в плановий термін експлуатації, хоча поодинокі випадки виникнення тріщин мають місце з перших років роботи боковин. Для 4 і 5 типу дефектів термін експлуатації на рівні 97% ймовірності безвідмовної роботи становить 25 і 20 років.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

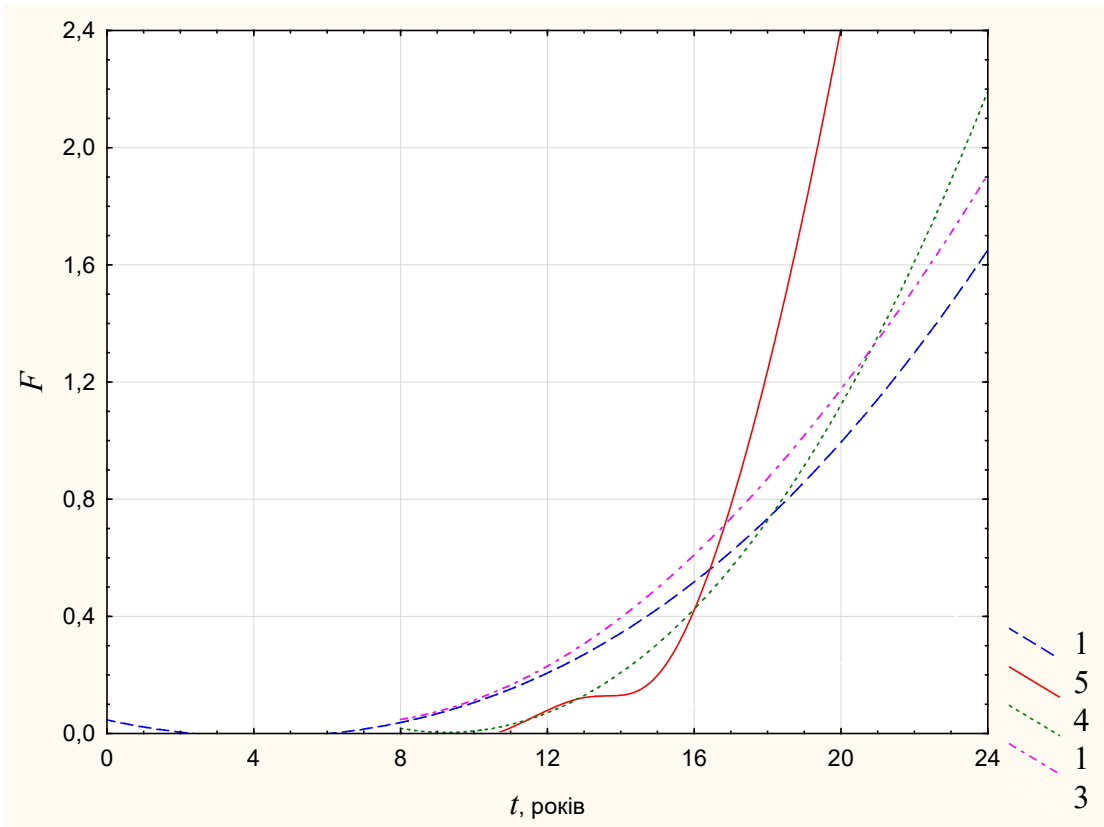


Рис. 2.12 Функції розподілу напрацювання бічних рам до появи дефектів у різних зонах локалізації

Розрахунок функції розподілу до напрацювання до появи дефектів будь-якого типу в боковинах всієї обстеженої сукупності представлений на рис. 3.13.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

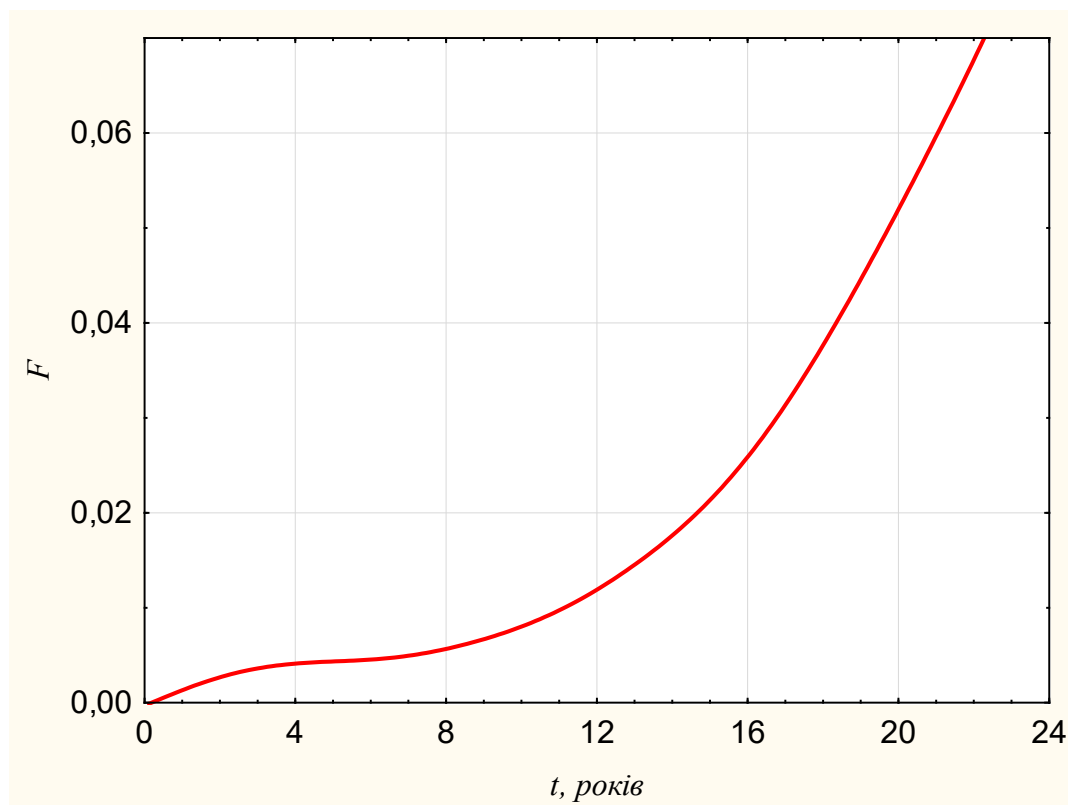


Рис. 3.13 Функція розподілу напрацювання бічних рам усіх типів вагонів до появи дефектів

Характер цієї залежності свідчить про те, що функція розподілу є суперпозицією функцій розподілу експоненціального і вейбулівського закону з різними ваговими коефіцієнтами:

$$F(t) = C_1 \cdot (1 - e^{-\lambda t}) + C_2 \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{b}\right)^\alpha}\right) \quad (3.7)$$

або, з урахуванням, що $C_1 + C_2 = 1$,

$$F(t) = 1 - C_1 \cdot e^{-\lambda t} + C_2 \cdot e^{-\left(\frac{t}{b}\right)^\alpha} \quad (3.8)$$

Значення вагових коефіцієнтів C_1 та C_2 були встановлені

на основі того, що експонентна складова емпіричної функції розподілу досягає максимального значення на першому році експлуатації. Інші параметри функції розподілу були визначені шляхом вирішення системи рівнянь виду

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

(2.8) з використанням значень емпіричної функції розподілу довільно вибраних моментів часу.

Теоретична функція розподілу зі значеннями вагових коефіцієнтів та параметрів розподілу, рівних $C_1 = 0,0052$, $C_2 = 0,9948$, $\alpha = 3,97$, $b = 42,3$ узгоджується з емпіричною функцією розподілу з ймовірністю 0,6 за рівня значимості 0,05. Перевірка згоди здійснювалася за критерієм χ^2 - Пірсона.

Особливості зростання функції розподілу в початковий період експлуатації бічних рам свідчить, що дефекти, які у перші чотири роки роботи, мають характер прихованих. Основними передумовами виникнення можуть бути відхилення від технологічного процесу їх виготовлення.

Для отримання усереднених показників пошкоджуваності для всього періоду обстеження дані про виявлені дефекти та обстежені деталі були підсумовані.

На основі отриманих вибірок були побудовані емпіричні функції розподілу напрацювання деталей до появи дефектів будь-якого типу. Результати розрахунків подано на рис. 3.14 для надресорних балок та на рис. 3.15 для бічних рам.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

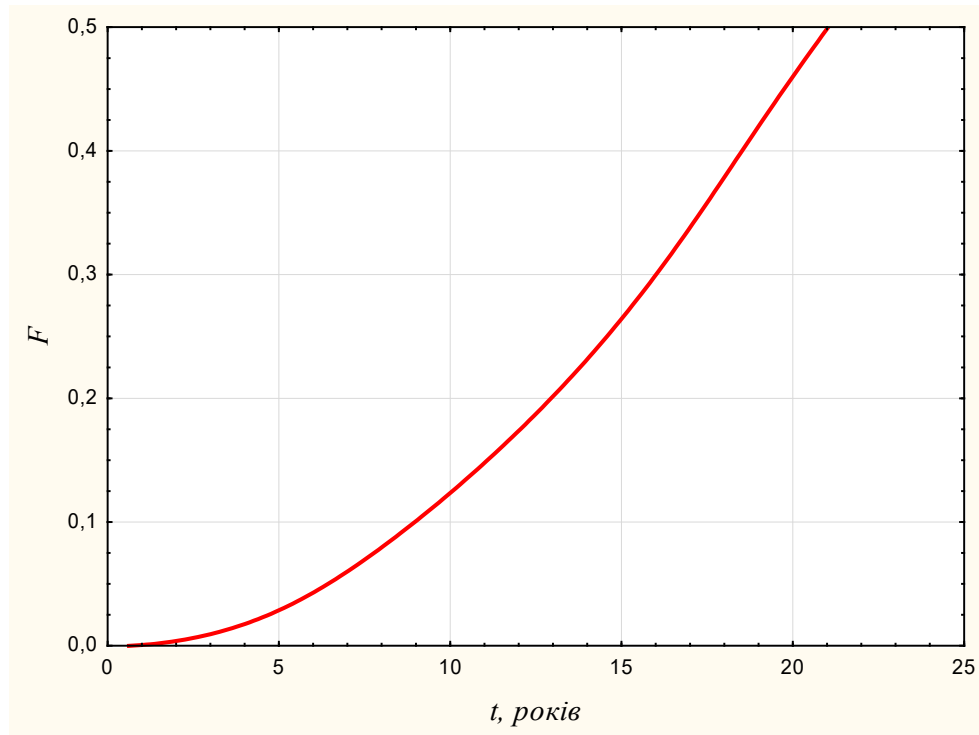


Рис. 3.14. Функція розподілу напрацювання надресорних балок до появи дефектів.

Випрямлення даних про пошкодження надресорних балок за допомогою ймовірнісного паперу показало, що функція розподілу може бути описана законом Вейбулла

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{25,1}\right)^{2,3}} \quad (3.9)$$

Характер поведінки функції розподілу до напрацювання до появи дефектів в бічних рамах аналогічний рис. 2.13, тобто. функція розподілу є суперпозицією експоненційного та вейбулівського розподілів. Підбір вагових коефіцієнтів та параметрів розподілу призвів до функції розподілу наступного виду:

$$F(t) = 1 - 0,015 e^{-1,1t} - 0,985 e^{-\left(\frac{t}{51}\right)^{3,8}} \quad (3.10)$$

Таким чином, на основі отриманих закономірностей можна прогнозувати ймовірність виявлення дефектів у різних зонах їх локалізації з урахуванням типу вагона, під яким працював візок, та терміну його експлуатації.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

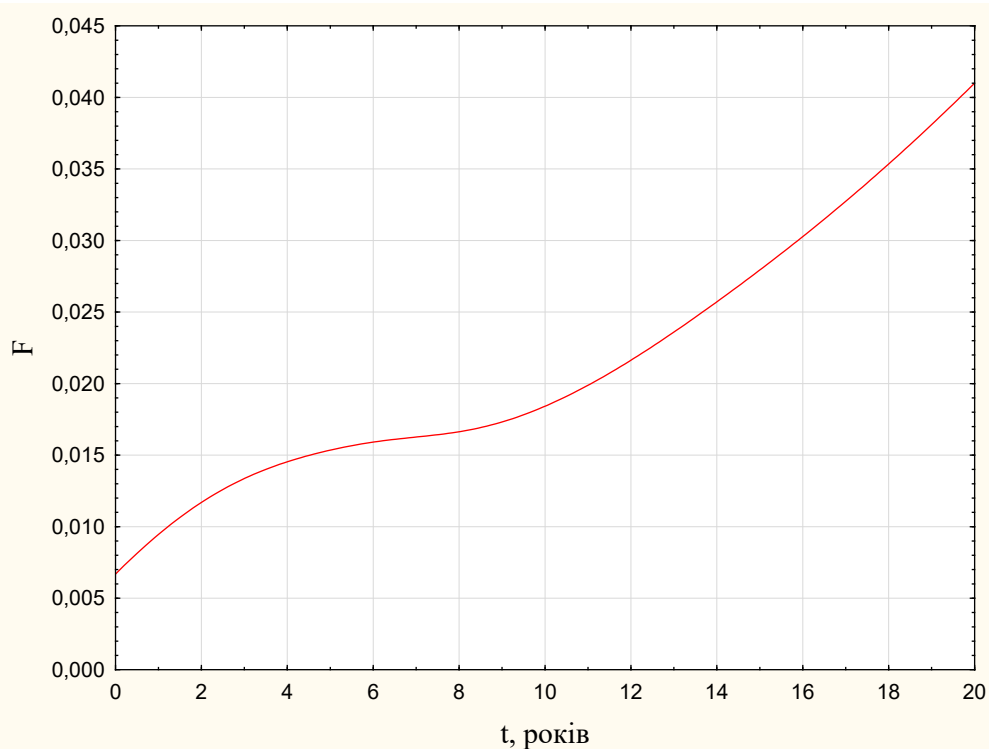


Рис. 3.15 Функція розподілу напрацювання бічних рам до появи дефектів.

В результаті вирішення першого з поставлених завдань встановлено, що

- дефекти надресорних балок та бічних рам візків вантажних вагонів мають переважно втомний характер, а для бічних рам властиве проява прихованих дефектів у початковий період експлуатації до 3...4 років;
- найбільш схильними до пошкоджень є у надресорних балок - зона підп'ятника, де виникає близько 80% дефектів, а у бічних рам - зони буксових прорізів (до 77% дефектів);
- напрацювання до появи дефектів у надресорних балках підпорядковується розподілу Вейбулла, а для бічних рам - суперпозиції експоненційного та вейбулівського законів;
- закономірності виникнення дефектів у литих деталях візків дозволяють прогнозувати виявленість дефектів при надходженні вагонів у поточний ремонт і на основі цих даних оцінювати параметри виявлення дефектів.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Одним з найважливіших аспектів при ремонті візків вантажних вагонів є проведення неруйнівного контролю. Це необхідно для того, щоб не допустити в експлуатацію деталі, що мають експлуатаційні, а також ливарні дефекти.

3.3 Феррозондовий контроль (ФЗК) литих деталей візка

Засоби контролю застосовуваних при ФЗК литих деталей візка

ФЗК деталей візків проводять за допомогою вимірювача – дефектоскопа феррозондового Ф-215.1.

Намагнічування деталей проводиться за допомогою стаціонарних чи приставних НУ

- надресорних балок – за допомогою МСН 33;
- бічних рам – за допомогою МСН 34;
- недоступних зон – за допомогою МСН 14.

Налаштування дефектоскопа здійснюється із застосуванням СОП-НО-021 (рис. 3.16).

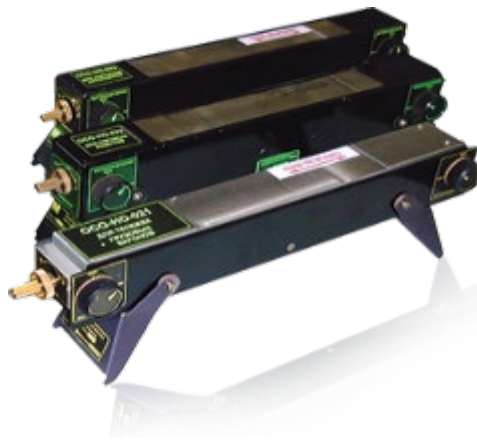


Рис. 3.16 – Стандартний зразок підприємства

Вимірювач - дефектоскоп феррозондовий Ф-215.1 (рис. 3.17) призначений для виявлення полів розсіювання дефектів (типу порушень суцільності) деталей рухомого складу та вимірювання градієнта напруженості магнітних полів.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 3.17 – Дефектоскоп Ф-215.1

Дефектоскоп складається з феррозондового перетворювача (ФП) (рис. 3.18), з'єднаного з гнучким кабелем з електронним блоком. Живлення електронного блоку здійснюється від змінної акумуляторної батареї.

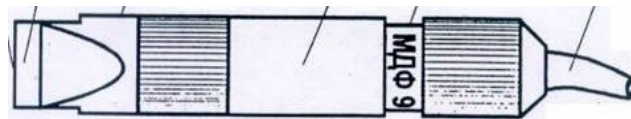


Рис. 3.18 – Перетворювач

Принцип дії дефектоскопа заснований на перетворенні на електричний сигнал градієнта напруженості магнітного поля. Якщо електричний сигнал перевищує встановлений граничний рівень, спрацьовують світловий та звуковий індикатори дефектів електронного блоку. Світловий індикатор починає світитися, якщо електричний сигнал пропорційний градієнту напруженості магнітного поля розсіювання дефекту перевищує встановлений пороговий рівень. При цьому на цифровому індикаторі висвічується значення градієнта та спрацьовує уривчастий звуковий сигнал. Контроль бічних рам та надресорних балок виконувати способом прикладеного поля.

Підготовчі операції та налаштування дефектоскопу

Перед проведенням контролю перевірити якість очищення деталей, не повинно бути слідів корозії, нагару, мастила. Оглянувши всю поверхню з ви-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

87

явлення видимих дефектів, деталі з виявленими під час огляду неприпустимими дефектами контролю не підлягають.

Дефектоскопіст перед тим, як приступити до контролю, повинен перевірити стан дефектоскопа та пристроїв, що намагнічують. При виявленні несправностей повідомити майстра ділянки контролю, що не руйнує.

Налаштування порога чутливості дефектоскопа здійснюється як у ручному, так і в автоматичному режимах. Для налаштування в ручному, необхідно кнопками «РЕЖИМ» встановити стан приладу для виявлення дефектів та вимірювання градієнта. Встановити ФП за нормаллю до поверхні НО. Зорієнтувати ФП таким чином, щоб його поздовжня вісь була паралельна лініям магнітного поля. Переміщаючи ФП над дефектом, знайти положення перетворювача, у якому значення градієнта над дефектом буде максимальним. Якщо знайдене максимальне значення градієнта більше граничного, натискаючи кнопку ">" встановити граничне значення, що перевищує максимальне на 1500-2000 А/кв.м, траєкторія порогу на дисплеї приладу вище траєкторії максимального сигналу. кнопкою "<" зменшувати поріг до першого спрацювання звукового сигналу дефекту, траєкторія порога має бути під траєкторією максимального сигналу. Якщо знайдене при налаштуванні на НО максимальне значення градієнта нижче порогового, встановленого на дефектоскопі, кнопкою "<" зменшувати поріг до першого спрацювання звукового сигналу дефекту, траєкторія порогу повинна бути під траєкторією максимального сигналу. Для автоматичного налаштування потрібно натиснувши кнопку "КАЛІБР" перевести прилад у стан готовності до налаштування порога сигналу дефекту. Провести два або три рази по поверхні НО над дефектом, не відриваючи ФП від поверхні. Повторно натиснути кнопку "КАЛІБР"

Перед початком роботи (на початку зміни) здійснити очищення пам'яті електронного блоку. Після цього введіть та відкоригуйте дату, час та особистий номер дефектоскопіста (дві останні цифри табельного номера) після введення особистого номера, пристрій запам'ятовує введену інформацію.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Послідовність операцій при феррозондовому контролі бічної рами

ФЗК бічної рами здійснюється в наступній послідовності:

- встановити бічну раму на пристрій, що намагнічує, МСН 34 нижнім поясом вгору (рис. 3.19);

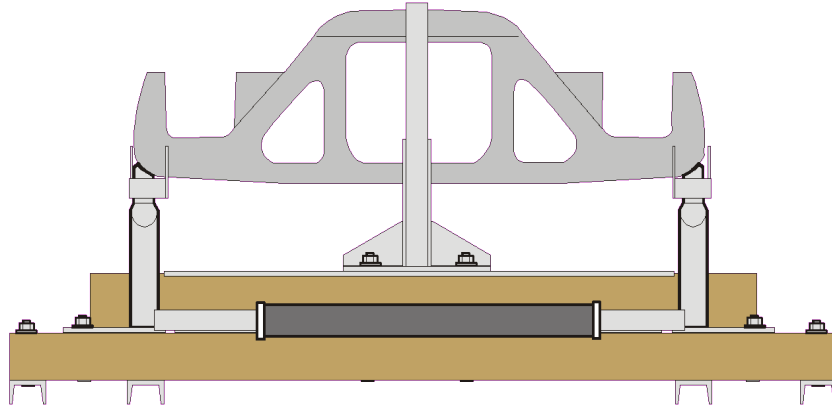


Рис. 3.19 - Бічна рама на пристрої, що намагнічує, МСН 34

- включити струм намагнічування;
- за допомогою вимірювача напруги магнітного поля виміряти тангенціальну складову напруги магнітного поля (Ht);
- виконати скануючі проходи феррозондовим перетворювачем у зоні зовнішнього та внутрішнього кута буксового отвору. Довжина зони контролю на сполучених поверхнях (50-60) мм;
- сканувати кромки, полиці та ребра посилення буксового отвору бічної рами;
- виконати скануючі проходи по кромці верхнього поясу над буксовим отвором з обох боків бічної рами;
- Виконати скануючі проходи в зоні похилого поясу з обох боків бічної рами;
- Виконати скануючі проходи на відстані 5-10 мм від краю кромки технологічного отвору;
- Попередню операцію повторити з іншого боку технологічного отвору;
- сканувати верхні та нижні кути ресорного отвору бічної рами. Довжина зони контролю на сполучених поверхнях (60-80) мм;
- сканувати кромки ребер посилення ресорного отвору бічної рами. При контролі поздовжня вісь ФП має бути паралельна кромкам ребра;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

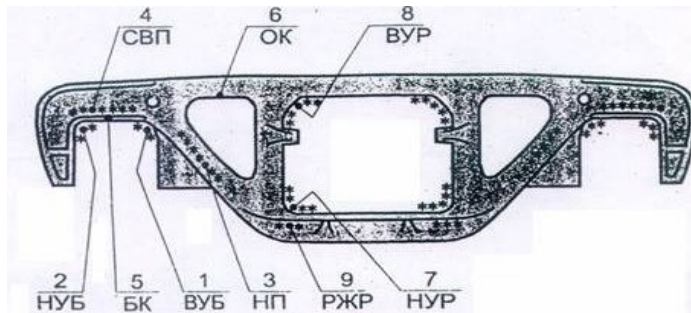
031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

89

- Вимкнути струм намагнічування;
- зняти бічну раму з пристрою, що намагнічує.

Розташування зон контролю бічної рами візка вантажного вагона має відповідати рис. 3.20.



Код зо-ни	Умовне поз-начення зони	Найменування зони
1	ВУБ	Внутрішній кут буксового отвору
2	НУБ	Зовнішній кут буксового отвору
3	НП	Похилі поверхні
4	СВП	Поєднання полиць верхнього пояса
5	БК	Бічна кромка верхнього пояса (над буксовим отвором)
6	ОК	Кромка технологічного вікна
7	НУР	Нижній кут ресорного отвору
8	ВУР	Верхній кут ресорного отвору
9	РЖР	Ребро жорсткості ресорного отвору

Рис. 3.20 – зони контролю бічної рами візка

При спрацьовуванні індикаторів дефекту необхідно виконати такі операції:

- провести ФП за місцем появи сигналу та знайти точку з максимальним показанням цифрового індикатора та відзначити точку крейдою;
- провести паралельне сканування з кроком 5мм ліворуч і праворуч (а також зверху та знизу) та відзначити точки з макс показаннями. Сканування проводити до припинення спрацьовування індикатора;
- провести аналіз отриманої прямої і зробити висновок. При аналізі виключати спрацьовування, що не підтверджуються при паралельних скануваннях, спрацьовування викликані неоднорідністю магнітного поля через конструк-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

90

ційні особливості (гострі кромки, виступи, ступінчастий переріз та ін.), зони магнітної плями від установки полюсних наконечників, зони наклепу (вироблення).

Результат контролю заноситься до журналу встановленої форми. Забраковані деталі позначаються фарбою та відставляються окремо від придатних.

Послідовність операцій при феррозондовому контролі надресорної балки

ФЗК надресорної балки проводиться в наступній послідовності:

- встановити надресорну балку на пристрій, що намагнічує, МСН 35 верхнім поясом вгору (рис. 3.21)

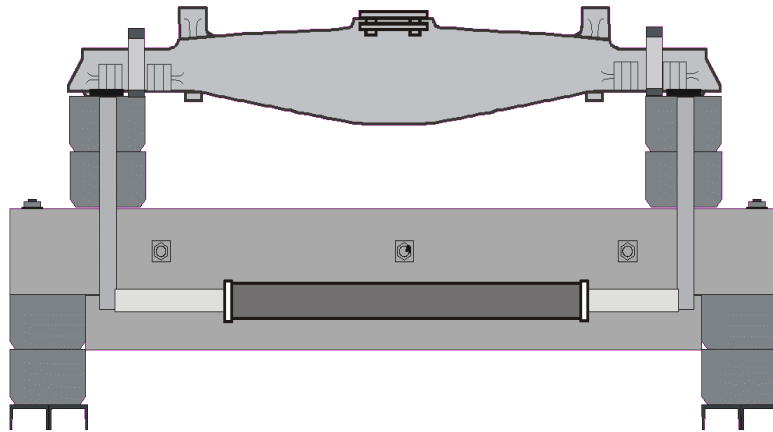


Рис. 3.21 - Надресорна балка на пристрої, що намагнічує, МСН 33

- включити струм намагнічування;
- за допомогою вимірювача напруги магнітного поля виміряти тангенціальну складову напруги магнітного поля (Ht);
- виконати скануючі проходи феррозондовим перетворювачем з кроком 5-8 мм у зоні верхнього пояса надресорної балки на довжині 800-1000 мм;
- виконати скануючі проходи феррозондовим перетворювачем з кроком 5-8 мм у зоні нижнього пояса надресорної балки на довжині 800-1000 мм;
- виконати скануючі проходи феррозондовим перетворювачем з кроком 5-8 мм по поверхні бічних стінок надресорної балки на довжині 800-1000 мм;
- Виконати скануючий прохід по кромках технологічних отворів надресорної балки на відстані 5-10 мм від краю кромки;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

91

- виконати скануючі проходи по опорній поверхні під'ятника вздовж поздовжньої осі надресорної балки;
- виконати кругові скануючі проходи по опорній поверхні під'ятника;
- виконати скануючий прохід по кромці зовнішнього бурта під'ятника;
- виконати скануючий прохід по кромці внутрішнього бурта під'ятника;
- виконати скануючий прохід по галтельному переходу від зовнішнього бурта під'ятника до верхнього пояса надресорної балки;
- сканувати кромки технологічних отворів у верхньому поясі надресорної балки на відстані від 5 до 10 мм від краю;
- сканувати ребра посилення опор ковзунів;
- сканувати з кроком від 5 до 8 мм похилі площини для клину у двох напрямках та переходи від обмежувальних буртів до похилих площин;
- зняти візок з позиції намагнічування та встановити на позицію розбирання;

Розташування зон контролю надресорної балки візка вантажного вагона має відповідати рисунку 3.22.

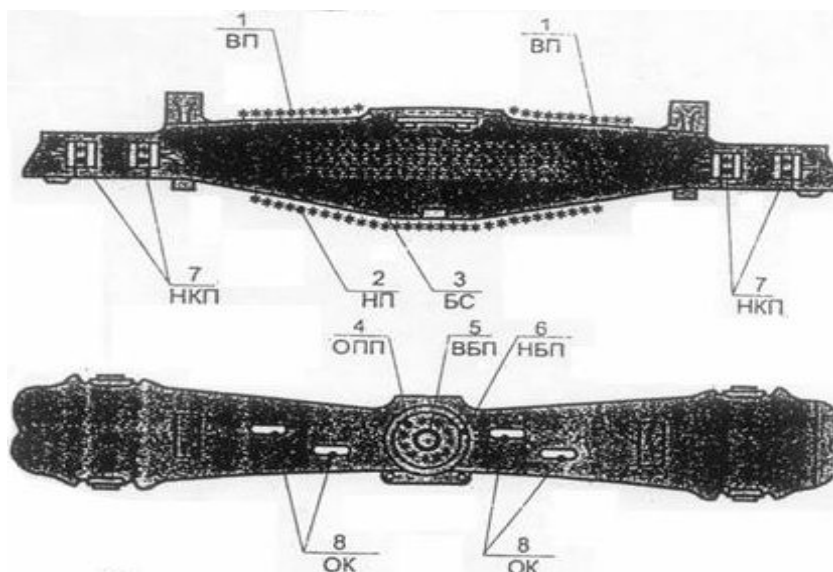


Рис. 3.22 – Зони контролю підресорної балки візка

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

92

Код зони	Умовне позначення зони	Найменування зони
1	ВП	Верхній пояс
2	НП	Нижній пояс балки
3	БС	Бокова стінка
4	ОПП	Опорна поверхня підп'ятника
5	ВБП	Внутрішній борт підп'ятника
6	НБП	Нижній борт підп'ятника
7	НКП	Похили поверхні
8	ОК	кромка технологічного вікна

При спрацьовуванні індикаторів дефекту необхідно виконати аналогічні операції при контролі бічної рами. Результат контролю занести до журналу встановленої форми, забраковані деталі помітити фарбою та ізолювати.

3.4 Магнітопорошковий контроль (МПК) литих деталей візка

Засоби контролю застосовуваних при МПК литих деталей візка

МПК проводять за допомогою переносного приставного електромагніту МЭМ 9 (рис. 3.23).



Рис. 3.23 – Електромагніт МЭМ 9

Як магнітний індикатор використовується флуоресцентний магнітний концентрат LY-1500 зеленого кольору, розведений у питній воді.

Для збудження флуоресценції люмінесцентних індикацій при проведенні магнітопорошкового контролю литих деталей візка застосовується світильник переносний світлодіодний синього світла ИНСПЕКТОР-801/455 (рис. 3.24).



Рис. 3.24 - Світильник переносний світлодіодний синього світла ИНСПЕКТОР-801/455

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

93

При роботі зі світильником синього світла з метою запобігання засліпленню та для збільшення контрастності флуоресцентних індикацій (інтенсивність флуоресцентної індикації/фон), обов'язково використання окулярів з відрізаючими світлофільтрами Yellow 480 (рис. 3.25).



Рис. 3.25 - Окуляри з відрізаючими світлофільтрами Yellow 480

Для перевірки виявляючої здатності магнітних індикаторів використовується прилад МОН-721 (рис. 3.26).

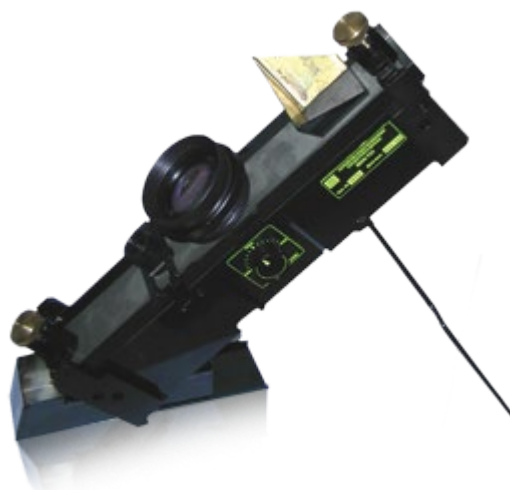


Рис. 3.26 – Прибор МОН – 721

Підготовчі операції

Деталі повинні бути очищені від забруднень до металу за допомогою волосяних або металевих щіток вручну або за допомогою мийних машин. Зони обов'язкового МПК повинні бути зачищені до металевого блиску з шорсткістю за ГОСТ 2789, не нижче Rz 160.

Перед проведенням МПК проводять огляд деталей з метою виявлення тріщин, рисок, задирів, вибоїн, електроопіків та інших видимих дефектів, за

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

94

необхідності застосовують лупу. Огляду піддають усі поверхні контрольованих деталей.

Підготовка дефектоскопів, приладів контролю та НУ до роботи проводиться на початку зміни та полягає у перевірці працездатності відповідно до посібників з експлуатації. У разі виявлення несправностей необхідно повідомити майстер ділянки ПК.

Приготування магнітної суспензії здійснюється в наступній послідовності:

- налити в ємність 1л питної води;
- відміряти потрібну кількість магнітного концентрату LY-1500 (10+/-5г на 1л);
- необхідну кількість концентрату розвести у потрібній кількості води безперервно помішуючи дерев'яною або пластиковою ложкою, витримати 5 хвилин і повторно перемішати;
- перелити отриману суспензію у ємність розпилювача.

Виявляючи здатність магнітної суспензії після її приготування і перед початком зміни перевіряють за допомогою спеціалізованого пристрою МОН 721 на зразку МСО ПО (ОСО-Г-110) рівень умовної чутливості "Б" по ГОСТ 21105.

Послідовність операцій при магнітопорошковому контролі бічної рами

МПК бічної рами здійснюється в наступній послідовності:

- встановити підготовлену до контролю бічну раму на стенд – кантувач нижнім поясом вгору;
- провести намагнічування внутрішнього кута буксового отвору;
- нанести магнітний індикатор на контрольовану поверхню;
- після стікання суспензії, висвітлити контрольовану поверхню світильником ІНСПЕКТОР-801/455. Для отримання контрастного зображення використовують окуляри Yellow 480.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для контролю зовнішнього кута повторити вищезгадані операції.

Інші зони деталі контролюються за необхідності підтвердження результатів ФЗК.

Результати контролю оцінюють за наявністю на контрольованій поверхні індикаторного рисунка, що утворюється дефектами. Вигляд індикаторного малюнка залежить від типу і розмірів дефектів, що виявляються.

Над поверхневими втомними тріщинами утворюється індикаторний рисунок у вигляді чіткого тонкого щільного валика магнітного порошку по всій їх довжині.

Над гарячими тріщинами утворюється чіткий розгалужений уривчастий індикаторний рисунок.

Над підповерхневими дефектами типу тріщин, неметалевих включень і пор утворюється індикаторний рисунок у вигляді широких смуг або плям з розпливчастими межами.

Слід відрізнити індикаторні рисунки дефектів від хибних скупчень магнітного порошку, які можуть утворитися:

- у місцях різкої зміни площі поперечного перерізу деталі;
- за ризиками з гострими краями (магнітні частинки можуть потрапляти у ризики, але характерний дефекту індикаторний рисунок у своїй не утворюється);
- у місцях торкання один з одним двох попередньо намагнічених деталей або торкання намагніченої деталі будь-яким гострим предметом, наприклад викруткою.
- на межі ділянок, що піддавалися механічній обробці, наклеп.

Щоб відрізнити тріщину від ризику, слід ретельно зачистити місце скупчення порошку дрібнозернистим наждачним інструментом та повторно провести контроль, спостерігаючи за допомогою лупи за утворенням скупчення магнітного порошку під час стікання суспензії. Утворення валика магнітного порошку свідчить про наявність тріщини.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При утворенні на контрольованій поверхні скупчення магнітного порошку як характерного індикаторного рисунка, що вказує на наявність дефекту, деталь слід протерти ганчіркою і повторити контроль. Якщо на контрольованій поверхні утворилося скупчення магнітного порошку у вигляді лінії, що становить з напрямком вектора напруженості магнітного поля, кут менше 45° , то при проведенні повторного контролю слід змінити положення НУ щодо деталі так, щоб цей кут став близьким до 90°

По виду індикаторних малюнків необхідно визначити число та довжину виявлених дефектів. Довжину протяжного дефекту приймають рівною довжиною валика магнітного порошку. Групу з кількох дефектів, відстань між якими менша за довжину найменшого з них, приймають за один протяжний дефект.

Кожен виявлений дефект відзначають крейдою (маркером).

Результат контролю заноситься до журналу встановленої форми. Забраковані деталі позначаються фарбою та ізолюються.

Послідовність операцій при магнітопорошковому контролі надресорної балки

МПК надресорної балки здійснюється в наступній послідовності:

- встановити підготовлену до контролю надресорну балку на стенд – кантувач нижнім поясом вгору;
- Провести намагнічування похилої площини надресорної балки;
- нанести магнітний індикатор на контрольовану поверхню;
- після стікання суспензії, висвітлити контрольовану поверхню світильником ІНСПЕКТОР-801/455. Для отримання контрастного зображення використовують окуляри Yellow 480.
- повторити вищезгадані операції інших похилих площинах.

Інші зони деталі контролюються за необхідності підтвердження результатів ФЗК.

Результати контролю оцінюють аналогічно результатам для бічної рами.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критерії бракування литих деталей візка

Експлуатаційні дефекти бічної рами візка 18-100 вказані на рисунку 3.27, а також у таблиці 3.2 вказані критерії бракування та зони контролю.

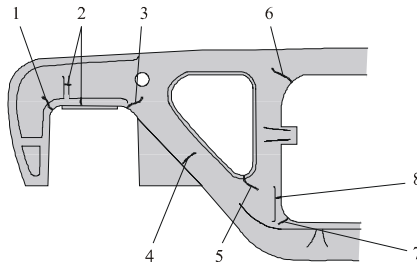


Рисунок 3.27 – Місця розташування дефектів

Таблиця 3.2 – Критерії бракування

№ по рис. 20	Зона контролю	Характеристика дефекту	Критерій бракування	Заходи, що вживаються
1	2	3	4	5
1	Кут буксового прорізу зовнішній	Тріщини поверхневі та підповерхневі, поперечні та похилі	Незалежно від розміру	Брак
		Раковини ливарні	Незалежно від довжини, глибиною понад 2 мм	Брак
2	Полиця та кромка пояса над буксовим отвором	Тріщини поверхневі та підповерхневі, поперечні та похилі	Незалежно від розміру	Брак
2	Ребро посилення над буксовим отвором	Тріщини поверхневі та підповерхневі, поперечні та похилі	Незалежно від розміру	Брак
3	Кут буксового отвору внутрішній	Тріщини поверхневі та підповерхневі, поперечні та похилі	Незалежно від розміру	Брак
		Раковини ливарні	Незалежно від довжини, глибиною понад 2 мм	Брак
4	Похилий пояс	Тріщини поверхневі та підповерхневі, поперечні та похилі	Незалежно від розміру	Брак
Раковини ливарні		Незалежно від довжини, глибиною понад 2 мм	Брак	
5	Кромка технологічного отвору	Тріщини поверхневі та підповерхневі, поперечні та похилі	Незалежно від розміру	Брак

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

98

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5
6	Кут ресорного отвору верхній	Тріщини поверхневі та підповерхневі, поперечні та похилі	Незалежно від розміру	Брак
		Раковини ливарні	Незалежно від довжини, глибиною понад 2 мм	Брак
7	Кут ресора нижній	Тріщини поверхневі та підповерхневі, поперечні та похилі	Незалежно від розміру	Брак
		Раковини ливарні	Незалежно від довжини, глибиною понад 2 мм	Брак
8	Ребро посилення ресорного отвору	Тріщини поверхневі та підповерхневі, поперечні та похилі	Виходять на сполучені поверхні	Брак
			Не виходять на сполучені поверхні	Ремонт

Експлуатаційні дефекти надресорної балки візка 18 100 показані на рисунку 3.28. Критерії бракування наведені в таблиці 2.

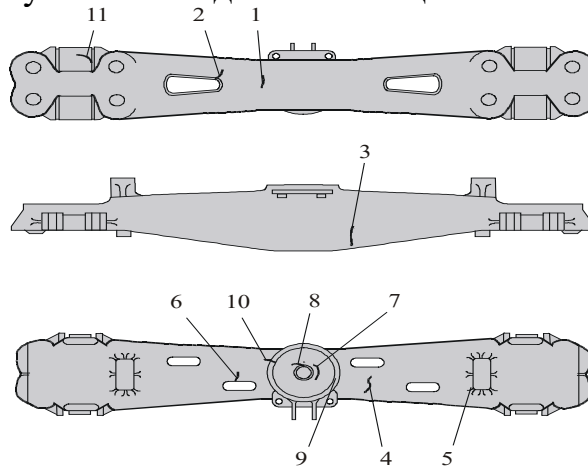


Рисунок 3.28 — Дефекти надресорної балки візка 18-100

Таблиця 3.3 – Критерії бракування

№ по рис. 20	Зона контролю	Характеристика дефекту	Критерій бракування	Заходи, що вживаються
1	2	3	4	5
1	Нижній пояс на довжині (800—1000) мм	Тріщини поперечні та похилі	Незалежно від розміру	Брак
		Раковини ливарні	Незалежно від довжини, глибиною понад 2 мм	Брак
2	Кромки технологічних отворів нижнього поясу	Тріщини поперечні, похилі та поздовжні	Незалежно від розміру	Брак

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

99

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5
3	Бічні стінки на довжині (800—1 000) мм	Тріщини поперечні та похилі	Незалежно від розміру	Брак
		Раковини ливарні, тріщиноподібні	Довжиною не більше 30 мм, глибиною не більше 2 мм	Ремонт
			Довжиною понад 30 мм, глибиною понад 2 мм.	Брак
4	Верхній пояс на довжині (800—1 000) мм	Тріщини поперечні та похилі	Незалежно від розміру	Брак
		Тріщини поздовжні	Сумарна довжина менше 250 мм	Ремонт
			Сумарна довжина понад 250 мм	Брак
		Раковини ливарні, тріщиноподібні	Довжиною не більше 30 мм, глибиною не більше 2 мм	Ремонт
			Довжиною понад 30 мм, глибиною понад 2 мм.	Брак
5	Переходи від верхнього пояса до опор ковзунів	Тріщини поперечні та похилі, що виходять на верхній пояс	Незалежно від розміру	Брак
		не виходять на верхній пояс	Незалежно від розміру	Ремонт
6	Кромки технологічних отворів верхнього пояса	Тріщини поперечні та похилі	Незалежно від розміру	Брак
7	Опорна поверхня підп'ятника	Тріщини будь-якої конфігурації, що не виходять на зовнішній борт підп'ятника	Сумарна довжина понад 250 мм	Брак
			Сумарна довжина менша 250 мм	Ремонт
8, 9	Внутрішній та зовнішній бурти підп'ятника	Тріщини будь-якої конфігурації, що виходять на сполучені поверхні	Незалежно від розміру	Брак
			не виходять на сполучені поверхні	Ремонт
10	Галтельний перехід від зовнішнього бурта підп'ятника до верхнього пояса	Тріщини поперечні, похилі та поздовжні	Незалежно від розміру	Брак

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

100

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5
11	Похила площина, переходи між обмежувальними буртами та похилою площиною	Тріщини поперечні та похилі, що виходять на внутрішню порожнину	Незалежно від розміру	Брак
		Тріщини поперечні та похилі, що не виходять на внутрішню порожнину	Незалежно від розміру	Ремонт

Висновок

У даному розділі була розглянута технологія проведення неруйнуючого контролю литих деталей візка моделі 18-100, двома основними методами: магнітопоршковим і феррозондовим.

Феррозондовий і магнітопорошковий є сучасними методами незрушного контролю, що дозволяють найбільш ефективно виявляти дефекти, тому вони набули широкого поширення на вагоноремонтних підприємствах залізничного транспорту.

ВИСНОВКИ

Основною метою при розробці даної магістерської роботи була проведена організація технічного обслуговування вагонів на сортувальній станції Розроблено організацію та технологія ремонту на контрольному пункті автогальм. Описано технологію робіт у парках експлуатаційного вагонного депо.

У дослідницькій частині проведено аналіз пошкоджень надресорних балок та бічних рам візків вантажних вагонів; проаналізовано методи, засоби діагностики та їх ефективність при контролі литих деталей візків, а саме розглянуто два основних метода: магнітопоршковий і феррозондовий. Дані були отримані перед деповським ремонтом або під час обслуговування вагонів на ПТО.

Наведено технологічне обладнання для проведення неруйнуючого контролю литих деталей візка моделі 18-100.

Результати досліджень показали, що найбільша кількість несправностей найчастіше припадають на такі частини литих деталей вагона як кути буксових отворів.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Адлер Ю.П., Макаров Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М., Наука, 1976. 280с.
- 2 Анализ безопасности движения по состоянию литых частей тележки грузовых вагонов [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://vuzlit.ru/964439/analiz_bezopasnosti_dvizheniya_po_sostoyaniyu_lityh_chastey_telezhki_gruzovyh_vagonov (дата обращения 11.11.2021)
- 3 Армстронг Дж. Усовершенствованно системы обнаружения дефектов подвижного состава. - Железные дороги мира, 1981, № 9, с. 30-40.
- 4 Беда П.И. Анализ сигналов накладного датчика при выявлении трещин в ферромагнитных материалах / Электромагнитные методы контроля. МДНТП им. Ф.Э.Дзержинского, М., 1969. с. 53-55.
- 5 Білокур І. П. Основи дефектоскопії. - К.: Азимут-Україна, 2004.-496 с. — ISBN 966-8405-04-8
- 6 Вагони вантажні. Ремонт візків. СТП 04-019:2018
- 7 Вагонное хозяйство: Учеб. пособие для вузов / В. И. Гридюшко, В. П. Бугаев, Н. З. Криворучко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1988. - 294 с.
- 8 Власов В.В., Комаров В.А. Магнитное поле вихревых токов над поверхностной трещиной в металле при возбуждении их накладный индуктором, - Дефектоскопия, 1971, № 6, с. 63-76.
- 9 Воронин Н.Н. Анализ повреждаемости и оценка работоспособности несущих сварных конструкций грузовых вагонов: дис. ... канд.техн. наук: 05.22.07. Москва : 1994. 360с.
- 10 Герасимов В.Г. Неразрушающий контроль качества изделий электромагнитными методами. М.: Энергия, 1978. - 216 с.
- 11 Герасимов В.Г., Останин Ю.Я., Покровский А.Д. Неразрушающий контроль качества изделий электромагнитными методами, М., Энергия, 1978, с. 215.
- 12 Герасимов В.Г., Клюев В.В, Шатерников В.Е. Методы и приборы электромагнитного контроля промышленных изделий, Энергоатомиздат, М., 1983 г.
- 13 Дорофеев А.А., Казаманов Ю.Г. Электромагнитная дефектоскопия. М., Машиностроение, 1980, с. 232.
- 14 Дорофеев А.А., Калинин Н.П., Остапенко В.Д. Электромагнитный контроль поверхностных слоев металлов с использованием повышенных частот. - Дефектоскопия, 1981, № 4, с. 34-40.
- 15 ДСТУ 3433-96 Надійність техніки. Моделі відмов
- 16 ДСТУ 8647:2016 Надійність техніки. Оцінювання та прогнозування надійності за результатами випробувань і/або експлуатації в умовах малої кількості відмов

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		103

- 17 Дякин В.В., Сандовский В.А. Теория и расчет накладных вихретоковых преобразователей. М., Наука, 1981, с. 136.
- 18 Ежова Л.Н. Планирование и анализ многофакторных экспериментов на основе комбинаторных схем / Л.Н. Ежова, Е.В. Маркова. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1993
- 19 Ермолов И. Н., Остапин Ю. Я. «Методы и средства неразрушающего контроля качества». М.: Высшая школа, 1988. — 368 с.
- 20 Жданов А.Г. Повышение надежности анализа данных вихретокового контроля теплообменных труб парогенераторов АЭС: дис. ... канд.техн. наук: 05.22.07. Москва : 2014. 191с.
- 21 Жуков В.К., Добнер Б.А. Анализ мостовой схемы включения вихретокового преобразователя, - Дефектоскопия, 1973, № 2, с. 113-116.
- 22 Ильин В.А., Кожевников Г.И., Левыкин Ф.В., Штремер Ю.Н. Дефектоскопия деталей подвижного состава железных дорог и метрополитенов. М., Транспорт, 1983, с. 315.
- 23 Инструкция по сварке и наплавке при ремонте вагонов и контейнеров. РТМ 32 ЦВ 201-78. М., Транспорт, 1979, с. 200.
- 24 Иорш Е.Т. Исследование эксплуатационной прочности надрессорной балки тележки грузового вагона и совершенствование ее конструкции, Автореферат канд. дисс. М., 1979.
- 25 Исаков В.А., Ахмеджанов Р.А., Гусев Г.Ф. Исследование повреждаемости литых деталей тележек грузовых вагонов в эксплуатации. Омск, 1983, с. 19. /Рукопись депонирована в ЦНИИТЭИ МПС 20.05.83, № 2285/.
- 26 Клюев В.В., Соснин Ф.Р., Ковалев А.В. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник. Под общ. ред. В.В. Клюева. 2005. Издание: 3-е. 656 с
- 27 Куликовский К. Л., Купер В. Я. Методы и средства измерений. — М.: Энергоатомиздат, 1986.— 447 с.
- 28 Лапшин В. Ф., Орлов М. В. Основы технического обслуживания вагонов: учебное пособие. - Екатеринбург : УрГУПС, 2006. — 375 с.
- 29 Маєвський СМ., Бабак В. П., Щербак Л. М. Основа побудови систем аналізу сигналів у неруйнівному контролі: Навч. посібник для студ. вузів, які навчаються за спец «Фізичні методи та прилади інтроскопії». — К.: Либідь, 1993. — 200 с.
- 30 Макеев С.В. Разработка методики исследования напряженно-деформированного состояния надрессорной балки тележки грузового вагона и выбора ее рациональных параметров: дис. ... канд.техн. наук: 05.22.07. Брянск: 2004. 195 с.
- 31 Общий курс железных дорог / Ю.И. Ефименко, М.М. Уздин, В.И. Ковалёв — М.: Издательский центр «Академия», 2005.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

031.13002.ДП1.000 ПЗ

Арк.

104

- 32 Огірко О. І., Галайко Н. В. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник / О. І. Огірко, Н. В. Галайко. – Львів: ЛьВДУВС, 2017. – 292 с.
- 33 Павлюков А. Э., Черепов О. В. Оценка влияния величин износа основных узлов грузовых вагонов на безопасность движения // Транспорт Урала. — 2013. № 2 (37). С.20–27.
- 34 Панасюк В. В. и др. Механика разрушения и прочность материалов. Т. 4. Усталость и циклическая трещиностойкость конструкционных материалов. — М.: Наука думка, 1990. — 679 с.
- 35 Пасшухов И.Ф. Исследование влияния технологических факторов на усталостную прочность литых деталей тележек грузовых вагонов. Автореферат канд. дисс. Омск, 1967, с. 23.
- 36 Патент № 80755 Вихрострумвий метод і система безконтактного визначення опору / Редько В.І., Хандецький В.С. та ін. - Опубл. 25.10.2007р.
- 37 Повышение прочности и долговечности грузовых вагонов. Под ред. Тарлинского И.В. /Труды ЦНИИ МПС, вып. 1-112 М., Транспорт, 1968, 351с.
- 38 Поліщук Є. С. Методи та засоби вимірювань неелектричних величин. — Львів: Вид. Державного університету «Львівська політехніка», 2000. — 360 с.
- 39 Пранов В. А. Повышение усталостной долговечности боковой рамы тележки грузового вагона: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07. Екатеринбург : 2012. 185 с.
- 40 Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. В 2-х книгах. Кн. 2. Под ред. В. В. Клюева. - М.: Машиностроение, 1986.- 352 с.
- 41 Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник. Под ред. Клюева В.В. М., Машиностроение, 1976, т. 2, с. 326.
- 42 Проников А.С. Надежность машин. - М., Машиностроение, 1978, 592с.
- 43 Родигин Н.М., Коробейникова И.Е. Использование "нулевых" составляющих приращений ЭДС катушки для отстройки от мешающих параметров при контроле изделий методом вихревых токов. - В кн.: 06 электромагнитных методах контроля качества изделий. Свердловской, ИФМ АН СССР, 1965, с. 161-166.
- 44 Родигин Н.М., Коробейникова И.Е. Контроль качества изделий методом вихревых токов. М. Свердловской, Машгиз, 1958, с. 131.
- 45 Родигин Н.М., Сандовский В.А, Вопросы теории вихретоковой дефектоскопии с применением модуляционного метода. - Дефектоскопия, 1969, № 3, с. 60-66; дефектоскопия, 1969, №4, с. 86-91.

- 46 Романов В.А., Сандовский В.А. К расчету сигнала, вносимого трещиной в накладной вихретоковый преобразователь» - Дефектоскопия, 1982, № 3, с. 24-27.
- 47 Руководство по испытанию на растяжение и дефектоскопированию вагонных деталей. М., Транспорт, 1982, с. 64.
- 48 Сандовский В.А, К расчету сопротивления, вносимого трещиной и накладной преобразователь. - Дефектоскопия, 1976, № 2, с. 95.
- 49 Сапожников А.Б. Теоретические основы электромагнитной дефектоскопии металлических тел. - I. - Томск, Томск. ун-т, 1980, 308 с.
- 50 Сергеев Л.В., Сердюк А.А. Электроиндуктивный дефектоскоп для обнаружения трещин в твердосплавном инструменте. - Дефектоскопия, 1971, № 2, с. 26-33.
- 51 Соболев В,С. Шкарлет Ю.М. Накладные и экранные датчики (для контроля методом вихревых токов). - Новосибирск: Издательство «Наука». Сибирское отделение, 1967, 152с.
- 52 Справочные материалы по причинам поступления грузовых вагонов в текущий отцепочный ремонт. 12 месяцев 2013 года [Текст] / Статистическая информация об отцепках в ТОР грузовых вагонов приписки России и стран-участников Содружества с распределением по кодам и категориям неисправностей, по основным узлам вагонов, по месту и виду непланового ремонта. - М.: ЦДИ ПКБ ЦВ, 2014.- 176 с.
- 53 Сухоруков В.В., Улитин Ю.М., Чернов Л.А. Возможность определения параметров дефектов при модуляционной вихретоковой дефектоскопии. - Дефектоскопия, № I, с. 7-14.
- 54 Устич П.А., Карпычев В.А., Овечников М.Н. Надёжность рельсового нетягового подвижного состава. М.: Вариант, 2003. 416 с.
- 55 Учанин В. Н. Вихретоковый метод обнаружения скрытых дефектов усталостного и коррозионного происхождения. — Киев: О-во «Знання» УССР, 1988. — 20 с.
- 56 Учанин В. Н., Дереча В. Я. Вихретоковые статические дефектоскопы для обнаружения поверхностных дефектов в узлах авиационной техники // Мат. 4-ї Нац. наук.-техн. конф. і виставки «Неруйнівний контроль та технічна діагностика» (НКТД-2003). — Київ, 2003. — С. 358–361.
- 57 Учанин В. Н., Черленевский В. В. Вихретоковый дефектоскоп для обнаружения поверхностных трещин / Фізичні методи та засоби контролю середовищ, матеріалів та виробів: Зб. наук. праць. — Львів: Фіз.-мех. ін-т ім. Г. В. Карпенка НАНУ. — 1999. — С. 108–110.
- 58 Фастрицкий В.С., Дерун Е.Н. Некоторые вопросы применения цифровых методов для селекции информации токовихревых преобразователей. В кн.: Методы и приборы автоматического контроля. Рига, 1975, вып. 13, с. 3-6.
- 59 Федосенко Ю.К. Основы нелинейной теории многопараметрового

- контроля металлоизделий. - Дефектоскопия, 1981, № 6, с. 38-45.
- 60 Шахов В.И., Сурвилло А.Б., Асатуров А.А., Приходько А.П. Оценка показателей надежности надрессорной балки тележки типа ЦНИИ-ХЗ-0 грузового вагона. - Вестник ВНИИЖТ, 1976, № 2, с. 30-33.
- 61 Шевелев А.В., Федорин Г.В. Исследование вихретокового толщиномера с помощью полного факторного эксперимента. - Дефектоскопия, 1975, №5, с. 15-21.
- 62 Щербинина В.А., Довнар В.П. Магнитоферрозондовая установка для контроля боковых рам тележек грузовых вагонов при деповском ремонте. В кн.: Повышение надежности и совершенствование ремонта вагонов. М., Транспорт, 1982, с. 51-59. /Труды ВНИИЖТ, вып. 652/.
- 63 Щербинина В.А., Довнар В.П. Метод магнитной дефектоскопии боковых рам тележек грузовых вагонов. - Вестник ВНИИЖТ, 1982, № 7, с. 42-44.
- 64 Forster F., Sprungmann K., Mivhalski A., Koch W. Electromagnetic methods of nondestructive testing, Technische Mitteilugen, 1957, vol. 50, № 4, p. 162-174.
- 65 Harrington E. Industrial Quality Control, 1965, 21, № 10, 494p.
- 66 Каталог промышленного электрического оборудования. Москва. Электрон. 1999. – 138 с.

					031.13002.ДП1.000 ПЗ	Арк.
						107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		