

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра інженерії вагонів та якості продукції

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВАГОНРЕМОНТНОГО ДЕПО

Пояснювальна записка і розрахунки
до магістерської кваліфікаційної роботи

МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ

Розробив студент групи 222-ВВГ-Д24
спеціальності 273 «Залізничний транспорт»
(Вагони та вагонне господарство)
(роботу виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)

 Олексій ГАРКУША

Керівник: професор, д-р техн. наук

 Василь РАВЛЮК

Рецензент: доцент кафедри
машинобудування та технічного
сервісу машин

УкрДУЗТ, канд. техн. наук

Андрій БАБЕНКО

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет механіко-енергетичний

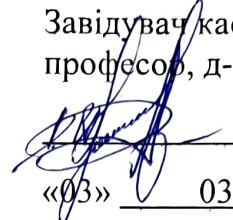
Кафедра інженерії вагонів та якості продукції

Спеціальність – 273 Залізничний транспорт

Освітня програма – Вагони та вагонне господарство

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук

 Василь РАВЛЮК
«03» 03 2026 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

ГАРКУША Олексію Володимировичу

1. Тема «Удосконалення організаційно-технологічних рішень підвищення ефективності роботи вагоноремонтного депо»

керівник Равлюк Василь Григорович, д-р техн. наук

затверджені наказом по механіко-енергетичному факультету від
«24» 02 2026 року № 9.

2. Строк подання студентом закінченої роботи «19» 06 2026 року.

3. Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи отримати на базі підприємства. Під час проходження переддипломної практики ознайомитися з нормативно-технічною НТД щодо ремонту вантажних вагонів у технічному відділі депо. Провести огляд виробничих підрозділів депо, у яких виконуються ремонтні роботи вантажних вагонів. Особливу увагу приділити розміщенню та взаємному розташуванню технологічного обладнання в ремонтних підрозділах депо. Зібрати та проаналізувати статистичні дані щодо характерних пошкоджень вагонів і обсягів ремонтних робіт. У планово-економічному відділі депо отримати вихідні дані для виконання економічної частини роботи.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1 Аналіз існуючої інфраструктури вагонного ремонтного депо та шляхи підвищення ефективності його роботи. 2 Розробка сучасної організації та маршрутної технології ремонту вагонів та їх вузлів в базовому депо. 3 Проектування сучасної організації та технології ремонту вагонів у вагоноскладальній дільниці депо. 4 Розробка моделей та алгоритмів підвищення ефективності роботи ремонтного вагонного депо за рахунок інноваційних технологій. 5 Застосування інноваційних технологій ремонту вантажних вагонів з метою підвищення ефективності роботи депо. 6 Визначення економічного ефекту впровадження енергоефективного обладнання у ремонтному вантажному вагонному депо.

5. Перелік графічного матеріалу.

Графічний матеріал виконати у вигляді презентації (обсяг 10-20 слайдів).

6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування	КАЛАБУХІН Ю. Є. професор, д-р техн. наук		

7. Дата видачі завдання «03» березня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Аналіз існуючої інфраструктури вагонного ремонтного депо та шляхи підвищення ефективності його роботи	05.03.2026	виконано
2. Розробка сучасної організації та маршрутної технології ремонту вагонів та їх вузлів в базовому депо	20.03.2026	виконано
3. Проектування сучасної організації та технології ремонту вагонів у вагоноскладальній дільниці депо	02.04.2026	виконано
4. Розробка моделей та алгоритмів підвищення ефективності роботи ремонтного вагонного депо за рахунок інноваційних технологій	25.04.2026	виконано
5. Застосування інноваційних технологій ремонту вантажних вагонів з метою підвищення ефективності роботи депо	09.05.2026	виконано
6. Визначення економічного ефекту впровадження енергоефективного обладнання у ремонтному вантажному вагонному депо	20.05.2026	виконано
7. Комплектування та оформлення розділів пояснювальної записки	20.05.2026	виконано
8. Розробка та оформлення слайдів	26.05.2026	виконано
9. Отримання рецензії на МКР	09.06.2026	виконано
10. Підготовка студента до захисту МКР	15.06.2026	виконано
11. Захист МКР в ДЕК	26.06.2026	

Студент  Олексій ГАРКУША

Керівник  Василь РАВЛЮК

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота включас в себе 20 слайдів презентації, 140 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включас 38 рисунків, 17 таблиць, 39 літературних джерел.

Ключові слова: ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ, ВАНТАЖНИЙ ВАГОН, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕМОНТ, ВІДНОВЛЕННЯ, МОДЕЛЬ.

Об'єктом дослідження – виробнича діяльність ремонтного вагонного депо в сучасних умовах господарювання.

Предметом дослідження – методи підвищення ефективності роботи ремонтного вагонного депо на основі вдосконалення організації та технології ремонту вагонів.

Метою роботи – методи підвищення ефективності роботи ремонтного вагонного депо на основі вдосконалення організації та технології ремонту вагонів.

У кваліфікаційній роботі роблено моделі інноваційного технологічного процесу ремонту вантажних вагонів на основі блочно-ієрархічного підходу та методів системного аналізу, що дозволяє формалізувати організаційно-технологічні зв'язки між операціями ремонту, оцінювати їх вплив на ефективність роботи вагоноремонтного депо.

ABSTRACT

The qualification work includes 20 presentation slides, 140 sheets of explanatory notes in A4 format, including 38 figures, 17 tables, 39 literary sources.

Keywords: RAILWAY TRANSPORT, FREIGHT WAGON, TECHNOLOGICAL PROCESS, REPAIR, RESTORATION, MODEL.

The object of the study is the production activity of a repair wagon depot in modern economic conditions.

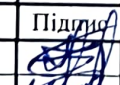
The subject of the study is methods for increasing the efficiency of the repair wagon depot based on improving the organization and technology of wagon repair.

The purpose of the work is methods for increasing the efficiency of the repair wagon depot based on improving the organization and technology of wagon repair.

In the qualification work, models of the innovative technological process of freight car repair were developed based on a block-hierarchical approach and systems analysis methods, which allows formalizing organizational and technological connections between repair operations and assessing their impact on the efficiency of the car repair depot.

Зміст

Вступ	8
1 Аналіз існуючої інфраструктури вагонного ремонтного депо та шляхи підвищення ефективності його роботи	11
1.1 Загальна характеристика базового вагонного ремонтного депо	11
1.2 Виробнича структура та структура управління депо	13
1.3 Організація робіт у дільницях та відділеннях вагонного ремонтного депо	15
1.4 Режим роботи та фонди робочого часу вагонного депо	32
1.5 Проблеми щодо підвищення ефективності роботи вагонного депо та шляхи їх вирішення	34
1.6 Висновки за розділом 1	35
2 Розробка сучасної організації та маршрутної технології ремонту вагонів та їх вузлів в базовому депо	37
2.1 Основні принципи організації ремонтних робіт в депо	37
2.2 Технологічне забезпечення засобами механізації ремонтних робіт у дільницях та відділеннях депо	38
2.3 Визначення необхідного виробничого персоналу дільниць та відділень вагонного депо	44
2.4 Визначення основних розмірних параметрів дільниць та відділень	46
2.5 Висновки за розділом 2	47
3 Проектування сучасної організації та технології ремонту вагонів у вагоноскладальній дільниці депо	49

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ			
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Гаркуша			10.04.16	Удосконалення організаційно-технологічних рішень підвищення ефективності роботи вагоноремонтного депо		Літер	Аркуш
Перевірив	Равлюк			20.06.16				5
Н. контр.	Рибін			20.06.16			УкрДУЗТ	
Затв.	Равлюк			22.06.16				

3.1 Визначення технологічної схеми процесу ремонту вагонів у вагоноскладальній дільниці	49
3.2 Вибір методу ремонту вагонів у вагоноскладальній дільниці	53
3.3 Розрахунок параметрів потокової лінії	54
3.4 Маршрутна технологія ремонту вагонів у вагоноскладальній дільниці	58
3.5 Механізація та автоматизація ремонтних робіт у вагоноскладальній дільниці	62
3.6 Розрахунок робочої сили вагоноскладальної дільниці	64
3.7 Розрахунок основних розмірних параметрів вагоноскладальної дільниці	66
3.8 Висновки за розділом 3	68
4 Розробка моделей та алгоритмів підвищення ефективності роботи ремонтного вагонного депо за рахунок інноваційних технологій	69
4.1 Математичний опис технологічного процесу ремонту вагонів у депо	69
4.2 Моделювання інноваційного технологічного процесу ремонту вагонів у вагоноскладальній дільниці ремонтного депо	73
4.3 Моделювання оптимальних термінів ремонту вагонів	78
4.4 Висновки за розділом 4	93
5 Застосування інноваційних технологій ремонту вантажних вагонів з метою підвищення ефективності роботи депо	94
5.1 Використання енергоефективного обладнання для ремонту вагонів	94
5.2 Впровадження автоматизованої системи контролю технологічного процесу ремонту вагонів та їх вузлів	104

5.3 Автоматизований контроль якості відремонтованих вагонів в депо	114
5.4 Висновки за розділом 5	119
6 Визначення економічного ефекту впровадження енергоефективного обладнання у ремонтному вантажному вагонному депо	120
6.1 Коротка характеристика запропонованого технічного заходу	120
6.2 Методика проведення економічних розрахунків	120
6.3 Визначення життєвого циклу проекту	123
6.4 Розрахунок економічного ефекту від впровадження енергоефективного обладнання в депо	124
6.5 Висновки за розділом 6	131
Загальні висновки та пропозиції	133
Список використаних джерел	137

Вступ

Вагонне господарство є однією з найбільш ресурсомістких галузей залізничного транспорту. Частка витрат на його утримання становить близько 20 % загальних експлуатаційних витрат, а чисельність працівників — близько 10 % від загальної кількості персоналу галузі. За таких умов підвищення ефективності роботи вагонного господарства є одним із ключових напрямів удосконалення діяльності залізничного транспорту в цілому.

У процесі реформування галузі було здійснено розмежування природно-монопольної та конкурентної складових діяльності. До природно-монопольного сектору віднесено експлуатаційну діяльність, тоді як ремонтна діяльність вагонних депо функціонує в умовах конкурентного середовища. Такий підхід спрямований на підвищення прозорості витрат, створення умов для розвитку конкуренції, забезпечення рівного доступу до інфраструктури та формування ефективної системи управління за видами господарської діяльності.

Розподіл експлуатаційної та ремонтної складових дає можливість обґрунтовано визначати структуру витрат, пов'язаних з утриманням і ремонтом рухомого складу, та забезпечувати їх правильне врахування під час формування тарифів. Основним завданням реформування вагонних депо є відокремлення витрат на експлуатацію і ремонт вантажних вагонів та забезпечення економічно обґрунтованого рівня собівартості виконуваних робіт [1-3].

У даній кваліфікаційній роботі виконано аналіз господарської діяльності виробничих підрозділів ремонтного вагонного депо в сучасних умовах функціонування галузі та розроблено організаційно-технічні заходи, спрямовані на підвищення ефективності його роботи за рахунок впровадження інноваційних технологій ремонту.

Актуальність теми. Аналіз стану безпеки руху поїздів на АТ «Укрзалізниця» свідчить, що значна частина транспортних подій пов'язана з недоліками у роботі вагоноремонтних підприємств. Однією з причин

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

недостатнього рівня надійності вантажного вагонного парку є низька ефективність роботи ремонтних вагонних депо, що зумовлено застарілою виробничо-технічною базою, недосконалою організацією виробничих процесів та недостатнім рівнем впровадження сучасних технологій ремонту.

Існуюча система управління та технологічний рівень багатьох вагоноремонтних підприємств не повністю відповідають сучасним вимогам, що негативно впливає на якість ремонту вагонів, збільшує експлуатаційні витрати та знижує рівень безпеки руху. Одним із найбільш ефективних шляхів вирішення зазначених проблем є впровадження інноваційних технологій ремонту та удосконалення організації роботи ремонтних вагонних депо [4, 5, 21].

У зв'язку з цим дослідження, спрямоване на підвищення ефективності роботи ремонтного вагонного депо в сучасних умовах господарювання, є актуальним та має важливе практичне значення для залізничного транспорту.

Мета та завдання дослідження. Метою кваліфікаційної роботи є розроблення заходів щодо підвищення ефективності роботи ремонтного вагонного депо на основі впровадження інноваційних технологій.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- виконати аналіз існуючої інфраструктури ремонтного вагонного депо та визначити напрями підвищення ефективності його роботи;
- розробити сучасну організацію та маршрутну технологію ремонту вагонів і їх вузлів у базовому депо;
- спроектувати удосконалену організацію та технологію ремонту вагонів у вагоноскладальній дільниці;
- розробити моделі та алгоритми підвищення ефективності роботи ремонтного вагонного депо;
- запропонувати організаційні та технологічні заходи щодо впровадження інноваційних технологій ремонту;
- виконати економічне обґрунтування запропонованих організаційно-технічних рішень.

Об'єкт дослідження – виробнича діяльність ремонтного вагонного депо в

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сучасних умовах господарювання.

Предмет дослідження – методи підвищення ефективності роботи ремонтного вагонного депо на основі вдосконалення організації та технології ремонту вагонів.

Наукова новизна роботи полягає у розробленні моделі інноваційного технологічного процесу ремонту вантажних вагонів на основі блочно-ієрархічного підходу та методів системного аналізу, що дозволяє формалізувати організаційно-технологічні зв'язки між операціями ремонту, оцінювати їх вплив на ефективність роботи вагоноремонтного депо та визначати раціональні параметри технологічного процесу з урахуванням співвідношення між надійністю рухомого складу і витратами на виконання ремонтів.

Практична цінність роботи полягає у розробленні та обґрунтуванні організаційно-технологічних рішень щодо підвищення ефективності роботи вагоноремонтного депо шляхом впровадження сучасного енергоефективного технологічного обладнання, застосування автоматизованої системи контролю технологічних процесів та автоматизованого контролю якості відремонтованих вагонів, що забезпечує підвищення продуктивності ремонту, зниження експлуатаційних витрат і покращення технічної надійності вантажних вагонів.

Методи дослідження. Для розв'язання поставлених завдань використано:

– аналітичні та графічні методи — для оцінювання ефективності роботи депо;

– методи математичного моделювання — для дослідження технологічних процесів ремонту вантажних вагонів та їх складових частин.

Основний зміст роботи. Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки та ілюстративних матеріалів. Пояснювальна записка містить вступ і шість розділів, у яких наведено аналіз існуючого стану виробництва, виконано необхідні розрахунки та розроблено проєктні рішення щодо удосконалення організації і технології роботи виробничих підрозділів ремонтного вагонного депо. Запропоновані рішення підтверджені техніко-економічними розрахунками.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Аналіз існуючої інфраструктури вагонного ремонтного депо та шляхи підвищення ефективності його роботи

1.1 Загальна характеристика базового вагонного ремонтного депо

У роботі розглядається діяльність ремонтного вагонного депо регіональної філії залізничного транспорту, яке виступає об'єктом дослідження у кваліфікаційній магістерській роботі.

До основних напрямів діяльності вагонного депо належать:

- забезпечення залізниць справним парком вантажних вагонів, що відповідають вимогам безпеки руху, а також збереження вантажів, які перевозяться;
- розвиток, утримання у робочому стані та раціональне використання деповських споруд та обладнання, упровадження інноваційних досягнень науки, техніки, передового досвіду;
- здійснення заходів з охорони праці;
- проведення заходів з економії витрат, матеріалів, палива та електроенергії;
- здійснення інших заходів, спрямованих на скорочення експлуатаційних витрат та збільшення доходів депо.

Вагонне ремонтне депо виконує деповський та капітальний ремонт 4-вісних вантажних вагонів АТ «Укрзалізниця» та приватних.

Суворої спеціалізації щодо ремонту окремих типів вагонів депо не має. Депо виконує плановий ремонт у відсотках до річних планових показників: напіввагонів – 35%; критих – 19%; платформ – 10%, хоперів-цементовозів – 1%, зерновозів – 1%; думкар – 8%; хопер-дозаторів – 26. Разом з тим спеціалізація ремонту у вагонному депо дає можливість застосування найбільше прогресивної технології ремонту, найбільше економічно доцільних форм його організації, заснованих на поділі праці і спеціалізації устаткування [1-5].

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вагоноскладальна дільниця (ВСД) депо має 13 стійл, в тому числі для ремонту вагонів 9, а чотири для ремонту візків, що є негативною стороною з точки зору організації сучасного технологічного процесу ремонту вагонів. Таким чином потрібна реконструкція ВСД де відбувався лише плановий ремонт вагонів, а для ремонту візків була виділена окрема дільниця.

Метод ремонту вагонів — стаціонарний. Депо працює в одну зміну. Річний фонд робочого часу – 2017 годин. Рівень механізації праці – 10 %.

Планові ремонти 4-х вісних вагонів здійснюється на двох коліях вагоноскладальної дільниці (ВСД) стаціонарним комплексно-ущільненим методом. Комплексні бригади працюють за ущільненими графіками, які передбачають максимальну паралельність робіт.

Депо здійснює свою господарсько-економічну та соціальну діяльність, керуючись річним планом [5, 14].

За початковими даними базового депо в період відокремлення експлуатаційної складової від ремонтної та перспективою реконструкції ВСД розрахуємо виробничу потужність деповського ремонту вантажних вагонів за формулою

$$P_{\text{деп}} = \frac{F_n \cdot \Phi_{\text{д}}}{t_p}, \quad (1.1)$$

де F_n – номінальний фонд робочого часу депо при роботі в одну зміну, год (прийнятий 2010 год за нормативами);

$\Phi_{\text{д}}$ – кількість позицій (стійл) у вагоноскладальній дільниці (фронт роботи дільниці приймаємо з перспективою 15);

t_p – середня норма часу простою вагонів у деповському ремонті, $t_p = 17,2$ год;

$$P_{\text{деп}} = \frac{2010 \cdot 15}{17,2} = 1750 \text{ ваг.}$$

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Виробнича структура та структура управління депо

Структура виробничих дільниць вагонного ремонтного депо, що розглядається побудована як за предметною так і технологічною ознакам. Разом з тим, проведений аналіз виробничої структури та структури управління базового депо вказує, що існують значні їх розбіжності з сучасними або типовими, що в тій або іншій мірі впливає на якість ремонту вагонів [5].

На рисунку 1.1 зображена типова виробнича структура вагонного ремонтного депо у вигляді структурно-логічної схеми, що відповідає сучасним вимогам господарювання.

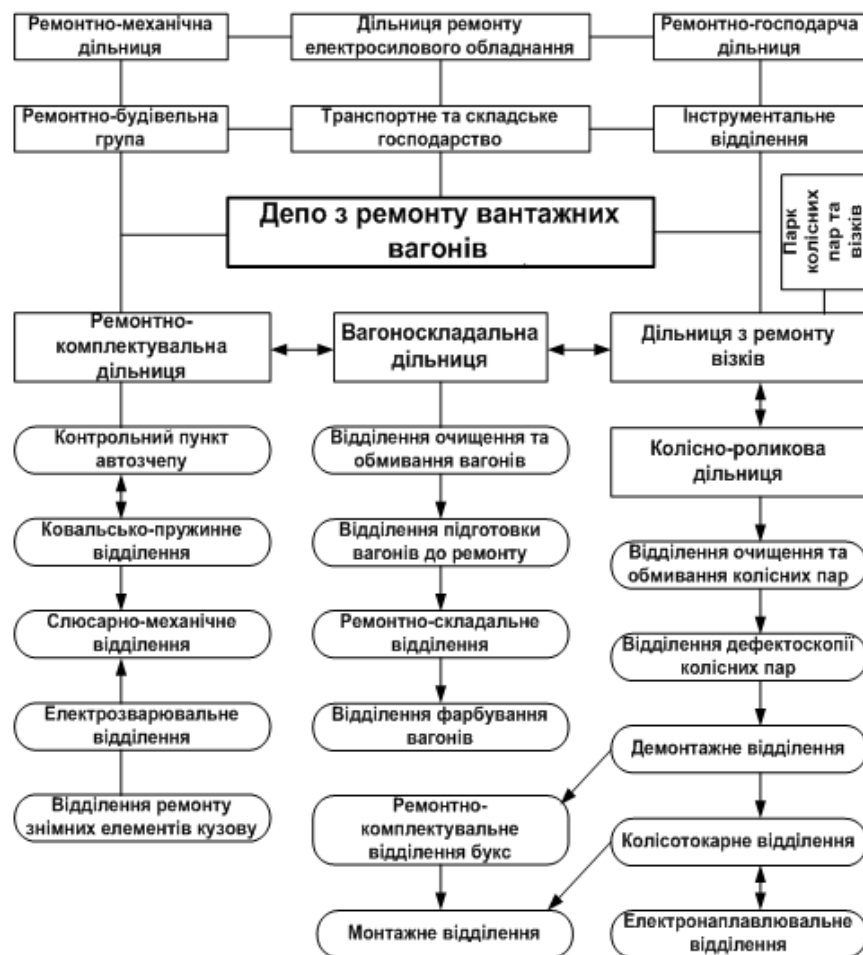


Рисунок 1.1 – Виробнича структура вагонного ремонтного депо

До складу вагонного депо входять основні виробничі дільниці, допоміжні й обслуговуючі підрозділи між якими існують визначені виробничі зв'язки.

Основні дільниці депо призначені для ремонту вагонів і їх основних вузлів.

До основних дільниць належать: вагоноскладальна дільниця з малярським відділенням; дільниця з ремонту візків; колісно-роликова дільниця; ремонтно-комплектувальна дільниця.

До доміжних дільниць належать: ремонтно-механічна дільниця; дільниця ремонту електросилового обладнання; інструментальне відділення; ремонтно-господарча дільниця; ремонтно-будівельна група.

До дільниць обслуговування належать: котельня; трансформаторна; компресорна; ремонтно-господарське відділення.

Сучасна структура управління вагонного ремонтного депо зображена на рисунку 1.2.

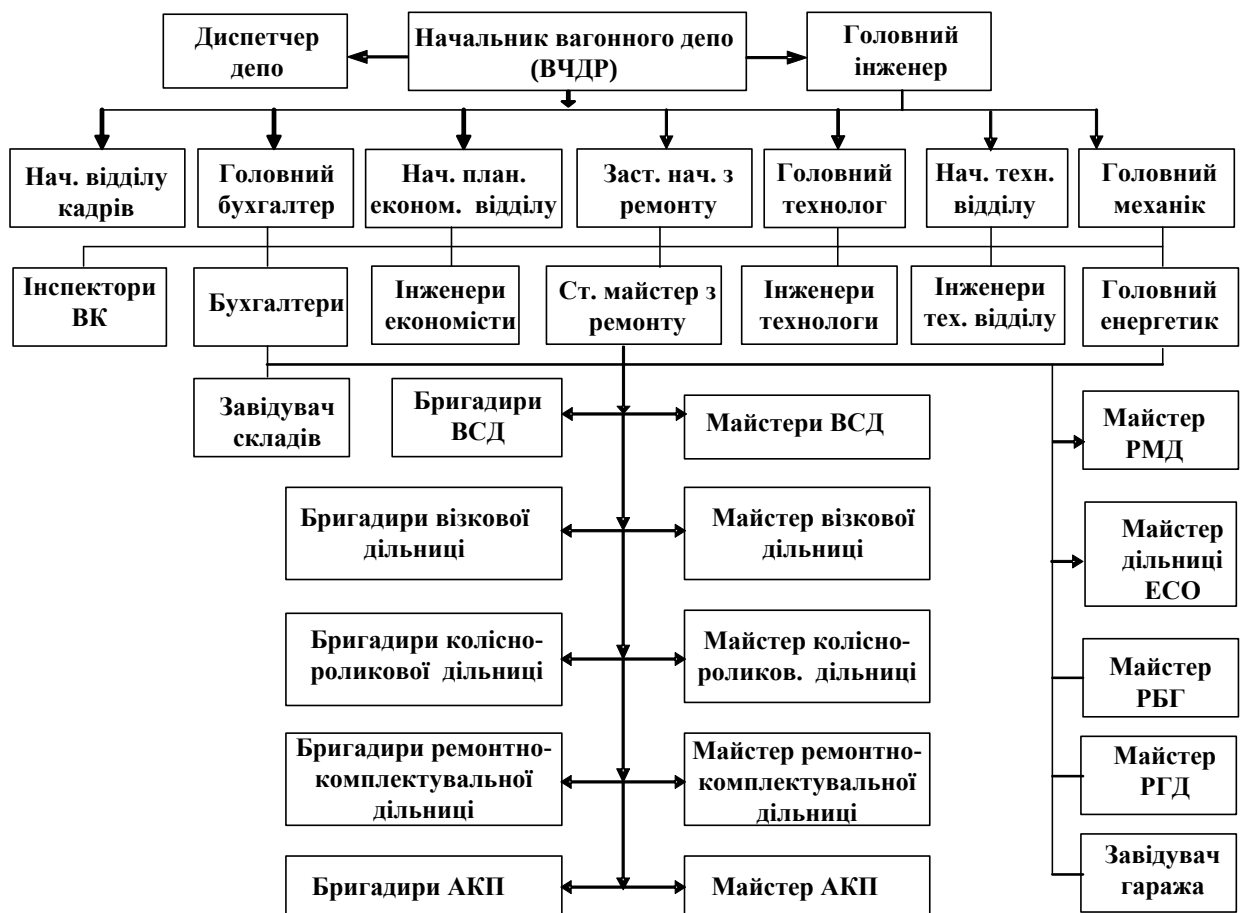


Рисунок 1.2 – Структура управління вагонного ремонтного депо

1.3 Організація робіт у дільницях та відділеннях вагонного ремонтного депо

1.3.1 Організація основного виробництва в підрозділах вагонного ремонтного депо

У склад основного виробництва вантажного вагонного ремонтного депо входять такі виробничі дільниці [5, 21]:

- вагоноскладальна дільниця (ВСД) з відділеннями зовнішнього очищення й обмивання вагонів, приготування вагонів до ремонту, ремонтно-складальним, фарбуванням вагонів;

- виробнича дільниця по ремонту візків;

- колісно-роликова дільниця з відділеннями обмивання (очищення) колісних пар, дефектоскопії коліс, електрозварювальним, колесо-токарним, ремонту роликів підшипників з демонтажним, ремонтним, комплектувальним і монтажним відділеннями, парком візків і колісних пар;

- ремонтно-комплектувальна дільниця із відділеннями автозчепу, ремонту кришок люків і торцевих дверей напіввагонів, слюсарно-механічним, електрозварювальним, ковальсько-пружинним; деревообробною дільницею;

- контрольний пункт автогальм (АКП).

Вагоноскладальна дільниця призначена для виконання розбиральних, ремонтно-складальних і малярських робіт на вагоні.

ВСД є основним виробничим підрозділом вагонного депо. Робота всіх інших виробничих і допоміжних дільниць, як і всіх інших підрозділів, спрямована на забезпечення нормальної роботи вагоноскладальної дільниці і підлегла його ритму.

ВСД є споживачем готової продукції всіх інших дільниць депо і більшості деталей, одержуваних з інших підприємств у порядку кооперованих поставок.

Пропускна спроможність ВСД визначає виробничу потужність депо по

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

випуску вагонів з ремонту [1-3, 31, 31, 32].

Робота кожного з відділень ВСД тісно пов'язана з роботою інших відділень і порушення виробничого процесу в одному місці порушує роботу всієї дільниці.

Основні і обов'язкові умови нормальної роботи дільниці - безперебійне постачання її матеріалами і об'єктами ремонту.

Структура виробничих відділень ВСД побудована по предметній та технологічній ознаках (рисунк 1.3).



Рисунок 1.3 – Виробнича структура вагоноскладальної дільниці

У відділенні очищення й обмивання вагони очищають від залишків вантажів, що перевозилися в спеціальній установці.

Відділення підготовки вагонів до ремонту призначено для зрівняння обсягу робіт на вагонах із підвищеним зношенням. Тут виконуються електрозварювальні й ремонтно-правильні роботи на рамі і кузові вагона.

Ремонтно-складальне відділення, призначене для виробничих розбірних і ремонтно-складальних робіт на рамі й кузові вагона.

Розбірні операції на вагоні виконуються, як правило, на позиціях перед будівлею депо.

Малярське відділення призначене для фарбування вагонів і послідуного їх сушіння, а також для нанесення на них трафаретів.

Структуру управління дільницею зображено на рисунку 1.4.

Дільниця з ремонту візків призначена для розбирання, ремонту і складання візків. Дільниця з ремонту візків розташована в окремому приміщенні, що

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прилягає до дільниці з ремонту колісних пар та вагоноскладальної дільниці.



Рисунок 1.4 – Структура управління вагоноскладальною дільницею

Технологічний процес встановлює: порядок виконання робіт по розбиранню, ремонту, складанню та контролю складових вузлів та деталей візків; припустимі способи ремонту пошкоджених та зношених деталей; гранично-припустимі норми зносу та допусків, при яких вузли та деталі випускають з ремонту з відновленням або без відновлення розмірів [17, 34, 35].

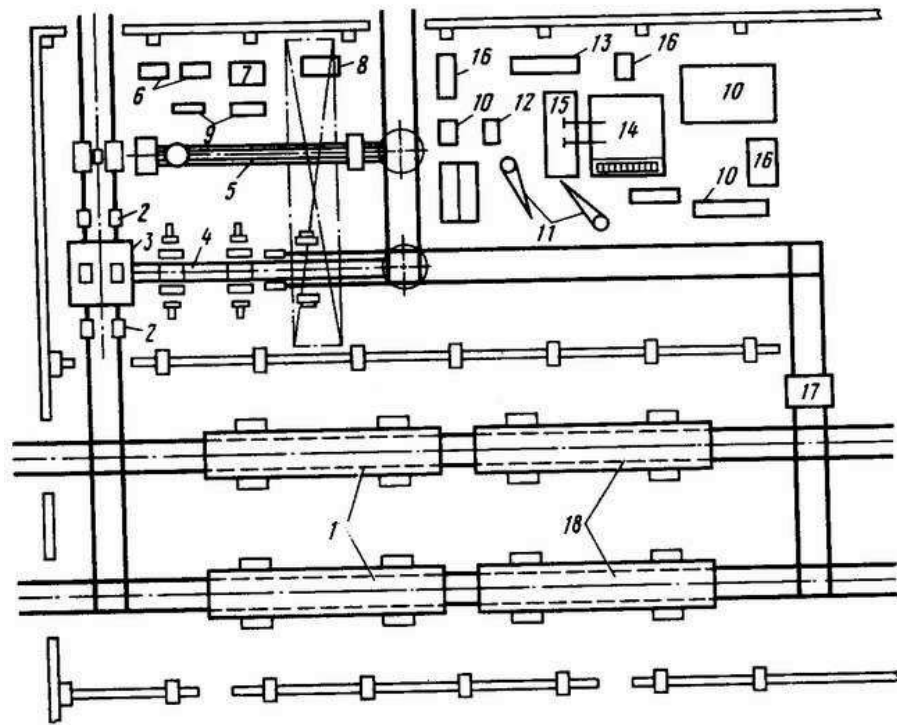
Для переміщення візків у дільницю з ВСД та після ремонту застосовується трансбордерний візок.

Ремонт візків виконують на потоково-конвеєрній лінії, яка має три ремонтні позиції й машину для обмивання.

На позиціях установлюються механізми для піднімання і розсування бокових рам, пристрій для кантування надресорних балок. Фрикційні планки до бокових рам візка кріплять за допомогою пневмогідравлічної скоби.

Для ремонту тріангелів використовується конвеєрна лінія, яка обладнана стендом для складання й випробування тріангелів і краном-укосиною.

Планування і схема розміщення технологічного оснащення дільниці з ремонті візків представлено на рисунку 1.5.



- 1 – позиція викочування візків; 2 – штовхальник; 3 – мийна машина;
 4 – конвеєр ремонту візків; 5 – конвеєр ремонту корпусів букс;
 6 – стенд для магнітної дефектоскопії деталей візків; 7 – свердлильний верстат; 8 – фрезерний верстат; 9 – касета; 10 – стелаж нагромаджувач тріангелів; 11 – консольний кран; 12 – свердлильний верстат; 13 – стенд ремонту тріангелів; 14 – зварювальна кабіна; 15 – стенд для розбирання і контролю тріангелів; 16 – електрозварювальний апарат;
 17 – трансбордер; 18 – позиція викочування візків

Рисунок 1.5 - Планування і схема розміщення технологічного оснащення ділянки з ремонті візків

В колісно-роликовій ділянці (КРД) виконується поточний ремонт (звичайне обстеження) та середній ремонт (повне обстеження) колісних пар, а також проміжна та повна ревізія буксових вузлів колісних пар вагонів [23, 30].

У склад КРД входить ряд відділень та парк колісних пар:

- відділення обмивання й очищення колісних пар з спеціалізованим стендом для магнітної та ультразвукової дефектоскопії елементів колісних пар;

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- *колісотокарне відділення* призначено для відновлення профілю поверхні кочення коліс;
- *електрозварювальне відділення* де наплавляють зношені гребені коліс і пошкоджену різьбу на шийці осі;
- *відділення ремонту буксових вузлів* призначено для виконання повної і проміжної ревізії букс;

Парк колісних пар поділяється на робочий, запасний і парк для збереження відремонтованих колісних пар.

Робочий парк призначається для збереження колісних пар, що очікують ремонту.

Запасний парк призначений для збереження колісних пар, що не розсортовані.

Виробнича структура дільниці зображена на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 – Виробнича структура колісно-роликової дільниці

Структура управління колісно-роликової дільниці наведено на рисунку 1.7.

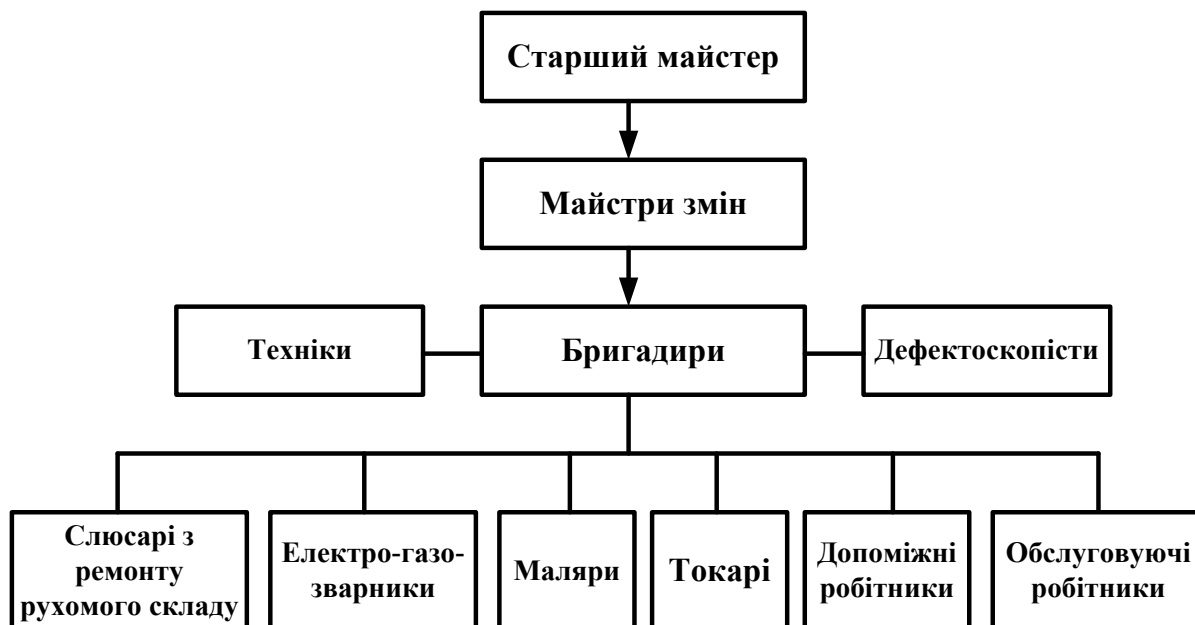


Рисунок 1.7 – Структура управління структура колісно-роликової дільниці

Колісні пари обмивають, а в процесі огляду ретельно перевіряють шаблонами розміри усіх елементів.

Зняті букси направляють у відділення по ремонту букс.

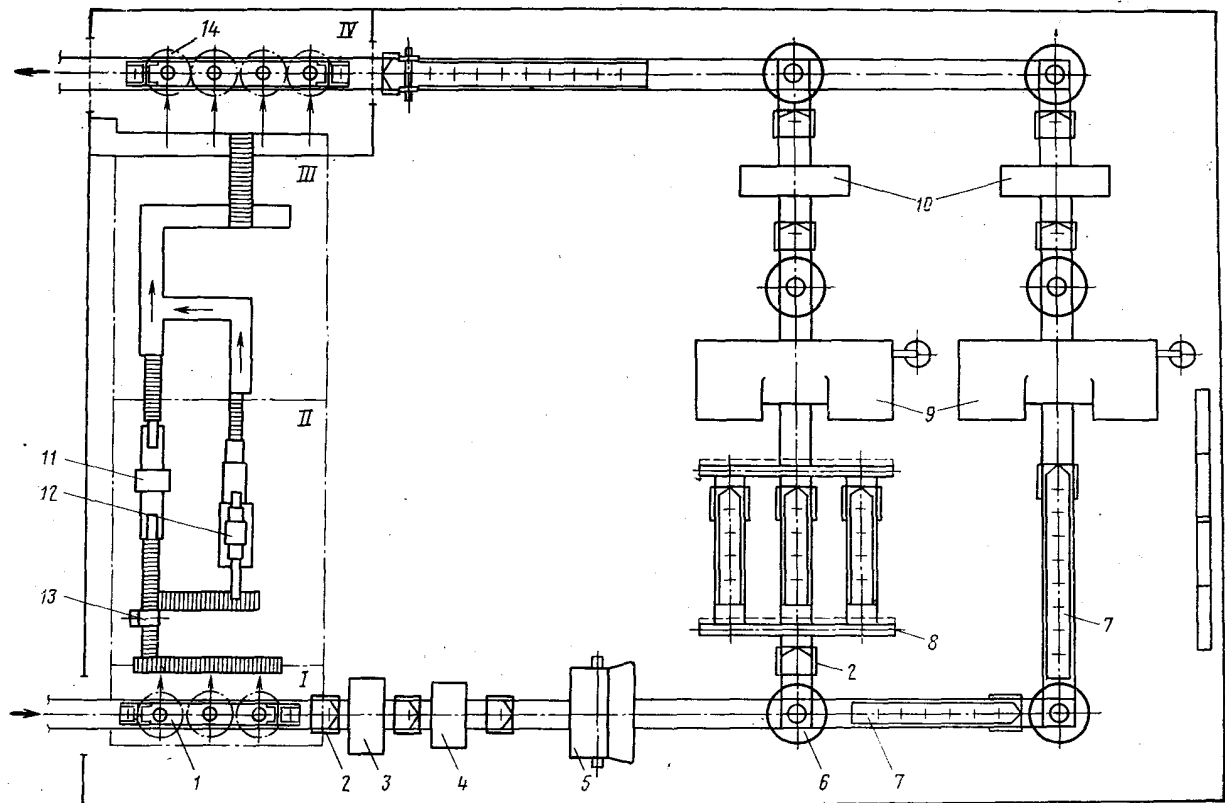
Колісні пари перевіряють магнітним дефектоскопом — середні частини і шийки та ультразвуковим дефектоскопом — підматочинні частини осей.

При огляді колісних пар майстер визначає об'єм ремонтних робіт і послідовність їх виконання. Обточування колісних пар по колу кочення в депо виконуються на колісно-токарному верстаті типу «РАФАМЕТ» [11, 18, 19]. Відремонтовані колісні пари фарбують і сушать.

Програму ремонту колісних пар визначають, виходячи з умов, що у КРД надходять усі колісні пари, що викочені при плановому ремонті вагонів, та 25-30 % колісних пар із вагонів, які надійшли з експлуатаційних депо. Із загальної кількості колісних пар 10-15 % направляють для капітального ремонту (із змінюванням елементів) на ВРЗ або ВКМ.

Планування і схема розміщення технологічного оснащення дільниці представлено на рисунку 1.8.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



I - відділення демонтажу буксових вузлів; II - відділення обмивання корпусів букс і роликів підшипників; III - відділення огляду та ремонту роликів підшипників; IV - відділення монтажу буксових вузлів;
 1, 14 - стенд для демонтажу та монтажу буксових вузлів; 2 - потокові лінії для переміщення колісних пар; 3 - мийна машина; 4 - стенд для УЗД осей;
 5 - стенд для оптичного вимірювання колісних пар; 6 - поворотальний устрій; 7 - потокові лінії для переміщення колісних пар; 8 - устрій для поперечного переміщення колісних пар; 9 - колесо-токарні верстати;
 10 - верстати для накочування та зміцнення шийок осей; 11 - мийна машина для корпусів букс; 12 - мийна машина підшипників; 13 - устрій для демонтажу роликів підшипників із корпусів букс

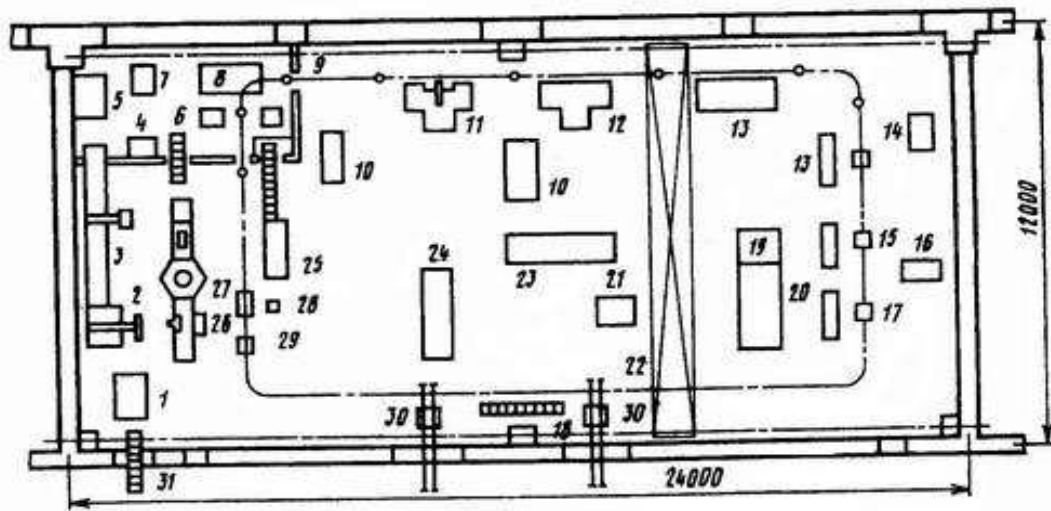
Рисунок 1.8 – Планування колісно-роликової дільниці

Ремонтно-комплектувальна дільниця (РКД) призначена для ремонту деталей, комплектування та перевірки вузлів з метою забезпечення ремонту вагонів за принципом заміни несправних вузлів і деталей новими або раніше відремонтованими.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дільниця включає в себе декілька виробничих відділень.

Контрольний пункт (відділення) автозчепу (рисунок 1.9) призначений для ремонту автозчепного пристрою вагонів.



1 – контейнери для поглинальних апаратів; 2 – стіл для огляду і визначення обсягу ремонту тягових хомутів; 3 – потокова лінія для ремонту тягових хомутів; 4 – стенд для наплавлення тягових хомутів; 5 – зварювальний стіл; 6 – рольганг; 7 – зварювальний напівавтомат; 8 – стенд-кантувач для наплавлення автозчеплення; 9 – підвісна монорейка; 10 – стелаж-верстат; 11 – вертикально-фрезерний верстат; 12 – горизонтально-фрезерний верстат; 13 – верстат; 14 – наждачно-шліфувальний верстат із гнучким валом; 15 – шип для обробки шипа автозчепу; 16 – стелаж; 17 – складальний стенд; 18 – касета обойм для автозчепу; 19 – стенд для таврування деталей; 20 – стелаж для відремонтованих деталей автозчепу; 21 – контейнер для деталей автозчепу; 22 – кран-балка вантажопідйомністю 0,5 т; 23 – слюсарний верстат; 24 – шафа для інструменту і шаблонів; 25 – стіл для перевірки деталей автозчепу; 26 – касета упорних плит; 27 – стенд для ремонту поглинальних апаратів; 28 – стенд для розбирання механізму зчеплення автозчепу; 29 – установка для дефектоскопії хвостовика автозчепу; 30 – механізований візок для транспортування автозчепу; 31 – рольганг для подачі комплектів поглинальних апаратів

Рисунок 1.9 – План контрольного пункту автозчепу

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Ремонт автозчепу організовують на потоковій лінії з утворенням міжопераційних запасів об'єктів ремонту між робочими місцями. Для ремонту поглинальних апаратів передбачаються механізовані стенди, ремонт тягових хомутів виконують на потоковій лінії, застосовуються стенди для виконання зварювально-наплавлювальних робіт, пристроїв для обробки деталей механізму зчеплення, хвостовика корпусу тощо [11, 33].

Слюсарно-механічне відділення призначене для обробки деталей, що відновлюються, або виготовлення нових деталей вагонів, складання й комплектування окремих вузлів.

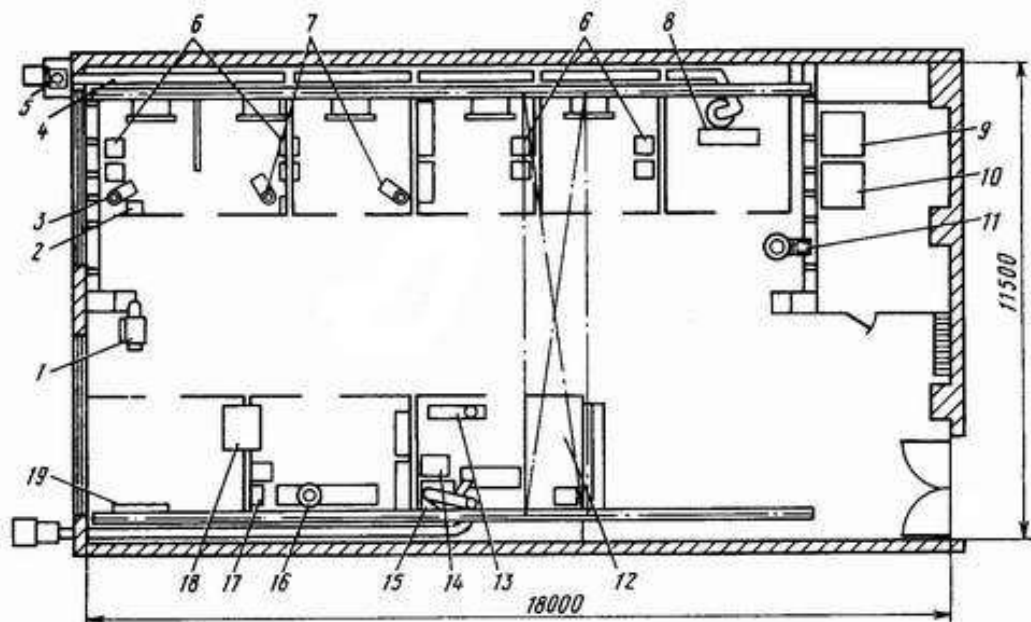
У відділенні є свердлильні, шліфувальні, токарсько-гвинторізні та фрезерні верстати, прес-ножиці для різання профільованого й листового металу, гідравлічний прес для запресування втулок і випробування деталей гальмової важільної передачі, стенд для магнітної дефектоскопії деталей. Важкі деталі транспортують кран-балкою вантажопідйомністю 1 т.

Ковальсько-пружинне відділення призначається для ремонту деталей вагонів способом пластичної деформації, відновлення пружин, а також виготовлення заготовок. У відділенні установлені пневматичні молоти масою падаючих частин 150 і 250 кг, гвинтовий прес зусиллям 1500 кН, стелажі, двовогневі горни.

Електрозварювальне відділення (рисунк 1.10) призначено для виконання зварювально-наплавлювальних робіт під час відновлення та ремонту деталей пасажирських вагонів. У цьому відділенні здійснюють відновлення зношених або пошкоджених елементів конструкції шляхом наплавлення металу та подальшої механічної обробки. Основними видами робіт є ручне дугове зварювання, наплавлення поверхонь деталей, а також з'єднання металевих елементів конструкцій. Відділення оснащується зварювальними апаратами, витяжною вентиляцією, робочими столами та необхідним інструментом і пристроями. Для забезпечення безпеки праці робочі місця обладнуються захисними екранами, засобами індивідуального захисту та системами вентиляції. Виконання зварювальних робіт здійснюється відповідно до технологічних інструкцій та

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимог охорони праці [15-20]. Застосування сучасного зварювального обладнання забезпечує високу якість відновлення деталей і підвищує надійність експлуатації вагонів [35].

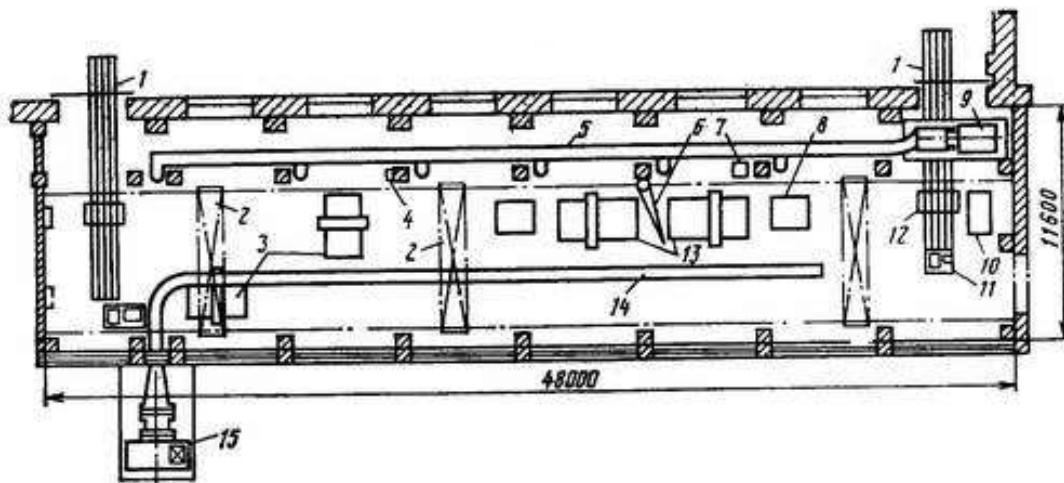


1 – стенд для випробування шліфувальних кіл; 2, 14 – шафи керування напівавтоматами; 3 – зварювальний напівавтомат А-1197; 4 – вентиляційний повітропровід; 5 – вентилятор; 6 – реостати; 7, 13, 16 – зварювальні апарати; 8 – пристрої для наплавлення тріангелів; 9, 17, 18 – випрямлячі; 10 – розподільний щит; 11 – зварювальний генератор; 12 – кран-балка; 15 – трансформатор; 19 – стіл зварника

Рисунок 1.10 – Планування зварювального відділення

Відділення для ремонту кришок люків і торцевих дверей напіввагонів (рисунок 1.11) зв'язано з вагоноскладальною дільницею технологічними візками з електроприводом для транспортування кришок люків і стулок дверей [1-3, 25].

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- 1 – підлогові транспортери; 2 – кран-балка; 3 – преси для виправлення стулок дверей зусиллям 50 кН; 4 – електророзподільний щит;
 5 – повітропровід припливної вентиляції; 6 – консольний кран;
 7 – електронагрівник заклепок; 8 – касета для кришок люків;
 9 – припливний вентилятор; 10 – мийна машина; 11 – електропривод конвеєра; 12 – вантажний візок; 13 – преси для виправлення кришок люків зусиллям 150 кН; 14 – повітропровід витяжної вентиляції;
 15 – витяжний вентилятор

Рисунок 1.11 – Планування відділення з ремонту кришок люків і торцевих дверей напіввагонів

Відділення обладнане пресами для правлення й ремонту кришок люків та стулок торцевих дверей різних модифікацій. Преси мають циліндри для притиснення накладок, що приварюють, прес-скоби для клепання, обладнання для газового зварювання й різання. Постановку на прес несправних дверей та кришок люків і зняття відремонтованих виконують за допомогою кран-балки вантажопідйомністю 2 т. Стулки дверей правлять у вертикальній та горизонтальній площинах. Всі кришки люків і дверей зберігають у касетах-накопичувачах.

Автоконтрольний пункт гальм вагонів (АКП) вагонного депо призначено

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для проведення розбирання, ремонту, складання, транспортування, іспиту і контролю деталей та складальних одиниць гальмового обладнання. В АКП проводиться контроль ушкоджених та зношених деталей і складальних одиниць гальмового обладнання вагонів та встановлюються способи їх ремонту; визначаються гранично допустимі величини зносів та допусків, при яких складальні одиниці та деталі бракуються чи випускаються з відновленням або без відновлювання [28, 29].

Виробнича структура АКП у вигляді структурно-логічної схеми представлена на рисунку 1.12.

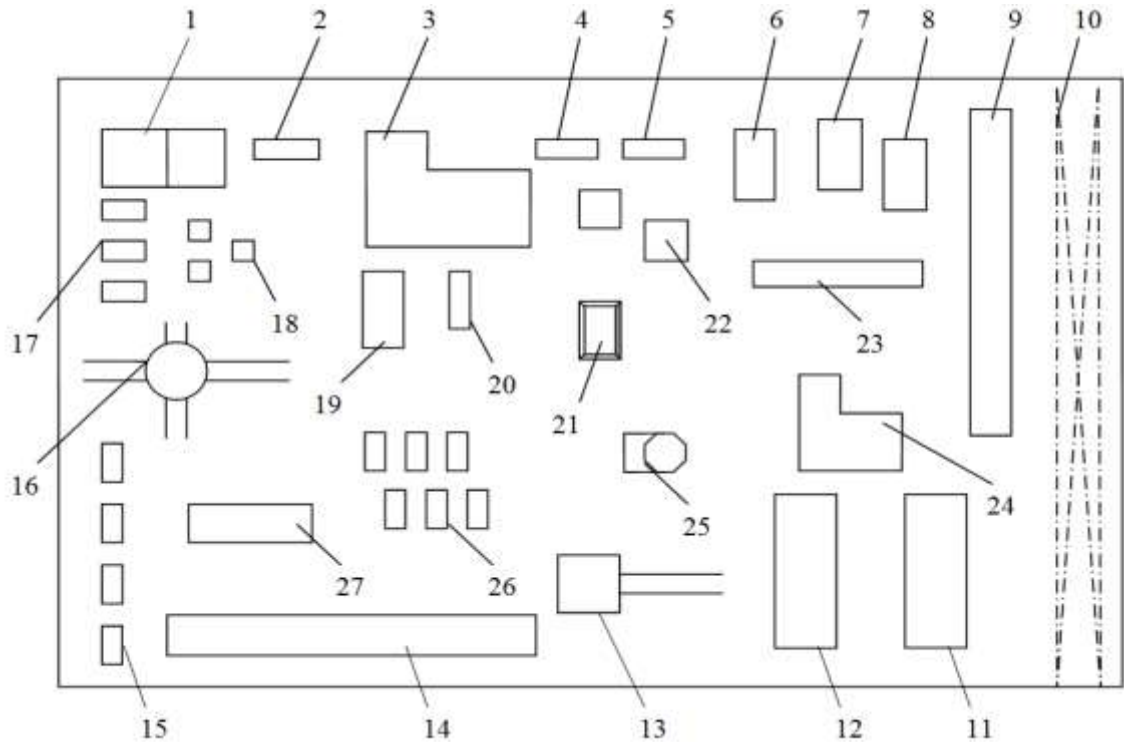


Рисунок 1.12 – Виробнича структура АКП

Програма ремонту гальмового обладнання в АКП складається із надходжень несправних гальмових приладів, знятих з вагонів, що потребують деповського ремонту базового вагонного ремонтного депо, а також експлуатаційних депо за договором.

У відділенні зовнішнього очищення АКП гальмові прилади (повітророзподільники, авторежими, авторегулятори, сполучні рукави, кінцеві та роз'єднувальні крани), що потрапили у ремонт, очищаються, розсортовуються та складаються на накопичувальні стелажі.

Схема розміщення обладнання в АКП показана на рисунку 1.13.



1 – спеціальна мийна машина; 2 – стелаж; 3 – оснастка для ремонту; 4, 5 – гідравлічні преси; 6 – спеціальні верстати; 7 – пристрій для перевірки пружин; 8 – спеціальні верстати; 9 – стелаж для інструменту; 10 – кран-балка; 11 – стенд для випробування; 12 – стенд для ремонту; 13 – двопозиційні стенди з електропневматичним управлінням; 14 – комора; 15 – насоси; 16 – камера обдування; 17 – спеціальні піддони; 18 – корзини з дрітної сітки; 19 – пристрої для очищення; 20 – слюсарний верстат; 21 – спеціальний стенд для комплектування рукавів; 22 – пневматичні преси; 23 – шафа для інструменту; 24 – розподільний щит; 25 – компресорний агрегат; 26 – типові столи-верстати для ремонту і складання; 27 – верстат

Рисунок 1.13 – Схема розміщення обладнання в контрольному пункті автогальм вагонів

У відділенні ремонту гальмових приладів на робочих місцях ремонту

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

авторежимів, магістральних і головних частин повітророзподільників виконуються такі роботи:

- огляд і перевірка розмірів і параметрів деталей гальмових приладів;
- деталі, що мають гранично-допустимі ремонтні розміри, замінюються на нові чи відновлені;
- гумові деталі (манжети усіх типів і діафрагми) замінюються на нові;
- прокладки усіх типів гальмових приладів замінюються після закінчення терміну придатності (але з урахуванням наступного гарантійного терміну);
- ремонт деталей і вузлів гальмових приладів;
- випробування окремих вузлів приладів;
- складання гальмових приладів.

У відділенні ремонту авторегуляторів і арматури на робочих місцях ремонту регулятора важільної передачі виконуються такі роботи:

- огляд і перевірка необхідних розмірів, параметрів деталей і вузлів регулятора гальмової важільної передачі;
- деталі, що мають гранично-допустимі розміри замінюються на нові;
- складання регуляторів гальмової важільної передачі.

У відділенні ремонту гальмової арматури (кінцевий та роз'єднувальний кран) і сполучних рукавів мають проводити такі роботи:

- огляд і перевірка параметрів деталей і вузлів кінцевих та роз'єднувальних кранів; деталі, що мають гранично-допустимі розміри, замінюються на нові;
- кільця ущільнювальні кінцевих кранів замінюються на нові;
- ремонт деталей і вузлів кінцевих та роз'єднувальних кранів;
- складання та випробування кінцевих і роз'єднувальних кранів;
- перевірка стану сполучних рукавів;
- розкомплектування сполучних рукавів;
- очищення і перевірка розмірів деталей сполучних рукавів;
- ремонт головок і наконечників сполучних рукавів;
- комплектування сполучних рукавів і випробування їх на міцність та повітронепроникність.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У відділенні ремонту поршнів гальмового циліндра проводяться такі роботи:

- огляд і перевірка розмірів деталей поршневого вузла гальмового циліндра.

Деталі, що мають гранично-допустимі розміри, замінюються на нові;

- гумові деталі (манжети) замінюються на нові;

- мастильні кільця очищається й оглядається.

У відділенні випробування гальмового обладнання випробування та приймання гальмових приладів виконується в автоматичному режимі з реєстрацією параметрів, що перевіряються на установці УКВР-2.

1.3.2 Організація допоміжного та обслуговуючого виробництва в підрозділах вагонного ремонтного депо

У склад допоміжних та обслуговуючих виробничих діляниць та відділень вагонного ремонтного депо входять [5, 11, 21]:

- ремонтно-механічна діляниця;

- діляниця ремонту електросилового обладнання депо;

- ремонтно-господарська діляниця;

- інструментальне відділення; ремонтно-будівельна група;

- транспортне й складське господарство депо.

Ремонтно-механічна діляниця призначена для ремонту і технічного обслуговування піднімально-транспортного обладнання депо.

Організація ремонту та обслуговування обладнання базується на системі планово-попереджувального ремонту (ППР). Основні нормативні положення з ремонту обладнання регламентуються єдиною системою ППР, що передбачає для різних видів обладнання відповідну тривалість ремонтних циклів та їх структуру. Тривалістю ремонтного циклу вважається період часу між пуском обладнання в експлуатацію та першим капітальним ремонтом або між двома послідовними капітальними ремонтами [18, 19, 21].

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Структура ремонтного циклу характеризує кількість та послідовність проведення робіт з технічного обслуговування та ремонту обладнання і залежить від його типу та конструктивно-технологічних особливостей. Структури міжремонтних циклів скорочено записуються таким чином:

$$K - O - M_1 - O - M_2 - O - C - O - M_3 - O - M_4 - O - K, \quad (1.2)$$

де К – капітальний ремонт;

С – середній ремонт;

М – малий ремонт;

О – огляд.

Капітальний та середній ремонти виконують за рахунок робочого часу обладнання, малий ремонт та огляд виконують у міжзмінний та неробочий час.

Для оцінки складності ремонту і трудомісткості ремонтних робіт прийнятий метод зіставлення з еталонною одиницею, за яку прийнятий токарно-гвинторізний верстат 1К62. Йому відповідає 11 категорій складності ремонту або 11 умовних одиниць.

Кількість обладнання на дільниці та чисельність робітників визначається за річним обсягом робіт і витратами верстато-годин на ремонт обладнання. Отриману кількість одиниць обладнання розподіляють за типами приблизно у такому співвідношенні: токарно-гвинторізних верстатів – 45 %, фрезерних – 25 %, шліфувальних – 14 %, стругальних та свердлильних верстатів по 8 % [11, 27].

Для капітального ремонту обладнання направляють на спеціалізовані підприємства.

Річний план-графік оглядів та ремонтів обладнання складає виробничо-технічний відділ депо. На підставі річного складають місячний план-графік.

Дільниця ремонту електросилового обладнання депо призначена для забезпечення безперебійної роботи електрообладнання, виконання його технічного обслуговування та ремонту. У приміщенні дільниці розташовуються

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

слюсарні верстати, свердлильний верстат, стелажі для електричних машин, інструментальні шафи, стенд для випробування електрообладнання, консольний поворотний кран з електроталем вантажопідйомністю 250 кг.

Дільниця забезпечує також технічне обслуговування та ремонт електротранспортних засобів. У приміщенні відстоювання електрокарів і навантажувачів розміщуються пристрої контролю й заряджання акумуляторних батарей, трансформатор, селеновий випрямляч, вентилятор для видалення газів при заряджанні акумуляторів, розетки підключення батарей для заряджання, шафи для інструменту.

На *ремонтно-господарській дільниці* виконується ремонт мереж водопостачання й каналізації депо, спорядження депо теплом, водою, стислим повітрям, організовують стійку роботу деповського транспорту, ремонтують і чистять спецодяг.

Інструментальне відділення здійснює збереження, облік і видавання різального, вимірювального, слюсарного інструменту, виконує ремонт та часткове його виготовлення.

У відділенні є приміщення для зберігання, видавання, ремонту, виготовлення і заточування інструменту.

У приміщенні роздавальної комори встановлені шафи, стелажі та піраміди для збереження пристроїв та інструменту. Роздавальна видає інструмент, прилади та пристрої робітникам для тривалого користування з відміткою у картках обліку.

Цінний інструмент або такий, що рідко застосовується, який потребує особливого нагляду та утримання, видається у короткочасне користування за інструментальними марками. Несправний інструмент і пристосування здають у роздавальну комору для замінювання та ремонту.

У приміщенні для ремонту розміщують слюсарні верстати й столи для пристроїв, випробувальний стенд для наждачних кіл, а також верстати: алмазно-заточувальний, універсально-заточувальний, точильний, настільний свердлильний, токарно-гвинторізний підвищеної точності.

Ремонтно-будівельна група, що складається з робітників будівельних

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

професій, забезпечує ремонт усіх будівель і споруд, ремонтує та виготовляє необхідні будівельні деталі будівель, а також господарський інвентар.

Трудовістість робіт, що виконуються допоміжними дільницями та відділеннями депо, складає близько 12 % для вантажних депо

1.4 Режим роботи та фонди робочого часу вагонного депо

Базове вагонне депо має однозмінний режим роботи, але деякі підрозділи та працівники депо працюють в режимі двох та трьох змін, з тривалістю робочого тижня 40 годин. Для тих, хто працює у шкідливих та важких умовах, у відповідності до законодавства тривалість робочого тижня складає 36 годин.

Річні фонди часу встановлюють для робочих, обладнання та робочих місць і поділяють на номінальні та ефективні (розрахункові) [14, 27].

Номінальний річний фонд часу роботи - кількість годин за рік у відповідності з режимом праці (без урахування втрат). Номінальний річний фонд часу роботи робочих та обладнання щодо 40 та 36 годинного робочого тижня наведені у таблиці 1.12.

Таблиця 1.1 – Номінальний річний фонд часу роботи робочих та обладнання

Характеристика виробництва	Номінальний річний фонд часу роботи, год				Примітка
	робочих	обладнання			
		Число змін			
		1	2	3	
		Виробництво з перервним технологічним процесом та умовами праці:			
нормальними	2020	2020	4040	6210	
шкідливими	1810	1810	3620	5430	

Ефективний (розрахунковий) річний фонд робочого часу це номінальний фонд часу за вирахуванням неминучих втрат.

Втрати робочого часу робочих пов'язані з щорічними відпусками,

відпусками на навчання, хворобами, вагітністю та пологами жінок, виконанням державних обов'язків та іншими неявками, що дозволені законом.

В таблиці 1.2 наведений ефективний річний фонд часу робочих в залежності від тривалості основної відпустки.

Втрати робочого часу обладнання визначаються виходячи з простою обладнання у планово-попереджувальному ремонті.

Таблиця 1.2 – Ефективний річний фонд часу робочих

Тривалість робочого тижня, год	Тривалість основної відпустки, дні	Номінальний річний фонд часу, год	Втрати від номінального фонду, % часу	Ефективний річний фонд часу робочих, год
40	24	2020	12	1780
36	24	1810	12	1590
36	36	1810	17	1500

Ефективний річний фонд часу роботи обладнання при 40-годинному робочому тижні та 9 святкових днях на рік наведений у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Ефективний річний фонд часу роботи обладнання

Найменування обладнання	Ефективний річний фонд часу обладнання, год		
	Число змін		
	1	2	3
1	2	3	4
Метало – та деревообробне обладнання			
Металообробні верстати масою до 10 т	1990	3960	5910
Металообробні верстати програмним управлінням (ПУ) масою до 10 т	-	3850	5720
Деревообробні верстати	2000	4000	-
Ковальсько-пресове обладнання			
Преси листоштампувальні, обрізні, гвинтові, зусиллям 1000 кН	2020	3980	5940
Ножиці, машини для згину та правлення	1980	3940	5880

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4
Молоти кувальні	-	4000	5970
Обладнання холодного штампування			
Заготівельне обладнання	2020	3980	5940
Преси зусиллям до 3150 кН	-	3980	5940
Різне обладнання			
Зварювальне обладнання	1980	3940	5880
Робочі місця без обладнання	2020	4000	5970
Робочі місця з обладнанням	1990	3960	5910
Робочі місця при конвеєрному складанні	1990	3960	5910

1.5 Проблеми щодо підвищення ефективності роботи вагонного депо та шляхи їх вирішення

Як свідчить щорічний аналіз безпеки руху поїздів на залізницях України час від часу виникають організаційно-технічні проблеми, які негативно впливають на функціонування залізниці. З вини вагонних депо виникають випадки транспортних подій, серйозних інцидентів, порушень. Як зазначається у тому ж щорічному аналізі: «деповський ремонт вагонів та їх вузлів виконується із низькою якістю, що призводить до відчеплень вагонів на шляху прямування, затримок поїздів, виконанню значних маневрових робіт, що спричиняє невиробничі витрати, загрожує життю людей, втраті вантажів» [1-3, 30-36].

Аналіз відчеплень вантажних вагонів під час технічного обслуговування ТОВ-2 у гарантійний період експлуатації свідчить про зниження якості ремонту вагонів у сучасних умовах. Одним з основних показників якості ремонту, що виконуються у вагонному депо, є коефіцієнт якості ремонту, який визначається залежно від кількості відчеплень вагонів у гарантійний період експлуатації. Робота вагонів без відмов приймається за одиницю, а значення коефіцієнта зменшується на величину відношення кількості вагонів, відчеплених під час ТОВ-2 у гарантійний період експлуатації, до загальної кількості вагонів,

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відремонтованих у депо та на вагоноремонтних підприємствах за відповідний період. За результатами роботи у 2025 році середнє значення коефіцієнта якості ремонту становило 0,917, що відповідає відчепленню у гарантійний період у середньому 8,3 % від загальної кількості відремонтованих вагонів щомісяця.

Ефективність ремонтної бази вагонного комплексу в даний час оцінюється:

- відсутністю рекламаций від підприємств, що експлуатують вагони;
- тривалістю безпосереднього ремонту вагонів;
- середньодобовим залишком несправних вагонів;
- собівартістю ремонту;
- продуктивністю праці ремонтних бригад деповського ремонту;
- ритмічністю випуску вагонів із ремонту.

На даний час вагонні ремонтні депо в основному виконують покладені на них функції. Проте стан виробничо-технічної бази і технологічний рівень цих підприємств за багатьма параметрами не відповідає зростаючим потребам залізничної галузі та європейським стандартам якості ремонту вагонів, що може стати перешкодою для подальшого соціально-економічного розвитку УЗ.

Тому існує наявна потреба у розробці наукових основ підвищення рівня якості ремонту вагонів в депо за рахунок створення і впровадження сучасної організації та інноваційних технологічних процесів.

1.6 Висновки за розділом 1

Аналіз існуючої виробничо-технічної бази ремонтного вагонного депо показав, що на теперішній час підприємство в основному забезпечує виконання технологічних процесів ремонту відповідно до діючих нормативних вимог. Організація роботи передбачає проведення ремонту вагонів шляхом заміни несправних вузлів і деталей відремонтованими або новими з дотриманням установлених технологічним процесом норм простою у ремонті.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Разом з тим рівень організації виробництва та застосовувані технології не повною мірою відповідають сучасним вимогам до якості ремонту вантажних вагонів, що обумовлює необхідність впровадження сучасних організаційних рішень і інноваційних технологічних процесів. Підвищення якості ремонту можливе за рахунок удосконалення технології, посилення технологічної дисципліни та модернізації виробничої бази.

Вагоноремонтні підприємства здійснюють роботи щодо впровадження нових технічних засобів і технологій, проте темпи їх впровадження залишаються недостатніми порівняно з сучасними вимогами до забезпечення надійності рухомого складу. Одним із найбільш ефективних напрямів підвищення якості ремонту є перехід до інноваційних та ресурсозберігаючих технологій, що передбачають широке застосування методів технічної діагностики та інформаційних технологій для контролю технічного стану вузлів і деталей під час виконання планових ремонтів.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Розробка сучасної організації та маршрутної технології ремонту вагонів та їх вузлів в базовому депо

2.1 Основні принципи організації ремонтних робіт в депо

Під організацією виробництва у вагонному депо розуміють розташування засобів технологічного обладнання в послідовності виконання операцій технологічного процесу та спеціалізацією робочих місць [5-10].

В основу організації ремонтних робіт у депо мають бути покладені такі основні принципи:

- застосування потокових і конвеєрних методів ремонту вагонів та їх вузлів;
- впровадження автоматизованої системи оперативного планування й управління;
- механізація й автоматизація всіх ремонтних і інших робіт за рахунок застосування автоматичних, напівавтоматичних ліній, різних механізмів і пристроїв, а також упровадження пневматичного й електричного інструменту;
- максимальна паралельність робіт і суворе дотримання послідовності їх виконання;
- заміна несправних деталей та вузлів вагонів новими або раніше відремонтованими;
- створення технологічного запасу, що не знижується, вагонних частин і матеріалів і організація роботи ремонтно-заготівельних дільниць і відділень депо на комору;
- застосування передового досвіду, раціональної організації і розставлення робітників при ремонті вагонів, їх вузлів і деталей.

Важливою умовою роботи вагонного депо є ритмічний випуск вагонів з ремонту при максимальному використанні виробничих потужностей, високій

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

якості ремонтних робіт та мінімальних витратах праці й матеріальних засобів.

Потоково-предметна форма ремонту є найбільш передовою в організації виробництва. Вона характеризується розділенням комплексу операцій, що виконуються при ремонті вагонів та їх вузлів, на групи, які закріплені за окремими робочими місцями (позиціями), що розташовані послідовно відповідно до технологічного процесу. Значне скорочення кількості технологічних операцій, що виконуються на кожній позиції, створює можливість впровадження високопродуктивної спеціалізованої стаціонарної технологічної оснастки та суттєвого підвищення продуктивності праці.

Сучасна організація та маршрутна технологія ремонту вагонів у вагоноскладальній дільниці є окремими предметом дослідження й розглядається у наступних розділах даної роботи.

2.2 Технологічне забезпечення засобами механізації ремонтних робіт у дільницях та відділеннях депо

З метою підвищення продуктивності праці, якості ремонту вантажних вагонів та їх вузлів і деталей, а також зниження собівартості ремонту в депо особлива увага приділяється комплексній механізації та автоматизації технологічних процесів.

Вибір обладнання дільниці проводиться з урахуванням досвіду роботи передових вагонних депо. Обрано до застосовування сучасне високопродуктивне обладнання [11, 18, 19, 25-29].

Технологічна оснастка та обладнання, що використовується у депо, умовно можна розділити на групи з урахуванням виконуваних робіт: діагностика та неруйнівний контроль; верстатне обладнання; зварювально-наплавлювальне обладнання; стенди для розбирання, комплектування та монтажу основних вузлів;

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вантажопідйомні механізми та обладнання; мийні машини; інше технологічне обладнання та оснастка (включаючи нестандартне).

Визначення кількості необхідної оснастки і обладнання дільниць та відділень вагонного депо проводиться на основі розробленої технології та норм часу по операціях та інших нормативних показників, що характеризують його продуктивність.

Початковими даними для розрахунків є: річна програма випуску виробів дільницею; нормативні показники (норма часу) на одиницю продукції по кожній операції, що виконується з використанням технологічного обладнання; дійсний річний фонд робочого часу обладнання; технологічний процес ремонту.

При розрахунку необхідної кількості обладнання використовується ряд методик [27, 28].

Розраховане технологічне обладнання, а також прийнятий за технологічним процесом без розрахунку перелік засобів механізації та автоматизації по дільницям та відділенням депо (окрім ВСД, що розраховується окремо), зведено до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Основне обладнання дільниць та відділень депо

Найменування дільниці, відділення	Найменування обладнання	Кількість
1	2	3
Дільниця з ремонту візків	Трансбордерний візок	1
	Привідна станція конвеєра для переміщення візків	1
	Конвеєр для переміщення візків	1
	Конвеєр подачі візків до ремонту	1
	Штовхач для подавання візків у мийну машину	1
	Стенд для розсування (зсування) боковин та кантування надресорних балок	1
	Стенд для кантування бокових балок	1
	Стенд для ремонту надресорних балок зварюванням	1
	Стенд для підбору пружин	1

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
Дільниця з ремонту візків	Зварювальний напіваавтомат ПДГ - 215	1
	Зварювальний випрямник ВДУ-506	1
	Стенд для наплавлення бокових рам	1
	Індукційний нагрівач заклепок	1
	Пневмо-гідравлічна скоба для клепання фрикційних планок	1
	Ферозондова установка ДФ-1	1
	Дефектоскоп МД-17П	1
	Автоматизована лінія для ремонту тріангелів	1
	Стенд для випробування тріангелів на розтягнення	1
	Мийна машина для рами візка	1
	Мийна машина для очищення дрібних деталей	1
	Кран-балка	1
	Поворотне коло для колісних пар	2
	Засіб для нанесення фарби	1
	Електрогайковерт	2
	Шліфувальна машинка	2
Колісно-роликів дільниця	Мостовий кран	
	Колісо-токарний верстат КЗТС	2
	Кран-балка	
	Ультразвуковий дефектоскоп	1
	Магнітний дефектоскоп для перевірки середньої частини осі	1
	Магнітний дефектоскоп для перевірки шийок	1
	Дефектоскоп віхреструмівий	1
	Двохкамерна мийна машина колісних пар	1
	Піднімально-поворотне коло	4
	Піднімальний пристрій колісних пар на підвищений рейковий шлях	2
	Пристрій для відсічі колісних пар	4
	Мийна машина для обмивання корпусів букс і деталей букс	1
	Мийна машина для обмивання роликів підшипників	1
	Робот-маніпулятор для зняття корпусів букс з колісних пар	1
	Пристосування для шліфовки поверхні роликів	1
	Пристосування для шліфовки торців роликів	1

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
Колісно-роликів дільниця	Консольний кран	1
	Пристосування шліфовки внутрішніх кілець	2
	Транспортер корпусів букс	1
	Транспортер підшипників	1
	Монтажний стенд	1
	Устрій для перемішування мастила	1
	Електронагрівальник кілець	1
	Індукційний нагрівач	1
	Установка для наплавлення гребенів коліс	1
	Індукційна установка для нагрівання ободів коліс	1
	Пристрій для знімання колісних пар з підвищеного рейкового шляху	1
	Устрій для охолодження колісних пар після наплавлення	1
Контрольний пункт автозчепу (КПА)	Мийна машина	1
	Кран-балка в/п 1т	2
	Конвеєр переміщення корпусів автозчепу	1
	Стенд кантувач	1
	Стенд огляду, розбирання та перевірки автозчепу	1
	Стенд для випробування стяжних болтів	1
	Стенд для контролю маятникових підвісок, клина тягового хомута	1
	Дефектоскоп ВДЗ-71	2
	Електропіч для нагрівання хвостовика автозчепу та деталей механізму	1
	Зварювальний півавтомат А-765	1
	Пристосування для наплавлення автозчепу	1
	Пристосування для виконання зварювальних робіт на автозчепу	1
	Стругальний верстат 7310Д	1
	Горизонтально-фрезерний верстат 6Р82	1
	Фрезерний верстат	3
	Стругальний верстат 7Б35	1
	Радіально-свердлильний верстат 2532Л-АС	1
	Вертикально-свердлильний верстат 20132	1
	Токарно-гвинторізний верстат 16К20	1

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
Автогальмовий контрольний пункт (АКП)	Мийна машина	1
	Заточувальний верстат	1
	Прес для розбирання та складання поглинальних апаратів	1
	Прес для виправлення хвостовика автозчепу	1
	Прес для виправлення деталей автозчепу	1
	Камера для фарбування корпусу автозчепу	1
	Стенд для ремонту повітророзподільників	1
	Стенд для випробування авторежимів	1
	Стенд для розукомплектування рукавів	1
	Стенд для розбирання рукавів	1
	Стенд для випробування рукавів	1
	Стенд для випробування і ремонту рукавів	1
	Стенд для ремонту та випробування арматури	1
	Стенд-верстак для ремонту та випробування кінцевих та роз'єднувальних кранів	1
	Стенд для гідравлічного та пневматичного випробування запасного резервуару	1
	Стенд для випробування авторегуляторів	1
	Стенд-верстак для ремонту поршневого вузла	2
	Настольно-свердлильний верстат 2М112	1
	Стенд для ремонту авторегуляторів	1
	Стенд для ремонту і іспиту авторегуляторів	1
	Пристрій для перевірки гвинта авторегулятора	1
	Ванна для випробування запасних резервуарів	1
	Стенд для випробування повітроуповільнювача	1
	Стіл для ремонту автоматичних регуляторів гальмівних важільних передач РТРП - 1	1
	Пристрій контролю автоматичного регулятора режиму гальмування УКАР-2М	1
	Автоматизований стенд для випробувань гальмівної системи СВГС-1	1
	Конвеєр	1
	Верстат свердлильний	1
	Точило наждакове	1
	Притирочна плита	4
	Компресорна установка	1
	АРМ АКП в складі АСУ ВЧД	1

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
Відділення ремонту тріангелів	Стенд для розбирання, складання та випробування тріангелів	1
	Установка наплавлення різьбової частини тріангелів	1
	Установка нарізання різьби тріангелів	1
	Шліфувальна машина	1
	Прес для виправлення тріангелів	1
	Електрозварювальні пости	1
	Газозварювальне обладнання	1
Ковальсько-пружинне відділення	Електро-пневматичний молот Q=18т	1
	Електронагрівальна піч	1
	Сурма ковальська	1
	Прес-ножниці	1
	Верстат калібрування кроку витків	1
	Ванна для загартування	1
	Верстат слюсарний	1
	Кран-балка в/п=1т	1
	Стелажі для деталей	1
Слюсарно- механічне відділення	Верстат токарно-гвинторізний	4
	Верстат револьверний	1
	Верстат свердлильний	3
	Верстат фрезерний	3
	Верстат гайкорізний і бовторізний	2
	Стелаж для деталей	4
Відділення для ремонту дверей та кришок люків	Кран-балка в/п=1т	1
	Електрозварювальні пости	1
	Газозварювальне обладнання	1
	Стенд гідравлічний	1
Інструментальне відділення	Верстат для заточення різців	1
	Верстат токарно-гвинторізний	1
	Верстат слюсарний	2
	Шафа для інструмента	1
	Електропіч	1
	Стелаж для інструмента	3
	Стіл для інструмента	2
	Верстат для заточення різців	1

2.3 Визначення необхідного виробничого персоналу дільниць та відділень вагонного депо

У залежності від характеру функцій, що виконуються, виробничий персонал вагонного депо, поділяється на: робочі; інженерно-технічні працівники (ІТП); обчислювально-контторський персонал (ОКП або службовці) та молодший обслуговуючий персонал (МОП).

У залежності від виконання основних чи допоміжних виробничих процесів, робочі поділяються на основні та допоміжні. Як основні, так і допоміжні робочі складають групи за професіями і спеціальностями, а також за кваліфікаційними розрядами.

Вхідними даними для розрахунку потреби у робочій силі дільниці (відділення) вагонного депо є технологічний процес з нормами часу на операції та виробнича програма [14, 27].

Розрахований контингент виробничих дільниць та відділень депо наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Контингент виробничих дільниць та відділень депо

Найменування дільниці, відділення	Найменування професій	Кількість в зміну, особ
1	2	3
Дільниця з ремонту візків	Бригадир	2
	Слюсар по ремонту рухомого складу	6
	Електрозварювач	2
	Дефектоскопіст	2
	Допоміжний робітник	1
	Усього:	13

Продовження таблиці 2.2

1	2	3
Колісно-роликів дільниця	Слюсар з ремонту рухомого складу	11
	Токар по обточування колісних пар	4
	Машиніст мийної машини	1
	Дефектоскопіст	4
	Електрогазозварник	1
	Муляр	1
	Кранівник	2
	Підсобний робітник	1
	Старший майстер	1
	Майстер	1
	Бригадир	4
	Технолог дільниці	1
	Усього:	18
Контрольний пункт автозчепу	Бригадир	2
	Слюсар	4
	Електрозварювач	2
	Дефектоскопіст	2
	Підсобний робітник	1
	Усього:	11
АКП	Майстер АКП	1
	Бригадир АКП	1
	Слюсар	7
	Прибиральниця	1
	Усього:	10
Ковальсько-пружинне відділення	Коваль	4
	Калібрувальник	2
	Підсобний робітник	1
	Усього:	7

Продовження таблиці 2.2

1	2	3
Слюсарно-механічне відділення	Бригадир	1
	Токар	5
	Свердильник-фрезерувальник	4
	Слюсар	6
	Усього:	18
Відділення для ремонту дверей та кришок люків	Бригадир	1
	Електрозварювач	1
	Слюсар	3
	Усього:	5
Інструментальне відділення	Бригадир	2
	Слюсар-інструментальник	4
	Слюсар по ремонті устаткування	6
	Електрогазозварювальник	1
	Інструментальник-розподільник	2
	Усього:	16

Чисельність адміністративно-управлінських робітників не повинна перевищувати 4-5 % від загальної чисельності основних виробничих робітників:
 $R_{адм} = 142 \cdot 0,04 = 6 \text{ чол.}$

2.4 Визначення основних розмірних параметрів діляниць та відділень

Для більшості діляниць та відділень депо основні розміри (довжина, ширина, висота) є уніфікованими і приймаються за нормами технологічного проектування. Основні розміри вагоноскладальної діляниці (ВСД) залежать від обсягу та організації ремонту вагонів, тому її розраховуємо окремо.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Площу інших виробничих ділянок та відділень визначаємо виходячи з кількості основного технологічного обладнання [11-13].

Ширину виробничих ділянок приймаємо рівною 18 м, а висоту від низу конструкції перекриття для приміщень, що мають підвісні крани або кран-балки – 7,2 та 8,4 м та для приміщень, що не мають кранового обладнання – 4,8 м.

Визначені площі ділянок та відділень депо зведені до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Площі ділянок та відділень вагонного депо

Найменування ділянок і відділень	Базова площа, м ²	Розрахункова площа, м ²
Вагоноскладальна ділянка	1440	1728
Ділянка ремонту візків	382	420
Контрольний пункт автозчепу	282	432
Ковальсько-пружинне відділення	300	202
Електрогазозварювальне відділення	72	54
Слюсарно-механічне відділення	96	246
Відділення ремонту дверей та кришок люків	144	216
Інструментальне відділення	96	108

2.5 Висновки за розділом 2

Розроблена сучасна організація роботи у базовому депо передбачає ремонт вагонів шляхом заміни несправних деталей та вузлів раніш відремонтованими або новими, додержання встановленим технологічним процесом строків простою їх у ремонті, ритмічний випуск, високий рівень механізації всіх операцій технологічного процесу ремонту.

З метою підвищення продуктивності праці, якості ремонту вантажних вагонів та їх вузлів і деталей, а також зниження собівартості ремонту в депо особлива увага приділяється комплексній механізації та автоматизації технологічних процесів.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір обладнання дільниці проводиться з урахуванням досвіду роботи передових вагонних депо. Обрано до застосовування сучасне високопродуктивне обладнання.

Для розрахунку потреби у робочій силі дільниці (відділення) вагонного депо в якості вхідних даних прийнятий технологічний процес з нормами часу на операції та виробнича програма.

Визначення основних розмірних параметрів дільниць та відділень (довжина, ширина, висота) поставлено у залежність від обсягу та організації ремонту вагонів та їх вузлів та кількості основного технологічного обладнання.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Проєктування сучасної організації та технології ремонту вагонів у вагоноскладальній дільниці депо

3.1 Визначення технологічної схеми процесу ремонту вагонів у вагоноскладальній дільниці

Організація роботи у вагоноскладальній дільниці вагонного ремонтного депо передбачає ремонт вагонів шляхом заміни несправних деталей та вузлів раніше відремонтованими або новими, дотримання встановлених технологічним процесом часу простою у ремонті [1-3].

Деповський ремонт вагонів виконується стаціонарним комплексно-ущільненим методом. Комплексні бригади працюють за ущільненими графіками, які передбачають максимальну паралельність робіт.

Перед подаванням на колії вагоноскладальної дільниці, вагони проходять підготовку до ремонту, а цистерни ще й обробку на промивально-пропарювальній станції, а потім їх ретельно оглядають і складають опис ремонтних робіт. З урахуванням фактичного стану технічного стану окремих вузлів та деталей. При визначенні обсягу ремонту визначають на які колії вагоноскладальної дільниці та у якій послідовності повинні ставитися вагони у ремонт [28-36].

Організація роботи у вагоноскладальній дільниці передбачає дотримання встановленим технологічним процесом строків простою їх у ремонті, ритмічний випуск, високий рівень механізації всіх операцій технологічного процесу ремонту, підвищення продуктивності праці та зниження собівартості робіт при висій якості та суворе дотримання правил техніки безпеки.

Технологічна схема ремонту вагонів в вагонному ремонтному депо наведена на рисунку 3.1.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

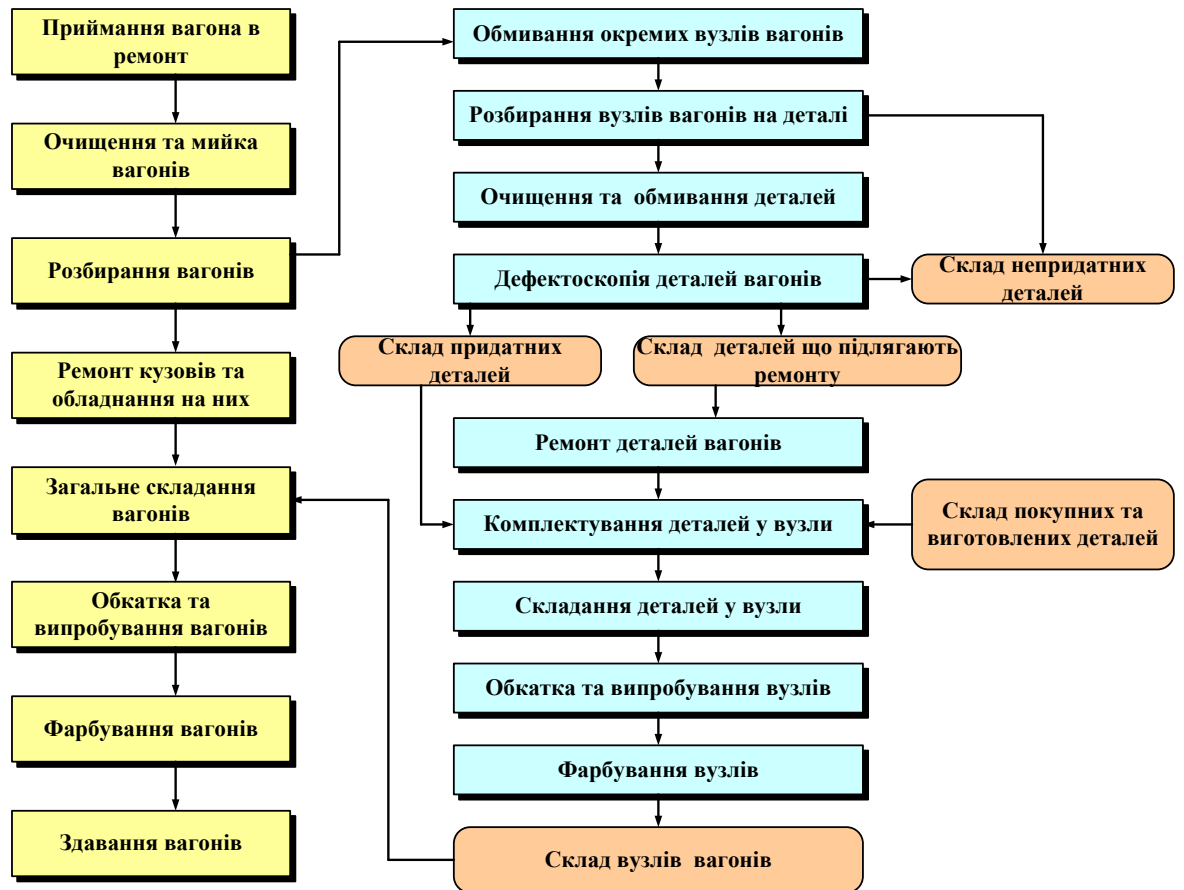


Рисунок 3.1 – Технологічна схема ремонту вагонів

Виробничий процес ремонту вагонів (див. рисунок 3.1) включає комплекс заходів, що складається із наступних етапів: підготовка вагонів до ремонту; організація розбиральних робіт; виготовлення та комплектування вагонних деталей; складання їх у вузли та постановка їх вагони, що ремонтуються; ремонтно-складальні та фарбувальні роботи на вагоні.

Технологічна карта робіт у вагоноскладальній дільниці депо з ремонту вантажних вагонів стаціонарним комплексно-ущільненим методом наведена в таблиці 3.1, а в таблиці 3.2 наведений перелік, послідовність та трудомісткість робіт на операціях, що виконуються на вантажних вагонах, що потребують особливої до себе уваги при виконанні планового їх ремонту.

Примітка до таблиці 3.1: В дужках літерами позначено: 1 – напіввагон; 2 – критий; 3 – платформа; 4 – цистерна.

Таблиця 3.1 – Технологічна карта робіт у вагоноскладальній дільниці депо

Найменування робіт	Виконавець	Короткий опис робіт
1. Обмивання вагона: внутрішня промивка вагона (2,4)	Робітник	Перед обмиванням кришки люків напіввагонів відкрити
знімання несправних кришок люків напіввагонів (1)	Слюсар	Кришку люка відкрити, з внутрішнього боку кузова піввагона зачепити кришку пристосуванням, вибити валики із петель
знімання непридатних листів даху вагона (2)	Слюсар	
знімання непридатної обшивки кузова вагона (1,2)	Слюсар Столяр	
знімання пошкоджених бортів (3)	Слюсар	
знімання несправних елементів підлоги вагона (2,3)	Столяр	
знімання несправних металевих деталей з вагона (1,2,3,4)	Зварник Слюсар	
2. Робота у ремонтно-складальному відділенні: роз'єднання тяг важільної передачі (1,2,3,4)	Слюсар	Випустити стиснуте повітря із ГМ, роз'єднати гальмові тяги та важелі
знімання корпусу автозчепу (1,2,3,4)	Слюсар	Відкрутити гайки болтів, що кріплять клин тягового хомута
піднімання вагона (1,2,3,4)	Слюсар Кранівник	Почергово підняти обоє кінці вагона, опустити на ставлюги
викочування візків, знімання поглинальних апаратів (1,2,3,4)	Слюсар	Відкрутити гайки, зняти болти підтримуючої планки
ремонт опалубки даху (2)	Столяр	
ремонт рами та металевих деталей бортів (3)	Слюсар Зварник	
виправлення стояків, об'явок, та інших елементів кузова (1)	Слюсар Зварник	
постановка відремонтованих люків і торцевих дверей (1)	Слюсар	
очистка рами від корозії (1,2,3,4)	Робітник	
знімання приладів автогальма, ремонт важільної передачі, випробування та перевірка роботи приладів (1,2,3,4)	Слюсар з гальм	Зняти прилади автогальма, кінцеві крани та з'єднувальні рукава, очистити, відремонтувати та випробувати на щільність повітряну магістраль
правлення кришок люків (1)	Слюсар	
зварювальні роботи (1,2,3,4)	Слюсар	
ремонт даху (3)	Слюсар	
ремонт підлоги вагона (3)	Столяр	
підкочування візків – регулювання важелів (1,2,3,4)	Слюсар з гальм	З'єднати тяги важільної передачі вагона з важелями візків та відрегулювати
встановлення автозчеплень	Слюсар	
фарбування даху (3)	Маляр	
фарбування кузова (1,2,4)	Муляр	
фарбування рами (1,2,3)	Муляр	
нанесення знаків та написів	Муляр	
приймання вагона (1,2,3,4)	Приймальник	

Таблиця 3.2 – Алгоритм технологічного процесу ремонту вантажного вагона

Найменування операції	Професія виконавців	Трудомісткість на операцію, люд.-хв.	Механізми, пристосування та інструмент, що застосовується
Зняти корпуси автозчепу	Слюсарі	45	Кран та пристосування
Роз'єднати гальмові тягла	Слюсарі	20	Слюсарний інструмент
Підняти вагон, встановити на ставлюги	Слюсарі	20	Кран та пристосування
Викотити візки з під вагону	Слюсарі	25	Конвеєр
Зняти поглинальні апарати	Слюсарі	60	Пересувний підйомник
Виправити раму та кузов вагона, підготувати до зварювальних робіт	Слюсарі	75	Пневматичні молотки, струбцини, оправки
Виконати зварювальні роботи на рамі та кузові вагона	Зварювальник	60	Інструмент зварювальника
Встановити на вагон поглинальні апарати	Слюсарі	60	Пересувний підйомник
Підкотити візки та опустити на них вагон	Слюсарі	60	Кран та пристосування
З'єднати гальмові тягла	Слюсарі	20	Слюсарний інструмент
Виконати часткове фарбування вагона	Муляри	30	Малярний інструмент
Виконати ремонт та випробування гальма вагона	Слюсарі	300	Кран машиніста
Нанести знаки та написи на кузов та раму	Муляри	40	Малярний інструмент
Поставити на вагон автозчепи	Слюсарі	30	Кран та пристосування
Прийняти вагон після ремонту	Інженер з приймання	-	-

Транспортування несправних вузлів, деталей із вагоноскладальної дільниці та відремонтованих або нових у вагоноскладальну дільницю виконують допоміжні робітники за допомогою механізованих візків, автокар та електрокар.

Важливе значення для організації деповського ремонту вагонів, має чітка робота ремонтно-комплектувальної дільниці і створення запасу деталей та вузлів.

Але проведений аналіз існуючої організації та технологічного процесу ремонту вагонів у базовому депо показав, що основні принципи організації ремонтних робіт не в повній мірі дотримуються і вирішити цю проблему можна лише за умов реструктуризації депо [11-13, 21].

3.2 Вибір методу ремонту вагонів у вагоноскладальній дільниці

У вагонних депо, а саме у вагоноскладальній дільниці, застосовують стаціонарний та потоковий методи ремонту вагонів.

Стаціонарний метод більш простий, але характеризується більшою тривалістю ремонтного циклу та низькою продуктивністю. Сутність його полягає у тому, що всі роботи з ремонту вагона від початку до кінця виконуються на одному робочому місці [5, 14, 21, 25].

Розрізняють два різновиду стаціонарного методу:

а) стаціонарно-бригадний метод, побудований за принципом концентрації операцій процесу, які виконуються на одному робочому місці;

б) стаціонарно-вузловий метод, побудований на підставі диференціації операцій, тобто розподіл процесу на окремі операції по технологічним вузлам.

Застосування стаціонарно-вузлового методу дозволяє за рахунок ущільнення і паралельності виконання операцій значно скоротити тривалість ремонтно-складальних робіт. На теперішній час у ВЧДР застосовується саме такий метод.

Потоковий метод полягає у тому, що об'єкти рухаються у встановленій послідовності до робочих місць (позицій) для виконання певного обсягу робіт на кожній позиції. Основною ланкою потокового виробництва є потокова лінія, що представляє собою сукупність робочих місць, розташованих у послідовності здійснення операцій технологічного процесу і призначених для виконання певного обсягу робіт.

Необхідною умовою доцільності впровадження потокового виробництва є наявність відповідного обсягу робіт для завантаження потокової лінії.

Мінімальна кількість вагонів, при якій доцільно впроваджувати потокову лінію, знаходять за формулою

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\min} = \frac{3 \cdot F_{\text{д.пл}}}{T_{\text{ц}}}, \quad (3.1)$$

де 3 - мінімальна кількість позицій на потоковій лінії;

$F_{\text{д.пл}}$ - дійсний річний фонд часу роботи потокової лінії, $F_{\text{д.пл}} = 3960$ год;

$T_{\text{ц}}$ - тривалість виробничого циклу ремонту вагона, $T_{\text{ц}} = 16$ год.

$$N_{\min} = \frac{3 \cdot 3960}{16} = 743 \text{ ваг.}$$

Отже бачимо, що доцільно впровадження поточкового методу ремонту, так як потужність депо складає 1750.

3.3 Розрахунок параметрів потокової лінії

Параметрами потокової лінії називаються показники, що характеризують організаційно-технічний режим роботи лінії в часі і просторі.

Мають місце три групи параметрів, що характеризують:

- 1) роботу потокової лінії у часу
- 2) положення потокової лінії у просторі
- 3) продуктивність потокової лінії

Параметрами потокової лінії, що характеризують міру ритмічності і безперервності роботи є такт і темп.

Такт – це проміжок часу між закінченням надходження вагону з попередньої позиції і початком руху на наступну позицію. Такт може бути технологічним або теоретичним.

Теоретичний такт визначається за формулою

$$r_{\text{теор}} = \frac{F_{\text{дпл}}}{N_{\text{г}}} \cdot K_{\text{г}} \quad (3.2)$$

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{теор} = \frac{3890}{1750} \cdot 1 = 2,2 \text{ год.}$$

Технологічний такт відрізняється від теоретичного на величину робочого ходу конвеєра

$$r_{техн} = r_{теор} - t_p, \quad (3.3)$$

де t_p - тривалість робочого ходу конвеєра, год.

$$r_{техн} = 2,2 - 0,1 = 2,1 \text{ год.}$$

Темп потокової лінії – це рівномірне повторення випуску (запуску) продукції через певні проміжки часу. Визначається за формулою

$$\tau_{пл} = \frac{F_{дпл}}{N_{\epsilon}} = \frac{r_{теор}}{K_{\epsilon}} \quad (3.4)$$

$$\tau_{пл} = \frac{3890}{1750} = \frac{2,2}{1} = 2,2 \text{ год} / \text{ваг.}$$

Показником який характеризує продуктивність потокової лінії є ритм потокової лінії.

Ритм потокової лінії – це кількість виробів, що випускаються (ремонтуються) протягом певного часу (зміни, години).

Ця величина зворотна темпу і розраховується

$$R_{пл} = \frac{N_{\epsilon}}{F_{дпл}} = \frac{1}{\tau_{пл}}. \quad (3.5)$$

$$R_{пл} = \frac{1}{2,2} = 0,4 \text{ ваг} / \text{год.}$$

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Одним з важних параметрів що характеризує роботу потокової лінії у часі, є виробничий цикл [14, 21]. Розрізняють:

а) позиційний цикл ($t_{\text{поз}}$) – це час роботи на одній позиції і дорівнює 2,2 год.;

б) загальний цикл роботи потокової лінії ($T_{\text{пл}}$) – це час роботи по всім позиціям потокової лінії. У тривалість загального циклу входить також час транспортування виробу з однієї позиції на іншу ($t_{\text{тр}}$) - дорівнює 11 год.

До параметрів, що характеризують розвиток потоку у просторі відноситься:

а) кількість позицій;

б) фронт роботи;

в) кількість, довжина і ширина потокової лінії.

Кількість позицій на одній потоковій лінії визначається виходячи з технологічного процесу і приймається 5.

Фронтом роботи називається повний простір, на якому містяться об'єкти, що ремонтуються, обладнання, запас вузлів та деталей необхідних для ремонту.

У вагоноскладальній дільниці фронт роботи виміряється в вагонах, які одночасно ремонтуються.

Слід розрізняти загальний фронт роботи дільниці і фронт роботи потокової лінії.

Фронт роботи потокової лінії визначається за формулою

$$\Phi_{\text{пл}} = \theta_{\text{пл}} \cdot \kappa_{\text{в}} \quad (3.6)$$

$$\Phi_{\text{пл}} = 5 \cdot 1 = 5 \text{ ваг.}$$

Фронт роботи дільниці визначається за формулою

$$\Phi_{\text{д}} = n_{\text{пл}} \cdot \Phi_{\text{пл}}, \quad (3.7)$$

де $n_{\text{пл}}$ - кількість поточкових ліній на дільниці.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Phi_{\partial} = 2 \cdot 5 = 10 \text{ ваг.}$$

Необхідна кількість потокових ліній визначається за формулою

$$n_{пл} = \frac{N_{\partial} \cdot \tau_{пл}}{F_{\partial пл} \cdot \kappa_{\partial} \cdot \eta_{пл}} \quad (3.8)$$

$$n_{пл} = \frac{1750 \cdot 2,2}{3890 \cdot 1 \cdot 0,7} = 1,4 = 2 \text{ пот. лін.}$$

де $\eta_{пл}$ – коефіцієнт використання робочого часу потокової лінії, $\eta_{пл} = 0,7 \dots 0,8$;

Довжину потокової лінії ($L_{пл}$) можна знайти, знаючи довжину ремонтної позиції ($l_{поз}$), відстань між позиціями ($l_{м}$) і кількість позицій ($\theta_{пл}$)

$$L_{пл} = (l_{поз} + l_{м}) \theta_{пл}. \quad (3.9)$$

$$L_{пл} = (14,73 + 3) 7 = 124 \text{ м.}$$

Довжина робочої позиції визначається в залежності від довжини вагона, що ремонтується (l_{∂}) і кількості вагонів на позиції (κ_{∂})

$$l_{поз} = l_{\partial} \cdot \kappa_{\partial} + l_{м}(\kappa_{\partial} - 1). \quad (3.10)$$

$$l_{поз} = 14,73 + 3(1 - 1) = 14,73 \text{ м.}$$

Незмінною умовою надійності роботи потокової лінії є стабільність її ритму, що досягається суворим узгодженням продуктивності обладнання і праці на окремих робочих місцях і на всіх позиціях потокової лінії, у результаті чого на кожній позиції забезпечується рівність або кратність тривалості операції і такту (синхронізація).

Відхилення часу виконання операції на позиції потокової лінії від такту повинно бути найменшим і не виходити за межі $\pm 10 \%$.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Міра погодження (синхронності) часу виконання операції на позиції з тактом потокової лінії характеризується коефіцієнтом синхронізації, що визначає відношення часу операцій, яке приходить на одного робочого, до такту потокової лінії.

Коефіцієнт синхронізації визначається за формулою

$$K_{cx} = \frac{\sum t_{on}}{r_{техн} \cdot P_p}, \quad (3.11)$$

Узгодження операцій по часу вважається правильним, якщо $K_{cx}=1$. Якщо $K_{cx}>1$, то позиція перевантажена, якщо $K_{cx}<1$, то позиція недовантажена.

$$K_{cx} = \frac{16}{2,1 \cdot 7} = 1,08.$$

Синхронізація може бути досягнута декількома способами:

- простим дробленням або округленням операції;
- механізацією трудомістких робіт;
- організацією на потоковій лінії додаткових робочих місць;
- зміною технологічного процесу.

Таким чином, незначне перевантаження потокової лінії на 4% можна усунути механізацією трудомістких робіт, а також організацією на одній потоковій лінії ВСД ремонту напіввагонів, хоперів і платформ, а на іншій критих, що й дозволить синхронізувати потокові лінії у дільниці.

3.4 Маршрутна технологія ремонту вагонів у вагоноскладальній дільниці

Так як основним типом ремонту у вагоноскладальній дільниці є піввагони, розробляємо технологічний процес саме для цих вагонів з урахування отриманих вище параметрів поточкових ліній.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У відділенні підготовки вагонів до ремонту вагоноскладальної ділянки виконуються наступні роботи: очищення від залишків перевезених вантажів і бруду, промивання, закриття кришок люків після промивання, електрозварювальні, автогенні, слюсарні роботи для наближення обсягу робіт до розрахункового (на потоці) [4-11, 21].

Вагони очищають від залишків перевезених вантажів і сміття в спеціальній установці. В установці використаний загальний принцип роботи, при якому поверхня вагона обмивається струменем води під тиском, залишки вантажу і сміття стікають у відстійники, відкіля віддаляються в міру нагромадження.

Для стоку води напіввагон подається в установку з відкритими люками (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 – Установка для обмивання вагонів

Промитий вагон за допомогою транспортного конвеєра, що входить до складу миючої установки, надходить на стенд, на якому за допомогою пристосувань закриваються кришки люків. Для закриття кришок люків використовують спеціальні пристосування, що представляють собою пневматичні циліндри, до поршнів яких приєднані спеціальні захвати. Ці пристосування встановлюються по обоє сторони піввагона.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потім вагон надходить на візок трансбордера і в залежності від обсягу ремонту переміщається на колії ремонтно-складального відділення ВСД. На цих коліях виконуються слюсарні роботи за допомогою вагоноремонтної машини. Вузли і деталі вагона, що вимагають ремонту, знімаються і направляються в відповідні відділення ремонтно – комплектувальної дільниці.

Для поперечного переміщення вагона з базою 8650 мм з однієї колії на іншу використовується трансбордер типу ПКБ-ЦВ.

При підготовці вагонів з великим обсягом робіт використовується третя колія ВСД зі стаціонарними позиціями. При підготовці цих вагонів до ремонту використовуються вагоноремонтні машини типу УСПМ-2.

У вагоноскладальній дільниці депо необхідні дві наскрізні потокові лінії з ремонтними позиціями на кожній. На позиції розміщається по одному піввагону.

У дільниці встановлюється два мостових крана вантажопідйомністю 10 т. Перестановка вагонів з однієї ремонтної позиції на іншу виконується конвеєрами з приводними станціями [18, 19, 26, 27].

Керування рухом конвеєрів і іншого устаткування здійснюється з централізованого пульта. При пересуванні напіввагонів, а також при відкритті і закритті воріт завчасно включається звукова і світлова сигналізація. На кожній ремонтній позиції є роздавальні стовпчики стиснутого повітря, розетки для підключення електрозварювальних агрегатів.

З виробничого відділення підготовки вагонів до ремонту за допомогою конвеєрів піввагони пересувають у на ремонтну *позицію І*.

На цій позиції розташовані опори, що *відкидаються*, для утримання кузовів напіввагонів у піднятому положенні. Напіввагони піднімаються і встановлюються на опори мостовим краном, обладнаним спеціальним пристосуванням. Візки викочуються з-під вагона і підкочуються під вагон конвеєром. Переміщення візків вагона для ремонту з вагоноскладальної дільниці у дільницю з ремонту візків і назад, відремонтованих і скомплектованих з колісними парами, здійснюється за допомогою трансбордерів. На напіввагоні, що знаходиться в піднятому положенні, за допомогою гідроелектричного преса виконуються виправлення і

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ремонт кришок люків без знімання їх з вагона. За допомогою спеціального пристосування з електрогайковертом виконується зміна поглинаючих апаратів автозчепного пристрою. Крім того, знімаються автозчеплення, розчіпні важелі з ланцюжками. На цій ремонтній позиції з піввагона знімаються деталі гальмового обладнання й укладаються в касети для передачі в ремонт. Після закінчення часу, обумовленого тактом потокової лінії, оператор з централізованого пульта здійснює пересування вагонів на наступну ремонтну позицію.

На *позиціях II та III* відбувається ремонт рами та кузова піввагона. На цих позиціях розміщаються машини порталного типу УСПМ-2 для виправлення деформованих металевих елементів рами і каркаса кузова, електронагрівник, роздавальні стовпчики (ацетилену, пропану і кисню), а також комплект пристосувань для виконання слюсарних робіт на рамі і кузові. На цих ремонтних позиціях правлять деформовані металеві елементи рами і каркаса кузова, ставлять відремонтовані автозчеплення, розчіпні важелі і приводні ланцюжки, знімають і направляють на виробничі ділянки ремонту кришки люків, торцеві двері, що вимагають великого ремонту з відніманням, замість яких установлюють відремонтовані, ремонтують гальмове обладнання (повітропровід, важільну гальмову передачу, ручне і стоянкове гальмо, установлюють відремонтовані сполучні гальмові рукави, кінцеві, роз'єднувальні і стоп-крани, авторегулятори ходу поршня гальмового циліндра, авторежими).

На *позиції IV* установлені стаціонарні площадки для виконання слюсарних та оправних робіт на кузові піввагона. На цій же позиції є установка, за допомогою якої випробують автоматичні гальма.

На *позиції V* за допомогою фарбувальних установок типу «Веселка», а також ручних пневматичних фарбопультів виконується фарбування вагона або окремих його елементів і постановка трафаретів. При підготовці поверхонь вагона під ґрунтовку і фарбування застосовуються спеціальні пристосування, обладнані пневматичними металевими щітками. Тут же відбувається сушіння кузова вагона після фарбування.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 Механізація та автоматизація ремонтних робіт у вагоноскладальній дільниці

Технологічна оснастка та обладнання, що використовується у вагоноскладальній дільниці, умовно можна розділити на групи з урахуванням виконуваних робіт:

- зварювально-наплавлювальне обладнання;
- стенди для розбирання, комплектування та монтажу основних вузлів;
- вантажопідйомні механізми та обладнання;
- мийні машини;
- інше технологічне обладнання та оснастка (включаючи нестандартне).

Визначення кількості необхідної оснастки і обладнання дільниці депо проводиться на основі розробленої технології та норм часу по операціям або інших нормативних показників, що характеризують його продуктивність.

Початковими даними для розрахунків є: річна програма ремонту вагонів у ВСД; норма часу на один вагон з використанням технологічного обладнання; дійсний річний фонд робочого часу обладнання.

При розрахунку необхідної кількості обладнання ВСД використовується ряд методик, що реалізуються на підставі формул [14, 27, 35, 36].

Вибір обладнання дільниці проводиться з урахуванням досвіду роботи передових вагонних депо. Обрано до застосовування сучасне високопродуктивне обладнання.

Перелік обладнання дільниці приведений у таблиці 3.3.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Обладнання вагоноскладальної ділянки

Назва обладнання	Коротка характеристика, тип, марка, виробник	Кількість	
		Розрахункова	Прийнята
1	2	3	4
Вагономийна машина		-	1
Конвеєр для переміщення вагонів		-	2
Конвеєра для викочування та підкочування візків		-	1
Трансбордер для поперечного переміщення вагонних візків		-	2
Мостовий кран	Вантажопідйомність 10 т	-	2
Електричні домкрати	Вантажопідйомність 30 т	-	8
Зварювальний випрямник	ВКСМ 1 1000-1	-	4
Двопровідна електрозварювальна лінія		-	2
Газозварювальний апарат	КГС – 2-73	-	2
Ставлюги		-	8
Маніпулятор для зняття та встановлення п'ятиників вагонів		-	1
Установка для нагрівання заклепок		-	1
Установка для клепаання заклепок на рамі		-	1
Пристосування для зняття та встановлення корпусів автозчепок		-	1
Касета для транспортування автозчепок		-	2
Пристосування для зняття поглинального апарату		-	2
Касета для транспортування поглинаючих апаратів		-	2
Пересувний прес для правки кришок люків		-	1

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
Контейнер для транспортування кришок люків		-	1
Трубозгинний пристрій		-	1
Трубовідрізна машина		-	1
Установка для випробування автогальм		-	1
Комплекс дробо-струминного очищення котлів		-	1
Електрогайковерт		-	4
Правильна машина	УСПМ – 2	-	1
Шліфувальна машинка	ІП 2204	-	4
Установка для фарбування		-	1
Конвекційна сушильна установка		-	1
Комплект трафаретів на магнітах		-	1
АСУ ВЧД		-	1

3.6 Розрахунок робочої сили вагоноскладальної ділянки

Явочну чисельність основних робочих вагоноскладальної ділянки визначаємо, виходячи з програми ремонту 1750 вагонів і річного номінального фонду робочого часу робітника 2020 год [14].

При цьому трудомісткість, чол.-год., повинна задовольняти вимогам, що вказані у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Трудомісткість деповського ремонту вагонів

Тип вагона	критий	напіввагон	платформа	хопер
Трудомісткість ДР, чол.-год.	78,5	69,3	62,5	50,6

За середнім значенням трудомісткості явочна чисельність основних робочих вагоноскладальної дільниці складе

$$P_{яв}^{осн} = \frac{1750 \cdot 65,5}{2020 \cdot 1,1} = 51 \text{ чол.}$$

Облікову чисельність основних робочих ВСД буде дорівнювати

$$P_{об}^{осн} = 51 \cdot 1,1 = 56 \text{ чол.}$$

Розрахунок кількості допоміжних робочих ВСД ведеться по нормативах у відсотках до облікової кількості — 15%. Отже, облікова чисельність допоміжних робочих дорівнює

$$P_{об}^{дон} = 56 \cdot 0,15 = 8 \text{ чол.}$$

Кількість ІТП, ОКП та МОП визначаємо у відсотковому відношенні до облікової кількості основних робочих

$$P_{об}^{ІТП} = 56 \cdot 0,06 = 4 \text{ чол.}$$

$$P_{об}^{ОКП} = 56 \cdot 0,06 = 4 \text{ чол.}$$

$$P_{об}^{МОП} = 56 \cdot 0,03 = 2 \text{ чол.}$$

Розрахований контингент вагоноскладальної дільниці депо і розподілений за професіями, зведений у таблиці 3.5.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5 – Розрахований контингент вагоноскладальної дільниці

Найменування професій	Кількість в зміну, чол.
Старший майстер	1
Майстер	2
Бригадир	4
Слюсар по ремонту рухомого складу	34
Електрозварювальник	10
Прибиральник	2
Машиніст миючої установки	2
Крановик	3
Стропальник	2
Допоміжний робітник	8
Маляр-трафаретчик	4
Розподільувач робіт	2
Всього	74

3.7 Розрахунок основних розмірних параметрів вагоноскладальної дільниці

Основні розміри ВСД залежать від обсягу та організації ремонту вагонів, тому з урахуванням потоково-конвеєрного методу ремонту вагонів є такими.

Довжина вагоноскладальної дільниці при потоковому методі ремонту вагонів, що пропонується, підраховується за формулою [14]

$$L_{\text{ВСД}} = L_{\text{ск}} + L_{\text{М}}, \quad (3.12)$$

де $L_{\text{СК}}$ – довжина ремонтно складального відділення;

$L_{\text{М}}$ – довжина малярського відділення, м.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_{ск} = 2l_1 + l_n \cdot \theta_n \cdot k_{\theta} + l_{mp} + 2l_2, \quad (3.13)$$

де l_1 – відстань від крайньої позиції до торцевої стіни дільниці, $l_1 = 3$ м ;

l_n – довжина позиції, яка приходить на один вагон, що ремонтується, м;

K_{θ} – кількість вагонів на одній позиції;

$l_{mp} = 6$ м – ширина поперечного транспортного проїзду в середині ВСД;

l_2 – відстань між позиціями для викочування та підкочування візків, м;

θ_n – кількість позицій на одній потоковій лінії.

$$L_m = 2l_3 + l_{\theta} \cdot n_{\theta} + l_4(n_{\theta} - 1), \quad (3.14)$$

де l_3 – відстань від крайнього вагона до торцевої стіни малярського відділення,

$l_3 = 4$ м ;

l_{θ} - довжина вагона по осям зчеплення автозчепом, м (приймаємо 14 м);

n_{θ} - кількість вагонів, що знаходяться у малярському відділенні на одній лінії;

$l_4 = 4$ м - відстань між вагонами (приймається з урахуванням виконання механізованого фарбування стін вагона).

$$L_{ск} = 2 \cdot 3 + 16,7 \cdot 5 \cdot 1 + 6 + 2 \cdot 3 = 101,5 \text{ м.}$$

$$L_m = 2 \cdot 4 + 14,73 \cdot 1 + 4 \cdot (1 - 1) = 22,73 \text{ м.}$$

$$L_{ВСД} = 101,5 + 22,73 = 124,3 \text{ м.}$$

У відповідності до будівельних норм довжина повинна бути кратна шести. Таким чином, приймаємо $L_{всд} = 120$ м.

Ширина ВСД визначається за формулою

$$B_{ск} = (n_k - 1)b_1 + 2b_2, \quad (3.15)$$

де n_k – число колій (потоків ліній) у дільниці;

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

b_1 – відстань поміж осями сусідніх ремонтних колій (приймається 7 м для двоколійної ділянки);

b_2 - відстань від подовжньої стіни або колони будівлі до осі ближньої ремонтної колії (приймається 5 м).

$$B_{ск} = (3 - 1)7 + 2 \cdot 5 = 24 \text{ м.}$$

У відповідності до будівельних норм ширину ВСД приймається 24 м.

Висота ВСД встановлюється виходячи з умов, що там працює мостовий кран вантажопідйомністю 10 т, і приймається рівною від верху головки рейок до низу конструкції перекриття 9,6 м.

У відповідності до будівельних норм довжина повинна бути кратна шести, а ширина — трьом. Відстань між колонами приймається 6 м.

3.9 Висновки за розділом 3

Сучасна організація роботи та технології ремонту вагонів у вагоноскладальній ділянці депо передбачає ремонт вагонів шляхом заміни несправних деталей та вузлів раніш відремонтованими або новими, додержання встановленим технологічним процесом строків простою їх у ремонті, ритмічний випуск, високий рівень механізації всіх операцій технологічного процесу ремонту та дотримання охорони праці та пожежної безпеки.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 Розробка моделей та алгоритмів підвищення ефективності роботи ремонтного вагонного депо за рахунок інноваційних технологій

4.1 Математичний опис технологічного процесу ремонту вагонів у депо

Технологічний процес ремонту вагонів у вагонному ремонтному депо можна структурно представити у виді, показаному на рисунку 4.1.

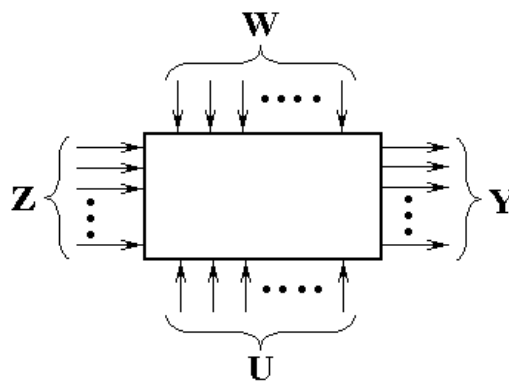


Рисунок 4.1 – Структурна схема контрольованого технологічного процесу

На даному рисунку наведено наступні позначення:

Y - контрольований вектор вихідних перемінних (наприклад, контрольовані вихідні параметри, економічні показники і т.д.);

Z - вектор контрольованих збурювань (наприклад, тестові впливи при проведенні контролю, показники складу застосовуваних матеріалів, поточний стан технологічного устаткування і т.д.);

U - контрольований вектор керуючих впливів, за допомогою яких регулюється технологічний режим (наприклад, прийняті рішення і здійснювані дії робітників);

W - вектор неконтрольованих збурювань, що впливають на режим технологічного процесу контролю (наприклад, неконтрольовані параметри технологічного устаткування і зовнішнього середовища і т.п.).

Як правило, цю структурну схему вдається звести до виду, наведеному на рисунку 4.2.

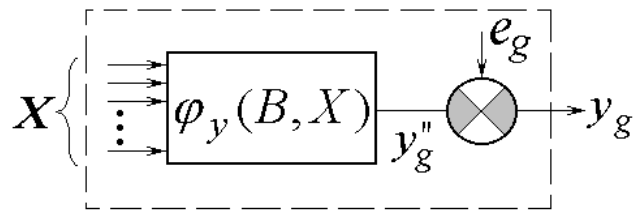


Рисунок 4.2 – Перетворена структурна схема контрольованого технологічного процесу

На даній структурній схемі показані:

y_g – виділений компонент вектора $\mathbf{Y}$;

e_g – відповідна y_g випадкова аддитивна перешкода, що характеризує вплив на вихідний компонент y_g'' випадкових неконтрольованих збурювань $\mathbf{W}$;

$\mathbf{X}$ – вектор контрольованих вхідних перемінних, об'єднуюча дія перемінних $\mathbf{Z}$ і $\mathbf{U}$;

$\varphi_g(\mathbf{B}, \mathbf{X})$ - параметрична функція з вектором параметрів $\mathbf{B}$, що описує здійснюване об'єктом перетворення значень перемінних $\mathbf{X}$ в значення вихідних перемінних y_g'' .

Пунктиром на рисунку 4.2 обведена частина технологічного процесу, що не спостерігається.

З метою наочності надалі будемо розглядати тільки технологічний процес ремонту вагону у ВСД зі скалярним виходом типу рисунку 4.2 і індекс при y будемо опускати, хоча всі результати безпосередньо можуть бути узагальнені на технологічний процес ремонту із багатомірним виходом типу, що зображено на рисунку 4.1 [5, 21, 37].

Математичним описом технологічного процесу будемо називати залежність виду

$$\hat{y} = \varphi(\hat{\mathbf{B}}, X), \quad (4.1)$$

де $\hat{\mathbf{B}}$ – оцінка невідомого вектора дійсних значень параметрів $\mathbf{B}$.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Структура $\varphi(\hat{B}, X)$ вважається заданою апріорі й адекватна дійсній залежності $\varphi(B, X)$.

Оцінки параметрів $\hat{B}$ визначаються на основі експериментальних даних у виді сукупності досвідів

$$x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik} y_i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (4.2)$$

Кожен i -й досвід відбиває зафіксовані поточні значення вхідних перемінних $x_1, \dots, x_k$ і відповідне значення вихідної перемінної y . Сусідні досвіди розділені рівними інтервалами часу Δt .

Якщо структуру технологічного процесу вдасться звести до структурної схеми на рисунку 4.2 з m -мірним виходом $Y(m \times 1)$ то динамічне поводження технологічного процесу можна описати через перемінні стани у виді системи матричних рівнянь

$$\dot{V}(t) = AV(t) + GX(t), \quad (4.3)$$

$$Y^o(t) = HV(t) + QX(t), \quad (4.4)$$

де $V(t)$ – вектор $(n \times 1)$ поточних значень перемінних станів технологічного процесу;

$X(t)$ – вектор поточних станів вхідних перемінних технологічного процесу;

$Y^o(t)$ – вектор поточних значень не вимірюваної частини вихідних перемінних;

$\dot{V}(t)$ – вектор похідних перемінних станів за часом;

A, G, H, Q – матриці з постійними компонентами.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На підставі параметричної матриці контролю (XY) формується система нормальних рівнянь, рішенням якого є звичайні МНК-оцінки $\hat{b}_1, \dots, \hat{b}_k$ математичного опису у виді

$$y = b_1 x_1 + \dots + b_k x_k . \quad (4.5)$$

Дану систему можна вирішувати будь-яким чисельним методом, що використовує звертання матриці коефіцієнтів.

Відповідно до даної методики були проведені розрахунки технологічних процесів ремонту з контролем і діагностуванням несучих конструкцій вагонів, що ремонтуються у ВСД ремонтного депо.

В умовах нормального протікання технологічного процесу реєструвалися основні значення контрольованих параметрів, що враховувалися як фактори, що впливають на міцність конструкції. До них були додані фактори, що враховують час на проведення окремих контрольних операцій, стаж роботи обслуговуючого персоналу і розряд роботи, а також дані напрацювання вагона чи його контрольованого вузла від останнього ремонту.

У результаті досліджень були отримані таблиці статистичних даних. На базі зібраного статистичного матеріалу за допомогою ЕОМ (пакет прикладних програм «Statistica») були отримані регресійні рівняння, що описують залежності вихідних параметрів від контрольованих перемінних.

Математичний опис у виді отриманого емпіричного рівняння регресії може бути використане для прогнозування значень показників технологічного процесу контролю за отриманим значенням контрольованих перемінних, або для вибору оптимальних значень керуючих впливів. Задачі такого типу дуже часто виникають при статистичному контролі технічного стану вагонів і їхніх вузлів.

Математичний опис у виді емпіричного рівняння регресії придатний для статичних і динамічних систем технологічного процесу ремонту вагонів, з дискретним чи безупинним режимом роботи, з одномірною чи багатомірною

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вихідною характеристикою [37].

Проведені дослідження показують, що за допомогою даного методу, спираючись на сучасні можливості обчислювальної техніки, можна розкрити якісні залежності між контрольованими параметрами ремонту вагонів. Аналізуючи експлуатаційні параметри можна не тільки визначати стан вузла чи вагона в цілому, але і робити коректування виконуваних робіт при ремонті.

4.2 Моделювання інноваційного технологічного процесу ремонту вагонів у вагоноскладальній дільниці ремонтного депо

Відомо, що найбільші переваги економічна структура може досягти через інновації, причому за умов використання нововведень по різним напрямкам, таким як впровадження новітніх технологій та застосування нових методів роботи. Схожі проблеми та задачі стоять й перед вагонним ремонтним депо у контексті довгострокової перспективи, а також розглядається стратегічна програма модернізації виробничо-технічної бази з метою підвищення якості ремонту вантажних вагонів [5-11].

Одним із основних напрямків стане вирішення завдання щодо впровадження сучасних інноваційних енергоефективних технологій на вагоноремонтних підприємствах. Однак на цей час такі технології знаходяться на досить низькому рівні або потребують проектування. Ступінь глибини розробки та деталізації багатьох технологічних процесів знаходиться на рівні маршрутного описання, а деяких випадках на рівні технологічних інструкцій.

Проблема підвищення якості ремонту вантажних вагонів за рахунок моделювання та впровадження сучасних інноваційних енергоефективних технологій на вагоноремонтних підприємствах є на теперішній час актуальною.

Спираючись на результати аналізу останніх досліджень і публікацій, можна

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

констатувати, що ще не недостатньо уваги приділяється стратегії розвитку вагоноремонтних підприємств, будові математичних моделей технологічних процесів ремонту вагонів та їх складових частин, створенню на їх основі та розповсюдженню інноваційних технологій. Разом з тим, вирішення зазначеної проблеми дозволить суттєво скоротити терміни впровадження у виробництво інноваційних технологій та засобів технологічного оснащення, підвищити технологічну дисципліну і якість ремонту вагонів та їх складових частин.

Застосування інноваційних технологій передбачає радикальні зміни в технологічних процесах, в організації праці, в економічних механізмах та в переході на інший етап функціонування вагоноремонтних підприємств.

Процес моделювання інноваційного технологічного процесу ремонту вагонів та їх складових частин будемо проводити за двома рівнями формалізованого опису: вербальний та структурний.

Розглянемо на вербальному рівні інноваційний технологічний процес $S(P)$ (рисунки 4.3), як множину, яка складається із підмножин:

$$S(T) = \{Idn^T, Prp^T, Atr^T, X^T, Y^T, Q^T, C^T, Str^T\} \quad (4.6)$$

де Idn^T - ідентифікатор інноваційного технологічного процесу;

Prp^T - множина цілей інноваційного технологічного процесу;

Atr^T - множина загальносистемних атрибутів технологічного процесу;

$X^T = \{x_1^T, x_2^T, \dots, x_n^T\}$ - множина вхідних впливів інноваційного технологічного процесу;

$Y^T = \{y_1^T, y_2^T, \dots, y_m^T\}$ - множина вихідних характеристик інноваційного технологічного процесу;

$Q^T = \{q_1^T, q_2^T, \dots, q_k^T\}$ - множина впливів зовнішнього середовища;

$C^T = \{c_1^T, c_2^T, \dots, c_h^T\}$ - множина внутрішніх якостей інноваційного технологічного процесу;

$Str^T = \{T, R^T\}$ - структура технологічного процесу;

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

T - множина елементів інноваційного технологічного процесу;

R^T - множина зв'язків між елементами інноваційного технологічного процесу.

Зазначені компоненти щодо інноваційного технологічного процесу ремонту вантажних вагонів та їх складових частин являють наступне.

Ідентифікатор процесу (Idn^T) являє собою сукупність двох визначень «позначення технологічного процесу» та «найменування технологічного процесу».

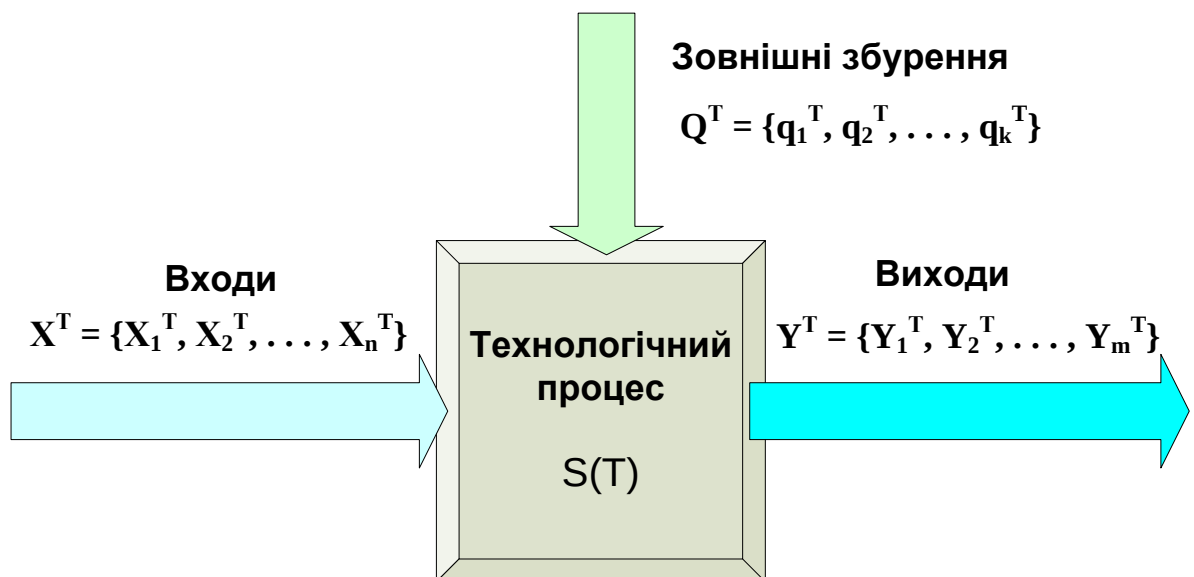


Рисунок 4.3 – Узагальнена принципова схема інноваційного технологічного процесу

В якості множини цілей інноваційного технологічного процесу (Prp^T) виступають: загальне підвищення ефективності роботи вагоноремонтного підприємства; підвищення якості ремонту вагонів; зниження трудомісткості та собівартості ремонту; скорочення тривалості технологічного процесу ремонту.

В якості загальносистемних атрибутів інноваційного технологічного процесу Atr^T виступають: типи вагонів, що ремонтують; види ремонту вагонів, що виконують на вагоноремонтному підприємстві; призначення технологічного процесу (контроль, розбирання, складання, транспортування та ін.)

Входи $X^T = \{x_1^T, x_2^T, \dots, x_n^T\}$ та виходи $\{y_1^T, y_2^T, \dots, y_m^T\}$ технологічного процесу визначаються його функціональним призначенням, яке полягає в

перетворенні значень параметрів, що характеризують технічний стан вагонів, які поступають у ремонт, в значення цих параметрів, що встановлені нормативно-технічною документацією для вагонів, що випускають з ремонту.

Множинами впливів зовнішнього середовища $Q^T = \{q_1^T, q_2^T, \dots, q_k^T\}$ для вагоноремонтних підприємств можуть бути: зміни виробничої програми ремонту вагонів; технічний стан вагонів та їх складових частин; впровадження нових технологій та засобів технологічного оснащення; зміни правил ремонту; дії виконавців; стан засобів технологічного оснащення.

Внутрішні якості (C^T) та структура (Str^T) інноваційного технологічного процесу на вербальному рівні моделювання описують переліком елементів та їх якостей і зв'язків.

До внутрішніх якостей $C^T = \{c_1^T, c_2^T, \dots, c_h^T\}$ елементів інноваційного технологічного процесу будемо відносити значення параметрів технологічних процесів, операцій та переходів, що характеризують: засоби технологічного оснащення (обладнання, пристосування, інструмент); професійний склад та кількість виконавців; основне, допоміжне, штучне та підготовчо-заклучний час; витрачання матеріалів та запчастин; місце проведення робіт та умови праці; параметри, що контролюють; режими обробки.

Для побудови структурної моделі (рисунок 4.4) інноваційного технологічного процесу ремонту вагонів, застосовуємо принцип декомпозиції процесу T на елементи ($T_{ij} \in T$).

де T – множина елементів інноваційного технологічного процесу;

$T_1 = \{T_{11}, T_{12}, \dots, T_{1j}, \dots, T_{1M1}\}$ – множина елементів 1-го рівня (множина операцій інноваційного технологічного процесу);

$(T_{ij} \in T_1), 1 < j < M1;$

$T_2 = \{T_{21}, T_{22}, \dots, T_{2j}, \dots, T_{2M2}\}$ – множина елементів 2-го рівня (множина переходів інноваційного технологічного процесу);

$M1$ - множина елементів 1-го рівня (потужність множини T_1).

$M2$ - множина елементів 2-го рівня (потужність множини T_2).

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Блочно-ієрархічна (структурна модель складається з двох ієрархічних рівнів:

$$T = \{T_1, T_2\} \quad (4.7)$$

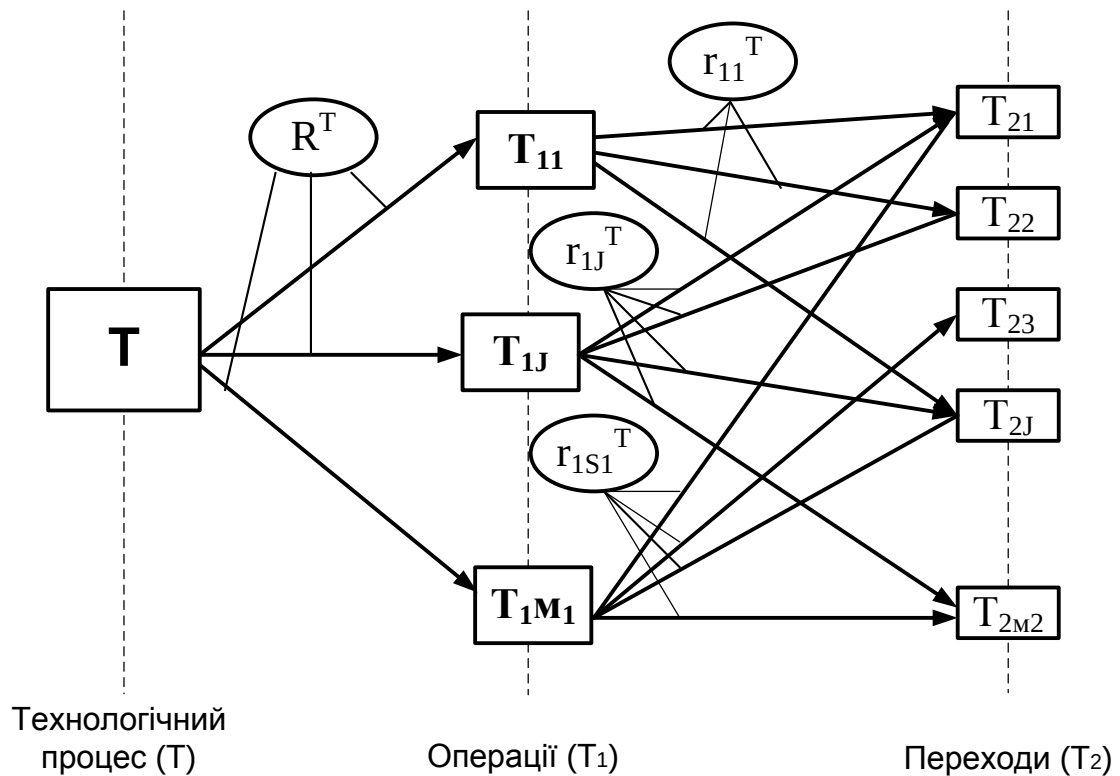


Рисунок 4.4 – Узагальнена структурна схема інноваційного технологічного процесу

Позначимо множину зв'язків поміж елементів інноваційного технологічного процесу через R^T , отримаємо

$$R^T = \{R_1^T, R_2^T\} \quad (4.8)$$

де $R_1^T = \{r_{11}^T, r_{12}^T, \dots, r_{1J}^T, \dots, r_{1S1}^T\}$ – множина міжрівневих зв'язків елементів на 1-ому рівні, ($r_{1j}^T \in R_1^T, 1 < j < S1$);

$R_2^T = \{r_{21}^T, r_{22}^T, \dots, r_{2J}^T, \dots, r_{2S2}^T\}$ – множина міжрівневих зв'язків елементів на 2-ому рівні, ($r_{2j}^T \in R_2^T, 1 < j < S2$);

S_1 – кількість міжрівневих зв'язків елементів на 1-ому рівні (потужність множини R_1^T).

S_2 – кількість міжрівневих зв'язків елементів на 2-ому рівні (потужність множини R_2^T).

Математичну модель структури інноваційного технологічного процесу (реляційну систему) записуємо в виді

$$\text{Str}^T = \{T, R^T\} \quad (4.9)$$

де T – множина елементів інноваційного технологічного процесу (носій моделі);

R^T – множина зв'язків поміж елементами інноваційного технологічного процесу (сигнатура моделі).

Кожен елемент ($T_{ij} \in T_i \in T$) в структурній схемі поданий категорією, що застосовується в описанні інноваційного технологічного процесу.

Таким чином, створення моделей інноваційного технологічного процесу ремонту вантажних вагонів та їх складових частин, дозволяє вирішити проблеми інноваційних процесів та впровадження високих технологій в практику ремонту вагонів, якими є: сучасні інформаційні технології; автоматизовані експертні системи діагностики вагонів з прогнозуванням та раннім виявленням несправностей і видачею рекомендацій з їх ремонту; системи моніторингу технічного стану вагонів та інші прогресивні технологічні рішення [5].

4.3 Моделювання оптимальних термінів ремонту вагонів

Для розробки математичної моделі оптимізації терміну роботи структурних елементів вагона до планового ремонту можна використовувати інформацію про його надійність в різному вигляді. Найбільше застосування знаходять закон розподілу тривалості роботи повністю і закономірності накопичення зносу

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(старіння) елементу в часі.

Якби всі деталі вагону мали однакову певну довговічність, вимірювану пробігом до відмови L_{cp} , то питання вибору терміну ремонту (в даному випадку – заміни) розв'язувалося б просто. За міжремонтний період L_p слід було б прийняти саме величину L_{cp} . При цьому за міжремонтний період не було б відмов, ресурс кожної деталі був би використаний повністю.

На жаль, на практиці у однотипних деталей виявляється випадкове напрацювання до відмови з розкидом щодо середнього значення L_{cp} , що описується деяким законом розподілу $f(l)$. Це вносить невизначеність і складність в вирішення задачі вибору міжремонтного періоду.

Насправді, якщо як і раніше узяти міжремонтний період, рівний L_{cp} , то за цей термін приблизно у половини деталей з'являться відмови зі всіма шкідливими наслідками, у другій ж половини деталей, замінених на плановому ремонті, буде недовикористаний ресурс. У цій ситуації є дві складові витрат: на виконання непланових ремонтів з урахуванням збитку від відмов вагона на лінії і на виконання планових ремонтів [37].

При зменшенні або збільшенні міжремонтного періоду L_p відносно L_{cp} (рисунок 4.5) зміняться вказані складові витрат і їх сума [20, 24].

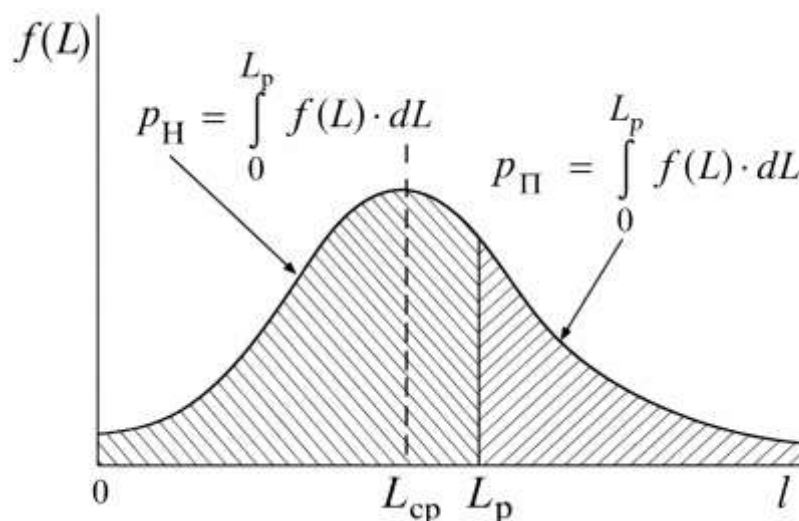


Рисунок 4.5 – Співвідношення ймовірності непланових p_H і планових p_P замін залежно від величини міжремонтного пробігу L_p

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метою математичної моделі оптимізації міжремонтного періоду є знаходження залежності сумарних витрат від міжремонтного періоду L_p і знаходження такого його значення L_{po} , яке відповідає мінімальним сумарним витратам. Таку модель можна розробити на підставі схеми представленої на рисунку 4.6. На схемі відображені події і їх зміна з вказівкою відповідної ймовірності: заміна при неплановому ремонті при відмові в міжремонтні періоди, заміна при плановому ремонті, продовження безвідмовної роботи [5, 9, 10].

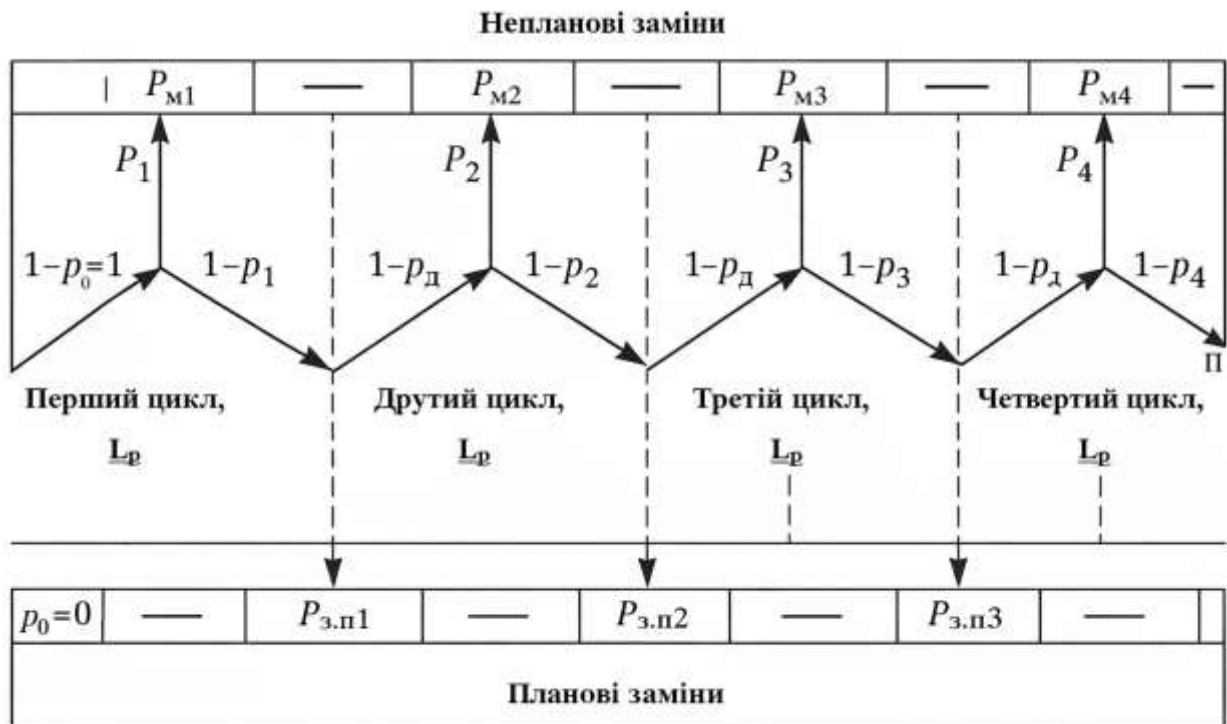


Рисунок 4.6 – Схема процесів відмов, замін та продовження строку роботи елементів

Протягом першого ремонтного циклу ймовірність відмови і непланової заміни деталі:

$$p_{н1} = p_1 = L_p f(l)dl. \quad (4.8)$$

За теоремою множення ймовірностей подій ймовірність заміни деталі на першому плановому ремонті рівна добутку ймовірності того, що деталь не відмовить $(1-p_1)$ за період L_p , на умовну ймовірність p_d її бракування при плановому ремонті, тобто

$$p_{п1} = (1 - p_1) p_d. \quad (4.9)$$

Ймовірність браку залежить від досконалості методів і технічних засобів діагностування, допусків на робочі параметри деталей, кваліфікації ремонтного персоналу і в загальному випадку знаходиться в межах $0 \leq p_d \leq 1$.

При неможливості встановити при плановому ремонті технічний стан деталі через відсутність засобів діагностування застосовується жорстка стратегія заміни, коли деталі, що все залишилися цілими, замінюються, тобто $p_d = 1$.

Відповідно до схеми, представленої на рисунку 4.6, встановлюємо, що ймовірність відмови і заміни деталі за другий ремонтний цикл $(L_p \div 2L_p)$ дорівнює

$$p_{н2} = (1 - p_1) (1 - p_d) p_2 ,$$

а вірогідність заміни на другому плановому ремонті:

$$p_{п2} = (1 - p_1)(1 - p_2)(1 - p_d) p_d ,$$

де $p_2 = 2L_p f(l)d$.

У таблиці 4.1 приведені формули для визначення $p_{ні}$ і $p_{пі}$ для будь-якого ремонтного циклу.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Формули для визначення p_{hi} і p_{pi} для ремонтного циклу

Номер ремонтно го циклу	Повна ймовірність заміни деталі в ремонтному циклі при ремонті		Примітки
	неплановому ремонті p_{hi}	плановому ремонті	
1	p_1	$(1 - p_d) p_d$	$p_1 = L_p f(l) dl$
2	$(1 - p_1) (1 - p_d) p_2$	$(1 - p_1)(1 - p_2)(1 - p_d) p_d$	$p_2 = 2L_p f(l) d L_p$
3	$(1 - p_1) (1 - p_2) (1 - p_d)^2 p_3$	$(1 - p_1)(1 - p_2)(1 - p_3) (1 - p_d)^2 p_d$	$p_3 = 3L_p f(l) d$
i	$(1 - p_1)(1 - p_2) \dots (1 - p_{i-1}) (1 - p_d)^{i-1} p_i$	$(1 - p_1)(1 - p_2) \dots (1 - p_i)(1 - p_d)^{i-1} p_i$	$p_i = sL_p f(l) d$

На підставі теореми про повну ймовірність (Бейєса) визначається повна вірогідність заміни деталі на неплановому і плановому ремонтах

$$p_H = \lim_{S \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^S ((1 - p_1)(1 - p_2) \dots (1 - p_{i-1})(1 - p_d)^{i-1} p_i); \quad (4.10)$$

$$p_{\Pi} = \lim_{S \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^S ((1 - p_1)(1 - p_2) \dots (1 - p_i)(1 - p_d)^{i-1} p_d). \quad (4.11)$$

У окремому випадку, коли $p_d = 1$ (на плановому ремонті замінюються всі деталі, що залишилися) і $n_y = 1$, вирази (4.10), (4.11) приймуть вигляд

$$p_H = p_1 = L_p f(l) dl = F(L_p);$$

$$p_{\Pi} = 1 - p_1 = 1 - F(L_p) = P(L_p),$$

де $F(L_p)$ – ймовірність відмови за пробіг L_p ;

$P(L_p)$ – ймовірність безвідмовної роботи за пробіг L_p .

Аналогічно виходить вираз для математичного очікування тривалості роботи до заміни

$$\hat{L}_{cp} = \lim_{n_y \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^{n_y} \{ (1-p_d)^{i-1} [1 - (1-p_i)(1-p_d)]^i i L_p f(l) dl \},$$

$$\prod_{i=1}^{i=n_y} (1-p_{i-1}) + L_p \lim_{n_y \rightarrow 0} \sum_{i=1}^{n_y} i (1-p_1)(1-p_2) \dots (1-p_i)(1-p_d)^{i-1} p_d, \quad (4.12)$$

За період $\hat{L}_{cp}$ деталь буде замінена при неплановому ремонті з ймовірністю p_n або на плановому з вірогідністю p_n , тому математичне очікування сумарних витрат на цей період

$$\hat{C}_{cp} = p_n C_n + p_n C_p, \quad (4.13)$$

а питомі витрати на одиницю напрацювання

$$C_{уд} = \frac{\hat{C}_{cp}}{\hat{L}_{cp}} = \frac{1}{\hat{L}_{cp}} (p_n C_n + p_n C_p), \quad (4.14)$$

де C_n – середні витрати (з урахуванням збитку із-за відмов на лінії) від заміни ремонту) при неплановому ремонті деталі; C_p – те ж при плановій заміні.

Для зручності подальшого аналізу і уніфікації моделі визначаються відносні сумарні витрати за пробіг L в долях витрат при неплановому ремонті

$$U_c = \frac{C_{уд} L_{cp}}{C_n}. \quad (4.15)$$

Після перетворення виразу (4.12) з урахуванням рівнянь (4.9), (4.10) виходить

$$U_c = \frac{L_{cp}}{\hat{L}_{cp}} [1 - (1 - \gamma_c) p_n], \quad (4.16)$$

де $\gamma_c = \frac{C_n}{C_p}$

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2 – Величини p_n , p_n та $\hat{L}_{cp}$ при нормальному законі розподілу напрацювання деталей до відмови

L_p/L_{cp}	i	p_{ni}	p_{pi}	Π_y	$p_n \sum_{i=1}^n p_{ni}$	$p_n \sum_{i=1}^n p_{pi}$	Похибка Δ_i
0,5	1	0,1080	0,7136	1	0,1080	0,7136	0,1784
	2	0,0699	0,0856	2	0,1779	0,7992	0,0229
	3	0,0085	0,0104	3	0,1864	0,8096	0,0040
	4	0,0003	0,0019	4	0,1867	0,8115	0,0018
0,8	1	0,2760	0,5790	1	0,2760	0,5790	0,1450
	2	0,0950	0,0395	2	0,3710	0,6185	0,0105
	3	0,0006	0,0074	3	0,3716	0,6259	0,0025
	4	0,0000	0,0015	4	0,3720	0,6274	0,0006

Одержані вирази (4.12), (5.13), (4.13) для визначення p_n , p_n та $\hat{L}_{cp}$, що входять в модель (4.16), складні для обчислень. Але для забезпечення необхідної при технічних розрахунках точності досить враховувати тільки перші два-три доданків. Для доказу цього обчислюються значення P_n , P_n для $n_y = 1, 2, 3, 4$ при нормальному законі розподілу тривалості роботи елемента повністю з коефіцієнтом варіації $v_i = 0,4$.

В результаті такого розрахунку при $p_d = 0,8$; $L/L_{cp} = 0,5$; $0,8$, витікає, що величини, P_{ni} , p_{pi} і сумарна помилка $\Delta_i = 1 - (p_n + p_n)$ різко зменшуються із зростанням i та n_y . Це дає підставу при обчисленнях по рівняннях (4.9), (4.10), (4.11) враховувати два перших доданків ($n_y=2$).

Відносні сумарні витрати U_c є цільовою функцією, яку необхідно мінімізувати. Можна показати, що у цільовій функції U_c є один мінімум в інтервалі $(0 \Rightarrow \infty)$, відповідний оптимальному значенню $L_{p.o}$.

Для визначення оптимального значення міжремонтного пробігу $L_{p.o}$ необхідно прирівняти до нуля першу похідну $\frac{\partial U_c}{\partial L_p}$ і вирішити одержане рівняння.

Оскільки воно виходить трансцендентним і складним (навіть при $n_y = 2$), його рішення можливо графічними або чисельними методами, зокрема, із застосуванням ЕОМ.

Представляє інтерес аналіз основного рівняння оптимізації при використанні жорсткої стратегії, коли при плановому ремонті обов'язково замінюються деталі, тобто $p_d=1$. Тоді:

$$U_c = \frac{L_{cp}}{\hat{L}_{cp}} [1 - (1 - \gamma_c) P(L_p)], \quad (4.17)$$

Тобто витрати U_c залежать від типу закону розподілу тривалості роботи повністю, його параметрів і співвідношення витрат. На рисунку 4.7 зображений графік залежності U_c від L_p . Якщо $L_p \Rightarrow 0$, витрати $U_c \Rightarrow \infty$, а якщо $L \Rightarrow \infty$, то у U_c межа рівна одиниці, тобто деталь завжди замінюється при неплановому ремонті.

Якщо відношення витрат γ_c і коефіцієнт варіації тривалості роботи повністю γ_l задовольняють умовам $\gamma_c < 1$; $l < 1$, точка мінімуму ($U_{c.o.}, L_{p.o.}$).

Зокрема, при експоненціальному розподілі тривалості роботи повністю, коли $l = 1$, U_c є монотонно спадною функцією L_p і оптимального періоду між плановими ремонтами не існує. Такий же результат виходить при $\gamma_c = 1(c_n - c_n)$, тобто якщо економічні витрати і збиток при плановій і неплановій заміні деталі рівнозначні.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

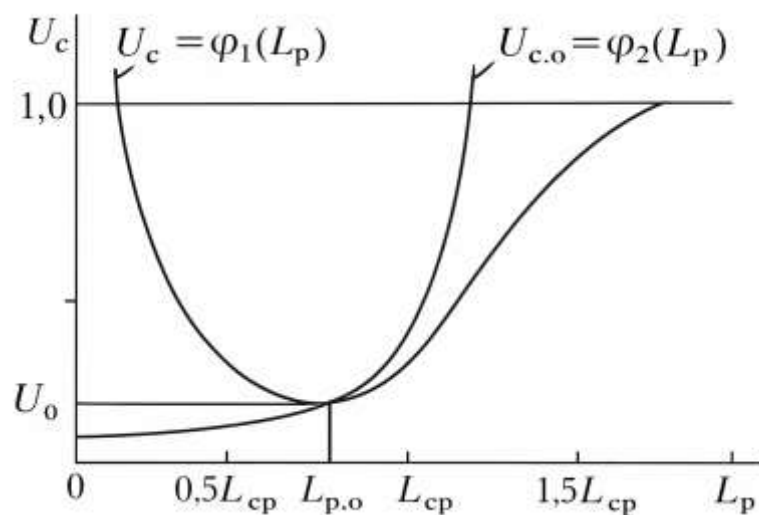


Рисунок 4.7 – Залежність відносних витрат U_c від величини міжремонтного пробігу L_p

Нижче приведені формули для наступних законів розподілу:

а) Ерланга

$$U_c = 1 + \frac{\gamma_c - v_p(1 - 2\gamma_c)}{e^{2v_p} - v_p - 1}, \quad (4.18)$$

б) Релея

$$U_c = \frac{1 - (1 - \gamma_c) e \exp\left(-\frac{\pi}{4} v_p^2\right)}{\Phi\left(\frac{\sqrt{\pi}}{2} v_p\right)}, \quad (4.19)$$

в) нормального

$$U_c = \frac{(1 - \gamma_c) \left[\Phi\left(\frac{v_p - 1}{\sqrt{2}}\right) + 1 \right] + 2\gamma_c}{1 - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \exp\left[-\frac{(v_p - 1)^2}{2}\right] + (1 - v_p) \Phi\left(\frac{v_p - 1}{\sqrt{2}}\right) + v_p}, \quad (4.20)$$

г) Вейбулла-Гниденко

$$U_c = \frac{\Gamma\left(1 + \frac{1}{b}\right) \left[1 - (1 - \gamma_c) \exp\left(-v_{ap}^b\right) \right]}{\int_0^{v_{ap}} \exp\left(-v_{ap}^b\right) b v_{ap}^{b-1} dv_{ap}}, \quad (4.21)$$

д) логарифмічно-нормального

$$U_c = \frac{1 + \lambda_c + (1 - \gamma_c) \Phi \left[\frac{\lg(v_p \sqrt{\frac{2}{l} + 1})}{\sqrt{2M \lg(\frac{2}{l} + 1)}} \right]}{\Phi \left[\frac{\lg\left(\frac{v_p}{\sqrt{\frac{2}{l} + 1}}\right)}{\sqrt{2M \lg(\frac{2}{l} + 1)}} \right]} - v_p \Phi \left[\frac{\lg(v_p \sqrt{\frac{2}{l} + 1})}{\sqrt{2M \lg(\frac{2}{l} + 1)}} \right], \quad (4.22)$$

е) гамма-розподілу

$$U_c = \frac{1 - (1 - \gamma_c) \left[1 + kv_p + \frac{1}{2!} (kv_p)^2 + \dots + \frac{1}{(k-1)!} (kv_p)^{k-1} \right] \exp(-kv_p)}{1 - \left[1 + (k-1)v_p + \frac{k-2}{2!} kv_p + \dots + \frac{1}{(k-1)!} k^{k-2} v_p^{k-1} \right] \exp(-kv_p)}, \quad (4.23)$$

де $v_p = \frac{L_p}{L_{cp}}$ – відносний міжремонтний пробіг в долях L_{cp} ;

$v_{a.p.} = \frac{L_p}{a}$ – відносний міжремонтний пробіг в долях параметра масштабу a закону розподілу Вейбулла-Гниденко; b – параметр форми закону Вейбулла-Гниденко; k – параметр розподілу гамми;

$M = \lg e = 0,4343$; $\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$ – функція Лапласа; $\Gamma(y)$ – гамма-функція.

За формулами (4.14) - (4.15) при різних значеннях γ_c можна побудувати графіки залежності U_c від v_p (або v_{ap}) і визначити точку мінімуму (v_{po} , U_{co}).

Оптимальний міжремонтний пробіг в абсолютних одиницях знаходиться по формулах

$$L_{p.o.} = v_{p.o.} L_{cp}, \quad (4.24)$$

$$L_{p,0} = v_{a,p,0} a_a, \quad (4.25)$$

Для прикладу на рисунку 4.8 наведено графіки залежності U_c від v_{ap} при різних значеннях γ_c і $b = 3$ у разі закону розподілу Вейбулла-Гниденко.

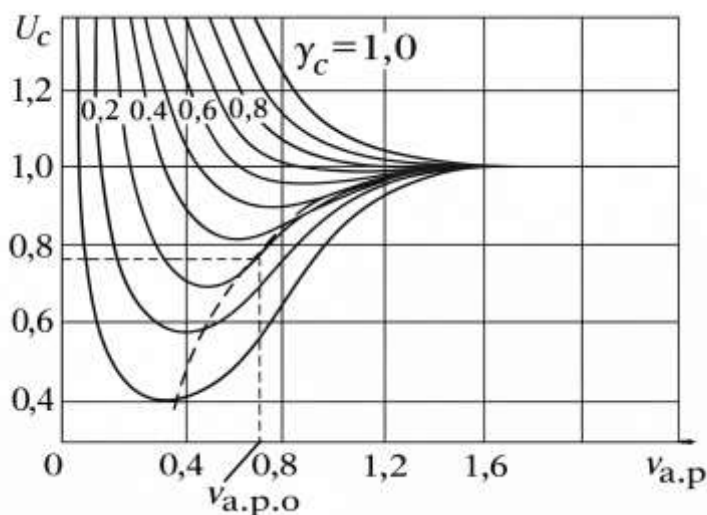


Рисунок 4.8 – Графік залежності U_c від v_{ap}

Проте вказаний метод визначення точки мінімуму на графіку U_c v_p при великих значеннях v_i, γ_k (особливо близьких до одиниці) дає значну погрішність у визначенні $v_{p,0}$, оскільки в цьому випадку функція $U_c(v_p)$ в околиці точки мінімуму змінюється незначно. Але є методи підвищення точності визначення оптимального міжремонтного пробігу [9, 38].

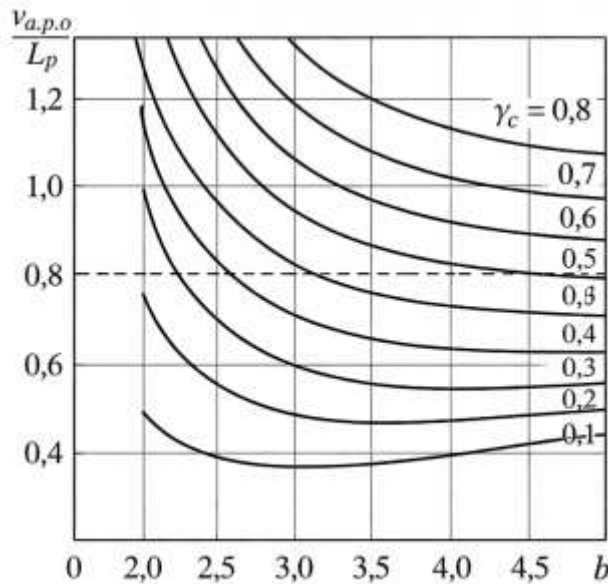
Якщо похідну U_c по L_p і прирівняти до нуля, то після перетворень виходить рівняння, що задовольняє умові оптимальності:

$$U_{c,0} = L_{cp}(1 - \gamma_c) \lambda(L_{p,0}), \quad (4.26)$$

Отже, умовою мінімуму функції U_{co} є її пропорційність інтенсивності відмов $\lambda(L)$ в точці мінімуму. Щоб величина U_c одночасно задовольняла рівнянню (4.16) і умові оптимальності (4.22), для знаходження мінімального значення U_{co} і відповідного

значення L_{po} необхідно спільно вирішити ці рівняння щодо L_p або U_c . Графічне зображення цього рішення є точкою перетину графіків $U_c = 1(L_p)$ і $U_{co}=2(L_p)$ (рисунок 4.9).

а)



б)

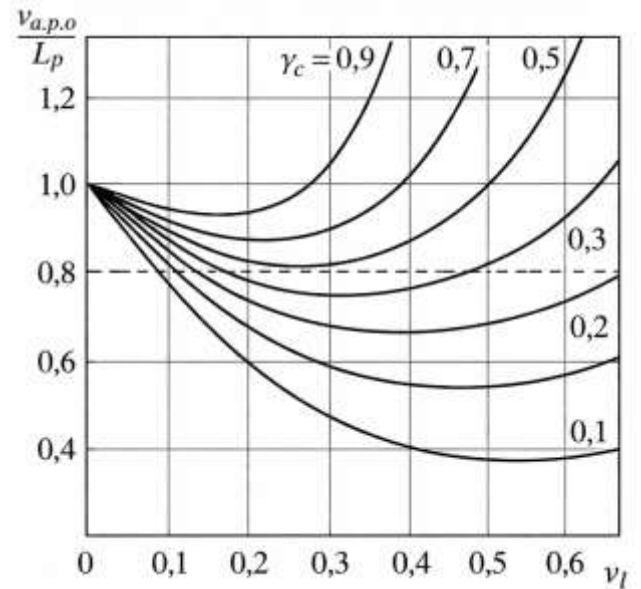


Рисунок 4.9 – Залежність оптимального відносного міжремонтного пробігу:

a – від параметра b ; b – від коефіцієнта варіації

Таким чином, для відшукування L_{po} і U_{co} графічним способом необхідно побудувати графіки згідно рівнянням (4.19) і (4.25) і опустити з точки перетину кривих перпендикуляри на осі (рисунок 4.9).

В деяких випадках необхідність побудови графіка $U_{co} = 2(L_p)$ відпадає. Якщо з рівняння (4.25) є можливість виразити L_{po} (або $v_{po} = \frac{L_{po}}{L_{c_p}}$) у вигляді елементарної функції від U_{co} , то слід спочатку визначити U_{co} з графіка $U_c = 1(L_p)$, а потім знайти L_{po} (або v_{po}). Доцільність цього методу пояснюється тим, що функція U_c у області мінімуму змінюється плавно, і у визначенні U_{co} по графіку помилка менше, ніж у визначенні v_{po} з того ж графіка.

Нижче приведені залежності v_{po} від U_{co} для наступних законів розподілу:

а) Ерланга

$$v_{po} = \frac{U_{co}}{4(1-\gamma_c) - 2U_c} \quad (4.27)$$

б) Релея

$$v_{po} = \frac{2U_{co}}{\pi(1-\gamma_c)}, \quad (4.28)$$

в) Вейбулла-Гниденко

$$v_{a.p.o.} = \left[\frac{U_{co}}{(1-\gamma_c) \Gamma \frac{1}{b}} \right]^{\frac{1}{b-1}}, \quad (4.29)$$

За знайденим описаним способом v_{po} можна визначити оптимальний міжремонтний пробіг за формулами (4.23) і (4.24).

З розглянутої математичної моделі виходить, що для визначення оптимальної тривалості роботи складальної одиниці або деталі вагону між ремонтами необхідно знати тип закону розподілу безвідмовного пробігу $f(l)$, його параметри L_{cp} , n_i і відношення витрат γ_c .

Як було показано, на оптимальний пробіг між плановими ремонтами деталі робить вплив співвідношення витрат $\gamma_c = \frac{C_{II}}{C_H}$. Витрати C_n визначаються ремонтпридатністю деталі і технологією її ремонту, а на витрати C_H роблять вплив багато експлуатаційних чинників, зокрема, збиток від простою вагону і збиток від затримки потягів із-за відмови автозчепного пристосу на лінії, від зменшення провізної здатності. Оскільки умови роботи і інтенсивність використання вагонів неоднакові на різних ділянках залізниць, економічні наслідки відмов потрібно визначати за статистичними даними, одержаними в конкретних умовах експлуатації.

Середні витрати на заміну (або ремонт) однієї деталі j -го типу при плановому виді ремонту, на якому розбирання і відновлення даної деталі

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передбачені по циклу, визначаються за формулою:

$$C_n = C_{p.n} + C_3 + C_6 \quad (4.30)$$

де $C_{p.n}$ – вартість розбирання-збірки і дефектовки деталі при плановому ремонті;

C_3 – вартість заміненої деталі (при відновленні деталі $C_3 = 0$);

C_6 – вартість відновлення деталі (при заміні деталі нової $C_6 = 0$).

Неплановий ремонт деталі буде потрібний у разі відмови її в період між плановими ремонтами або при виявленні її несправності під час планового ремонту, якщо ремонт цієї деталі не передбачається циклом. У будь-якому з цих випадків автозчеп необхідно рахувати в неплановому ремонті (з перепростоєм в плановому ремонті із-за надциклових робіт). При цьому, окрім витрат на заміну (ремонт) деталі, необхідно врахувати збиток від втрати годин (при неплановому ремонті без псування) від втрати вантажних поїздо-годин (при псуванні на лінії).

Середньозважені витрати при неплановому ремонті:

$$C_n = Z_H a_n + Z_n a_n, \quad (4.31)$$

де a_n і a_n – частка непланових ремонтів без псування і частка псування в загальному числі відмов деталі;

Z_H, Z_n – середні витрати при неплановому ремонті і при псуванні.

Середні витрати при неплановому ремонті деталі визначаються за формулою

$$Z_H = C'_{p.n} + C_3 + C_6 + c_{tl} t_n, \quad (4.32)$$

де $C'_{p.n}$ – середня вартість розбирання-збірки деталі на неплановому ремонті; як правило, має місце співвідношення $C_{p.n} \leq C'_{p.n}$;

c_{tl} – вартість однієї години простою;

t_n – середній простій вагона на неплановому ремонті із-за відмови деталі j-го

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

типу.

Середні витрати при відмові вантажного вагона в експлуатації із-за відмови

$$Z_n = C'_{p.n} + C_3 + C_6 + c_{tl} t'_n + C_{2n} t_2, \quad (4.33)$$

де t_n – середня кількість втрачених годин з урахуванням часу простою вагону на лінії;

t_2, t_n – середня кількість втрачених вантажних поїздо-годин при одній відмові;

C_{2n} – вартість 1 год простою вантажного поїзда.

У формулах (4.31) і (4.32) залежно від того, ремонтується деталь або замінюється новою, приймається відповідно $C_3=0$ або $C_6=0$. На підставі набутого значення C_n і C_{Π} можна визначити відношення витрат $\gamma_c = \frac{C_{\Pi}}{C_n}$.

Використовуючи розглянуту модель оптимізації розрахуємо оптимальний пробіг вагона до планового ремонту [5].

Робота вагона пов'язана з накопиченням втомних пошкоджень в деталях та вузлах у часі. Обробкою статистичних даних встановлено, що тривалість роботи вантажного вагона повністю описується законом розподілу Вейбулла-Гниденко з параметрами: $a=24$ місяця, $b=3,75$, $L_{cp}=15$ місяців (за даними з ВЧДР), коефіцієнт варіації $l = 0,4$. Середні витрати при плановому ремонті складають $C_{\Pi}= 26$ тис. грн., на неплановому (з урахуванням збитку при відмові на лінії) – 35 тис. грн.

На підставі набутого значення C_{Π} і C_n можна визначити відношення витрат.

Після підстановки цих даних у вираз (4.28) будується графік залежності питомих витрат U_c від відносного меж ремонтного пробігу $v_{a.p.} = \frac{L_p}{a}$ (рисунок 4.9 при $\gamma_c = 0,5$). З нього знаходиться оптимальне значення $v_{a.p.o} = 0,8$, відповідне мінімуму $U_c = 0,85$.

Такий же результат $v_{a.p.o} = 0,8$ виходить і при використанні залежностей, представлених на рисунку 4.9, а) при $b = 3,75$ і $\gamma_c = 0,5$; б) при $l = 0,4$, $\gamma_c = 0,5$.

Абсолютний оптимальний міжремонтний строк планового ремонту вантажних вагонів виходить по формулі (4.25)

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_{p.o} = \frac{V_{\text{рем}}}{Q_{\text{рем}}} = 0,8 \cdot 24 = 19,2 \text{ місяця.}$$

4.4 Висновки за розділом 4

В якості об'єкту моделювання прийнята складна організаційно-технічна система — інноваційний технологічний процес ремонту вантажних вагонів та їх складових частин, яку можна віднести до класу великих систем.

В основу розробки моделі інноваційного технологічного процесу ремонту вантажних вагонів та їх складових частин покладений блочно-ієрархічний підхід, так як він знаходить широку застосування при опису багатьох об'єктів і в теперішній час альтернативи йому не існує.

Використовуючи теоретичні положення теорії систем та системний аналіз розроблені загальні методи побудови моделі інноваційного технологічного процесу ремонту вантажних вагонів та їх складових частин на вербальному та структурному рівнях.

Також були розглянуті теоретичні передумови до розрахунку ремонту вантажних вагонів та були зроблені наступні висновки, що можна зменшити строк між плановими ремонтами. Але завдяки таким діям будуть збільшуватися витрати на проведення ремонту.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Застосування інноваційних технологій ремонту вантажних вагонів з метою підвищення ефективності роботи депо

5.1 Використання енергоефективного обладнання для ремонту вагонів

5.1.1 Впровадження установки для правки люків напіввагонів

Аналізуючи технологічний процес ремонту вантажних вагонів в депо АТ «Укрзалізниця» і технічне оснащення, можна зробити висновок, що на там часто переважає важка ручна праця. Так в базовому депо рівень механізації складає лише 10 %. Наглядним прикладом є операція правки люків напіввагонів. Вона виконується в підвагонному просторі за допомогою кувалди. Іноді люк демонтують і виправляють на спеціальному пресі [19].

При цьому протягом тривалого часу працівник витрачає значні фізичні зусилля в умовах обмеженого простору, що значно знижує рівень безпеки праці і його продуктивність. Застосування ручної праці також приводить до значних витрат часу, людських і матеріальних ресурсів.

Разом з тим існує досить продуктивна та нескладна в роботі установка для правки люків без їх зняття з напіввагонів. Результати її дослідної експлуатації показали, що вона істотно полегшила працю робітників, знизила час правки люків, підвищила якість ремонту і дозволила виконувати дану операцію одній людині. Крім того, кількість знятих люків з напіввагонів скоротилася в цілому у 2,5 рази, що наглядно говорить про доцільність використання установки.

Досвід експлуатації показав економічну ефективність її використання, безпеку і поліпшення умов праці (у багатьох операціях наявність кувалди відпала), високу надійність і низьку вартість обслуговування [11].

Установка (рисунок 5.1) призначена для правки і підтискання люків напіввагонів без їх зняття при плановому ремонті вагонів, що проводиться в

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

умовах депо, а також для виправки кутників і кута нижньої обв'язувальної рами.



Рисунок 5.1 – Установка для правки люків напіввагонів

До складу установки входять наступні елементи: рама, з чотирма колесами для її транспортування. Діаметр коліс - 200 мм; гідравлічна насосна станція для приводу домкрата; стійка з домкратом розташована в нижній частині, що дозволяє виконувати зварювальні роботи без пошкодження. Стійка має регулювання висоти, що дає можливість використовувати установку незалежно від висоти ставлюг; поворотний штурвал, що дозволяє встановлювати стійку в вертикальне положення і змінювати кут до 6° від вертикальної осі. Це дає можливість виконувати операції в недоступних місцях; пульт дистанційного керування, який дозволяє виконувати операції на безпечній відстані; важіль для правки кута нижньої обв'язувальної рами напіввагона.

Слід зазначити, що навантаження в ході виконання правильних операцій передається на опорну п'яту домкрата, яка автоматично висувається перед початком роботи.

Для більшої адаптації установки до умов ремонтних депо передбачено два варіанти постачань – з електричним приводом гідростанції і з пневматичним приводом. При цьому виключається небезпека поразки електричним струмом обслуговуючого персоналу. Основні технічні характеристики установки приведені

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Технічні характеристики установки для правки люків

Модель	УПЛ-Е	УПЛ-П
Тип привода	електричний	пневматичний
Потужність двигуна, кВт	1,1	
Номинальний робочий тиск, МПа	16	
Зусилля домкрата при робочому тиску, тс	7	
Хід штока домкрата, мм	300	
Об'єм масляного бака, л	10	
Маса у робочому стані, кг	150	145
Габаритні розміри(ДхШхВ),мм	870х580х1750	
Висота в складеному стані, мм	1275	

У процесі експлуатації установки в ремонтних депо були відпрацьовані основи її застосування і отримані певні навички, які дозволили забезпечити достатньо високу ефективність її використання. Фахівці депо виготовили також різні пристосування – насадки, які встановлювалися на верхню частину стійки і дозволяли правити ребра жорсткості люків. Зроблені вони з підручних матеріалів – куточків або швелерів.

Процес правки показаний на рисунку 5.2.

Слід також відзначити, що для забезпечення правильних робіт і дотримання правил техніки безпеки вагони повинні бути закріплені затискувачами -захватами, які встановлені на ставлюгах. Це дозволяє виключити підйом вагона під час правки люків.



Рисунок 5.2 – Процес правки люків напіввагона

За допомогою даної установки можна виконувати наступні ремонтні операції, пов'язані з правкою люків:

- виправку передньої і задньої частини люка;
- підтискання люка і постановку зрівняльних прокладок;
- виправлення деформації бічної частини люка під кутом;
- правку косинця і закриття замків ;
- виправку центрального ребра жорсткості за допомогою додаткової насадки;
- підтискання дефектного місця люка для проведення зварювальних робіт;
- правку кутника нижньої обв'язувальної рами за допомогою додаткового важеля .

Використання важеля дозволяє одному робітникові вирівнювати кут обв'язувальної рами, не привертаючи до цього процесу газозварника.

5.1.2 Впровадження плазменого апарату «Мультиплаз-3500»

«Мультиплаз-3500» — це удосконалена модифікація портативного плазменного апарату для зварювання та різки металів.

За допомогою технології отримання плазми з водяної пари знайдений

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

абсолютно безпечний, портативний, могутній, багатфункціональний і екологічно чистий спосіб термічної обробки металів завтовшки від 0,5 мм до 8-10 мм (різка, зварка, паяння, гартування, напилення і т.д.).

Плазмотрон «Мультиплаз-3500» (рисунок 5.3) складається з плазмового пальника і електронного блоку живлення загальною вагою 9 кг.



Рисунок 5.3 – Плазмовий апарат «Мультиплаз-3500»

Область застосування в діапазоні товщини оброблюваного металу від 0,5 мм до 8-15 мм не обмежена нічим.

Перевага легко-плазмового різання — відсутність необхідності в балонних компонентах (кисні, пропані або ацетилені), що витрачаються, і воно, звичайно, є істотним. Перетворення компонентів, що витрачаються, на малорозмірні елементи (сопла і катоди), місячний запас яких вільно уміщається в кишені — поза сумнівом вражає. Тим паче, що вартість всіх матеріалів, що витрачаються, для легко-плазмового різання з розрахунку на метр різання, включаючи електроенергію і стисле повітря — в 1,5 – 2 рази менше, ніж при газовому різанні.

Унікальність апарату «Мультиплаз-3500» перш за все в економічній ефективності. Оскільки для його застосування не вимагається компресорів,

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

трансформаторів, газобалонного і іншого, такого, що має велику вагу устаткування, то на місце проведення робіт апарат доставляється в маленькій сумці на плечі зварювача.

Робочою рідиною для «Мультиплаз-3500», залежно від здійснюваного процесу, є або звичайна вода (різання матеріалів), або 45% розчин будь-яких спиртів або ацетону для виняткової якості зварки. Важливим чинником економічної ефективності є мінімальна витрата електроенергії — до 3,5 кВт, що протягом року експлуатації дає економію до 3520 гривень в порівнянні із застосуванням зварювальних трансформаторів. При цьому не потрібна висока напруга $110/220 \pm 10\%$.

Апарат працює від розетки 220 В і не вимагає підключення до високої напруги.

«Мультиплаз-3500» має режим миттєвого пожежогашіння.

Висока точність різання (до 1 мм) легко дозволяє застосовувати різні шаблони, лінійки, лекала.

«Мультиплаз-3500» — це технологічний прорив в області екології зварювання, різки, паяння і іншої обробки матеріалів. Молекули водяної пари, що обжимають плазмовий струмінь, збивають частинки металу, що піднялися, миттєво охолоджуючи їх, тим самим перешкоджаючи попаданню в органи дихання зварювача.

Для екологічності даного способу металообробки важлива відсутність самого процесу горіння і продуктів згорання. В апараті не застосовуються шкідливі гази (пропан, ацетилен, азот і так далі), що отруюють організм людини. При роботі апаратом «Мультиплаз-3500» атмосфера приміщення тільки додатково збагачується киснем O^2 .

Таким чином, екологічна чистота даного плазмотрона дозволяє проводити роботи в закритих приміщеннях за відсутності вентиляції.

Всі вище перелічені переваги плазмотрона «Мультиплаз-3500» — в порівнянні з існуючими способами металообробки — відносяться до трьом

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

основним чинникам: зручність переміщення; економічна ефективність; багатофункціональність; екологічність.

Крім цих є і інші переваги: робота апаратом «Мультиплаз-3500» не вимагає додаткового освітлення, оскільки полум'я забезпечує ефективне підсвічування об'єкту роботи; відсутність температурних деформацій оброблюваного матеріалу унаслідок вузької зони прогрівання, забезпечує мінімальну усадку зварюваного металу; ефект утворення неіржавіючої оксидної плівки в області обробки (шов не іржавіє); виняткова якість шва.

Легко-плазмові різакі забезпечують відмінну якість порізу — мінімальну його ширину порівняно з газовим різанням.

Технічна характеристика «Мультиплаз-3500» представлена у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Технічна характеристика приладу

Найменування	Параметр
Напруга живлячої мережі	110/220 ± 10% В
Частота живлячої мережі	50 – 60 Гц.
Споживана потужність	до 3,5 кВт
Габарити джерела живлення	380 x 190 x 140 см.
Вага паяльника	0,9 кг.
Вага джерела живлення	8 кг.
Температура факела	8000 °С
Вид зварки	Плазмова і плазмо дугова
Товщина ріжучого сталевго листа	до 10 мм.
Товщина зварювального сталевго листа	від 0,3 і більше мм.
Швидкість різання листової сталі	до 7 мм./сек.
Ширина різання листової сталі	не більше 1,8 мм.
Витрати робочої рідини	не більше 0,25 літр/г.
Час роботи з однієї заправки горілки	30 – 40 хв.

Суть процесу, що відбувається в плазмотроні, наступна. Усередині стовбура пальника, між соплом-анодом і катодом, запалюється електрична дуга, яка перетворює воду, що знаходиться там, спочатку в пароподібне, а потім в плазмовий стан.

При цьому водяна пара іонізується і під природно освіченим тиском

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виходить з сопла пальника у вигляді плазмового струменя температурою 8000°C, за допомогою якої і здійснюються процеси різки, зварки (рисунок 5.4) і іншої термічної обробки не горючих матеріалів.



Рисунок 5.4 – Види зварювання

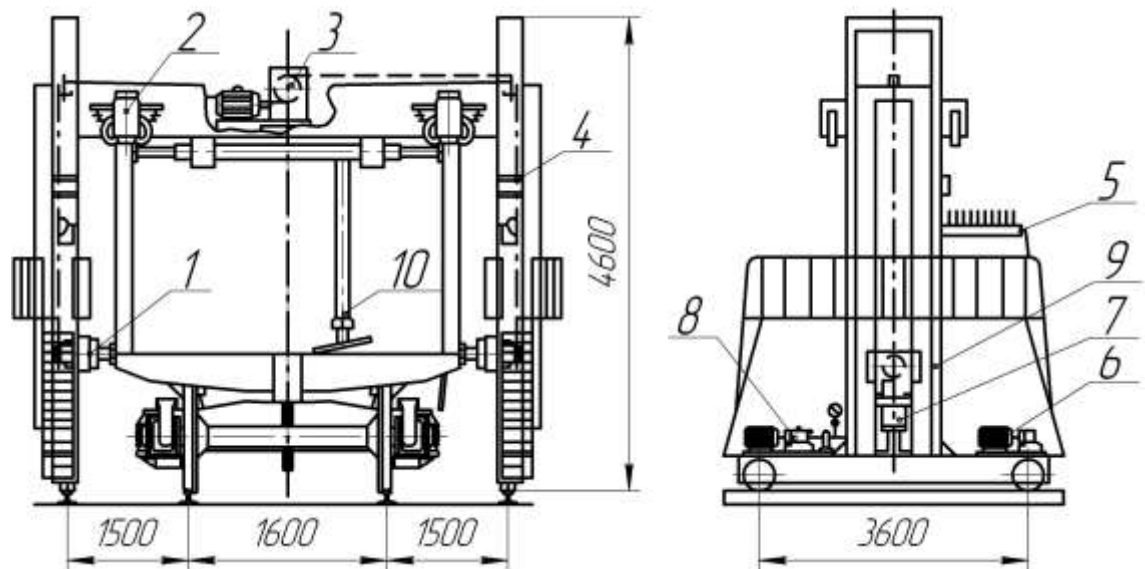
5.1.3 Застосування самохідної вагоноремонтної машини для виправлення металевих елементів кузова і рами

Самохідна виправна вагоноремонтна машина (рисунок 5.5) призначена для виправлення деформованих металевих частин кузова піввагона (стіжок, розкосів, дверних стулок, верхнього обв'язувального поясу та інших елементів кузова).

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вагоноремонтна машина представляє собою безбалкову П- подібну раму, проліт якої складає 4,6 м, вона має привод для пересування по спеціальній колії уздовж вагонів, пристрій з автоматичним захватом для виправлення вигнутого верхнього обв'язувального поясу, механізми для виправлення [19, 29].

Машина виконує також роботи по усуненню звуження і розширення кузова вагона.



- 1 - пристрій для виправлення стійок, розкосів і розширення кузова;
- 2 - пристрій для виправлення верхнього обв'язувального поясу; 3 - механізм підймання преса для виправлення стійок; 4 - електричний пульт управління;
- 5 - гідравлічний пульт управління; 6 - привод пересування машини;
- 7 - пристрій для підймання П - подібної рами; 8 - гідровузол;
- 9 – П - подібна рама; 10 - пристрій для виправлення армувальних листів

Рисунок 5.5 – Самохідна виправна вагоноремонтна машина для виправлення металевих елементів кузова і рами

Підймання й опускання рами машини здійснюються пристроєм 7. Дана машина обладнана балансуєчим пристроєм, який виключає можливість перекосу рами при підйманні й опусканні. На машині встановлений електрогідравлічний привод, який безперебійно забезпечує роботою всі пристрої та механізми.

Електрогідравлічний привод складається з електродвигуна та насоса типу Н -

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

403, за допомогою якого мастило під тиском подається до пристроїв і механізмів. За допомогою пульта управління гідравлічні розподільники можуть працювати як з однієї, так і з іншої сторони.

5.1.4 Використання вантажоведучого конвеєру

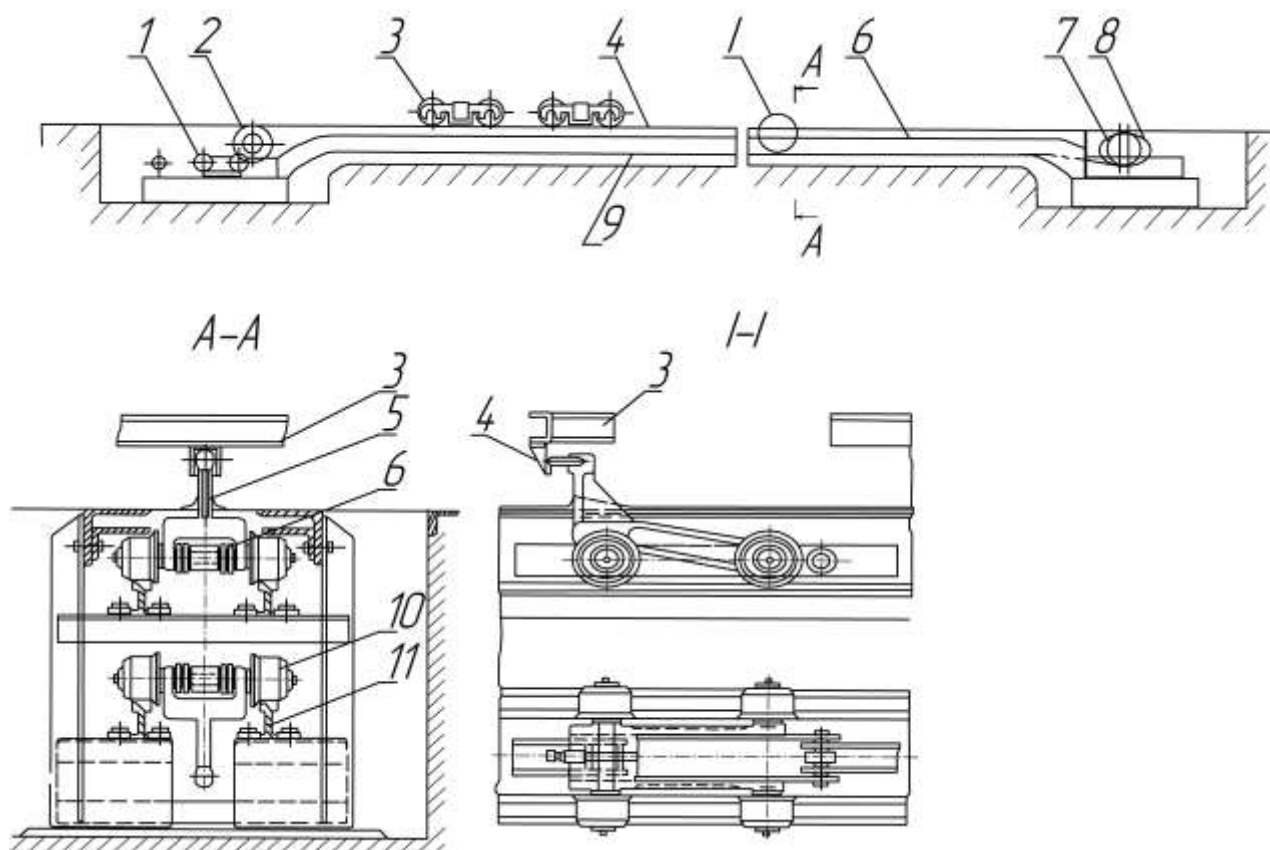
Основна галузь застосування в вагоремонтних депо вантажоведучих конвеєрів (рисунок 5.6) — транспортування вагонів, що ремонтуються на потокових лініях після опускання їх на власні або технологічні візки, а також транспортування візків та колісних пар вагонів з позиції на позицію в процесі їх ремонту [18, 26].

Тяговим елементом цих конвеєрів є ланцюг 9, що обгинає зірочки 2 і 7 відповідно приводи 1 і натяжного пристрою 8. Направляючими коліями служать швелери або рейки.

Тяговий елемент 6 вантажоведучого конвеєра монтується на осях ходових катків 11. Виріб, що транспортується (вагон або візок) переміщується по рейках 10, які прокладені на підлозі складального цеху (дільниці). Рух виробові надають кулаки 5, що впираються в захвати 4 візків 3.

Штанговий конвеєр (див. рисунок 5.6, а) має комбінований тяговий елемент і на відміну від конвеєрів із гнучким тяговим органом влаштовується тільки пульсуючої дії. При включенні електродвигуна приводу 1 ведуча зірочка намотує ланцюг 2, внаслідок чого переміщаються штанги 3, кулаки яких пересувають вироби на один крок. Потім штанги без вантажу автоматично повертаються у вихідне положення. Застосуванням перемінного кроку кулаків досягається зменшення стискального зусилля при пуску конвеєра, тому що в цьому випадку вони упираються не відразу в усі вироби, а послідовно через деякі проміжки часу.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – привід; 2, 7 – зірочки; 3 – візки; 4 – захвати; 5 – кулаки; 6, 9 – тяговий орган; 8 – натяжний пристрій; 10 – рейки; 11 – катки

Рисунок 5.6 – Вантажоведучий конвеєр

5.2 Впровадження автоматизованої системи контролю технологічного процесу ремонту вагонів та їх вузлів

Для підвищення якості ефективності роботи ремонтного вагонного депо, його продуктивності й рентабельності, необхідно домогтися керованості процесів і впроваджувати із цією метою сучасну багаторівневу автоматизовану систему контролю технологічних процесів (АСК ТП), що реалізуються на базі автоматизації збору й обробки даних про хід виконання окремих технологічних

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104

операцій.

В основі цієї системи покладені існуюча методологія контролю якості і єдина об'єктно-орієнтована база, що поєднує методи й алгоритми інформаційного й програмного забезпечення.

Ця система не є чисто інформаційною, тому що передбачає персоніфіковану відповідальність за допущений у роботі брак всіх виконавців і персоналу управління, що беруть участь у технологічному процесі. Вона ставить за обов'язок персоналу управління й всім виконавцям виконувати запропоновані процедури і тим самим формує інформацію про контроль дотримання технологічної дисципліни. Контроль за ходом виконання операцій і збір технологічної інформації в цій системі реалізуються на основі використання спеціалізованих пультів введення інформації індивідуального користування, розміщених на кожній технологічній позиції й з'єднаних у єдину інформаційну мережу (наприклад, ремонт колісних пар вагонів, на рисунку 5.7).

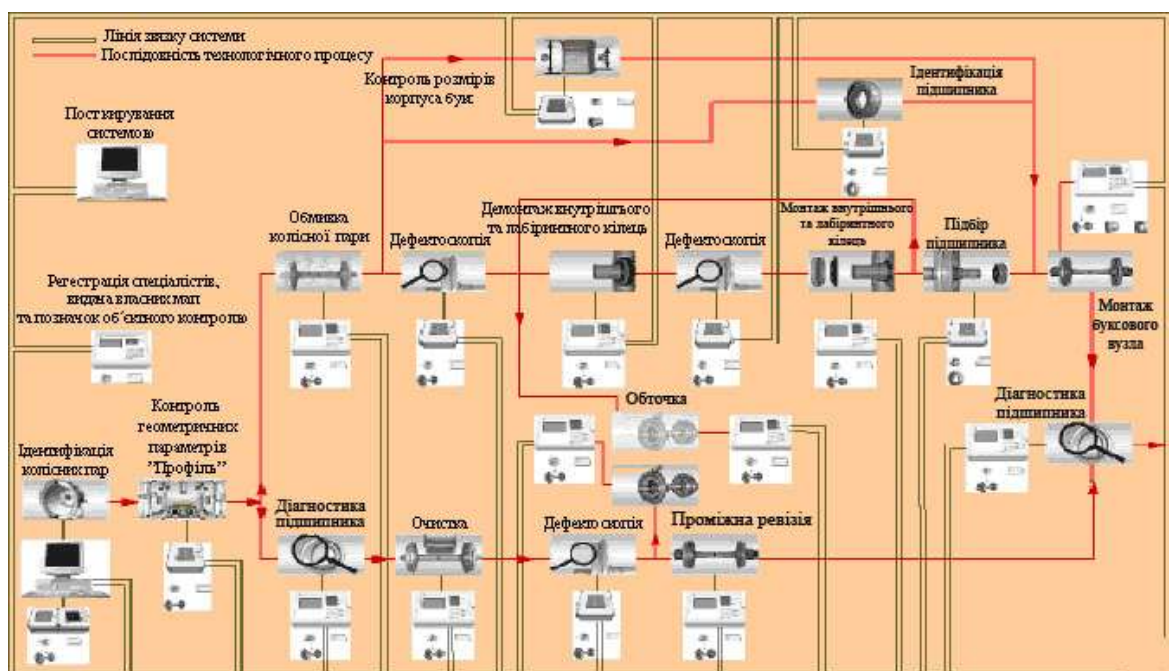


Рисунок 5.7 – Схема автоматизованої системи контролю технологічного процесу ремонту колісних пар

Порушення або невиконання контрольних процедур супроводжується автоматичним висновком попереджуючої інформації на екран пульта з дубльованою подачею звукового сигналу, що не припиняється до виконання встановленого регламенту.

Принциповою особливістю системи АСК-ТП є наявність у ній скануючих пристроїв для зчитування заводських номерів деталей, а також магнітної радіомітки об'єктного контролю (МОК), що встановлюється на кожную деталь, яка надійшла, при виконанні першої технологічної операції й переміщається разом з нею по всіх наступних операціях відповідно до технології ремонту.

На кожній контрольній операції технологічного процесу фахівець знімає МОК з деталі й установлює її на зчитувач пульта, підтверджуючи тим самим факт знаходження конкретної деталі на даній операції й відповідності параметрів контролю нормативним вимогам.

У випадку відхилення параметрів контролю від нормативних значень фахівець вводить відповідну інформацію на реєстраційному пульті. З кожного пульта ця інформація автоматично передається на комп'ютер центрального диспетчерського пункту, що здійснює циркулярне опитування технологічних позицій з метою збору й аналізу інформації про обсяги виконаної роботи.

Конструктивні й схемотехнічні рішення, що реалізовані в пультах введення інформації, забезпечують можливість безпосереднього підключення до них технологічного, вимірювального й діагностичного устаткування. Розширення комплексу оперативного управління якістю деталей і вузлів, що ремонтуються, досягається не тільки за допомогою інформаційної і апаратної інтеграції з вимірювальним і діагностичним устаткуванням, яким оснащується вагоноремонтне підприємство, але й за рахунок впровадження в технологічний процес ремонту автоматизованих вимірювальних систем, що істотно розширює функціональні можливості системи АСК-ТП.

На підставі інформації, переданої з пультів, формуються керуючі впливи, реалізовані по ієрархічному принципі, які фіксуються, доводять до виконавців і

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						106
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зберігаються в пам'яті системи. При цьому з'являється можливість рішення наступних завдань (на прикладі технологічного процесу ремонту колісних пар):

- об'єктивного обліку виконання технологічної дисципліни в процесі ремонту колісних пар;
- одержання інформації про час й якість ремонту по кожній колісній парі з обліком її ідентифікаційного номера;
- одержання оперативної інформації про ремонт конкретної колісної пари;
- виявлення порушення технологічного процесу із вказівкою конкретної особи, що допустили дане порушення;
- зберігання інформації про обсяг й якість ремонту, дотримання або порушення технологічного процесу по кожній ідентифікованій колісній парі із вказівкою відповідальних осіб, що проводили ремонт (контроль) на кожній технологічній операції;
- одержання документованого звіту по кожній колісній парі, що пройшла звичайне або повне обстеження у вагонному депо;
- облік часу знаходження колісної пари на кожній позиції ремонту (контролю);
- контроль робочого часу кожного виконавця, зайнятого в технологічному процесі ремонту (контролю) колісної пари.

Важливою принциповою особливістю системи АСК-ТП є те, що кожен виконавець депо має свою власну ідентифікаційну магнітну радіокарту (ВРК), яка містить електронний код, що зберігає дані про фахівця (прізвище, ім'я, по батькові) і характер виконуваної їм роботи.

Будь-який виконавець, включаючи керуючий персонал, приходячи на роботу, реєструє заняття робочого місця шляхом накладання картки на радіоелектронний зчитувач інформації, що перебуває на панелі пульта введення інформації. Після виконання запропонованого обсягу робіт на посту по конкретній деталі виконавець також за допомогою ВРК зобов'язаний підтвердити факт їхнього виконання.

На рисунку 5.8 показана схема автоматизації робочого місця виконавця у

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

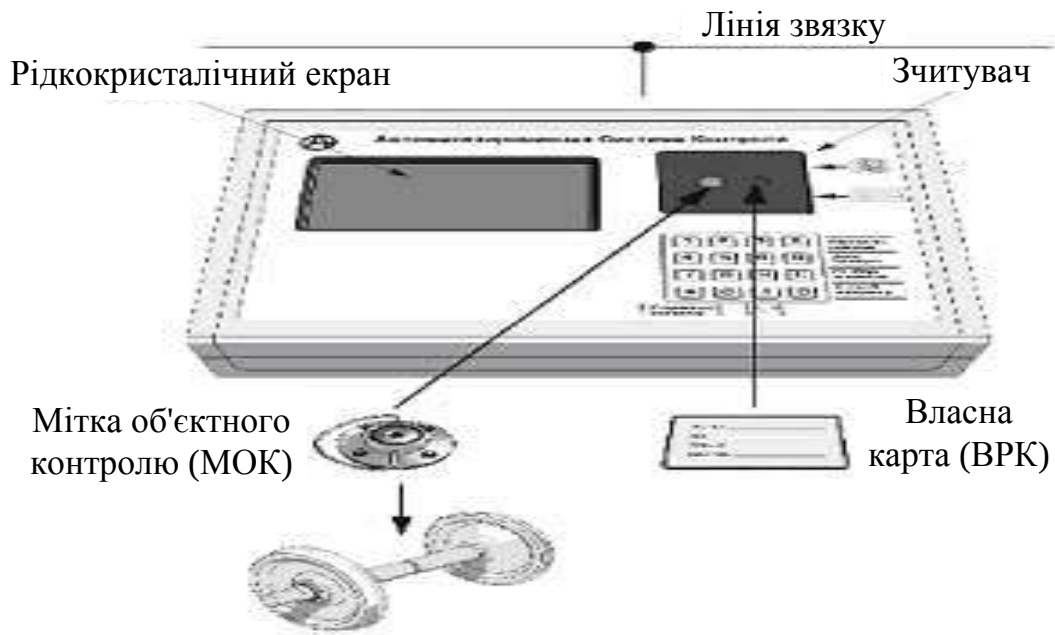


Рисунок 5.8 – Схема автоматизації робочого місця у АСК-ТП

Залишаючи своє робоче місце, робітник підтверджує карткою свою відсутність і на пульті вносить інформацію про причини й час відсутності. Таким чином, весь персонал зв'язаний інформаційною мережею через устрої введення (клавіатуру) і зчитувач інформації, які функціонують по ходу виконання кожної контрольної операції в технологічному процесі ремонту основних складальних одиниць, наприклад колісної пари.

Алгоритм роботи з використанням пульта введення інформації системи АСК-ТП представлений на рисунку 5.9.

Завдання, що виконується АСК-ТП, можна сформулювати в такий спосіб: за отриманими даними про технологічний процес складається прогноз ходу технологічного процесу з реалізацією плану управляючих впливів (у тому числі зміни режимів роботи ремонтного устаткування), що забезпечують відповідність у певний момент часу стану технологічного процесу деякому екстремальному значенню узагальненого критерію якості ремонту й продуктивності виконуваних робіт.

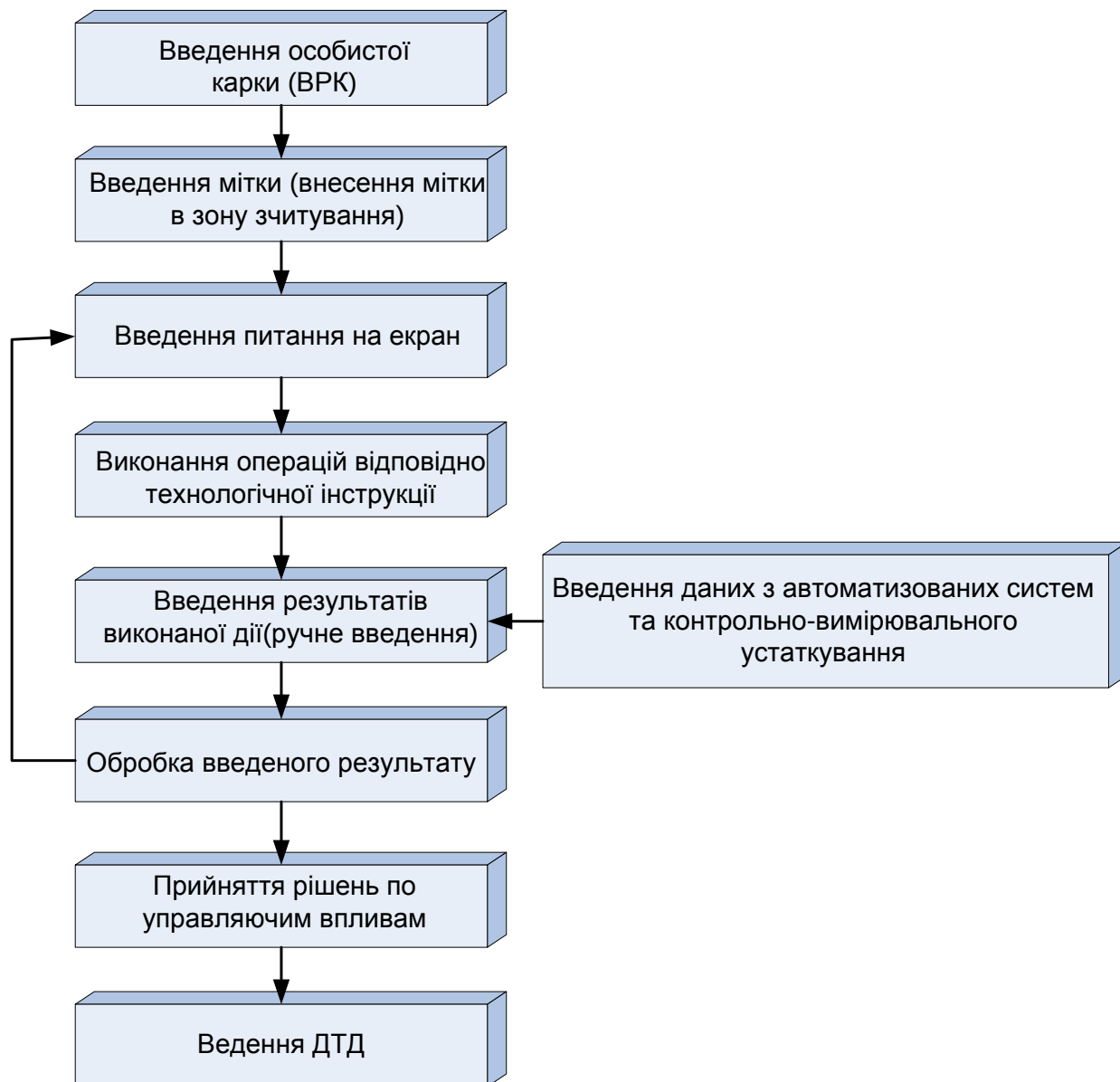


Рисунок 5.9 – Алгоритм роботи системи з використанням пульта введення інформації

Для рішення цього завдання необхідне обґрунтування сукупних показників якості ремонту вузлів і деталей та часу виконання операцій технологічного процесу.

Показник якості ремонту можна визначити як:

$$G_k = \sum_{i=1}^n \frac{g_{fi}}{g_{Ni}} = \sum_{i=1}^n k_i, \quad (5.1)$$

де g_{Ni} – нормована комплексна оцінка виконання i -ої операції;

g_{fi} – фактична комплексна оцінка i -ої операції;

$k_i = g_{fi}/g_{Ni}$ – коефіцієнт, що враховує повноту виконання i -ї операції (ймовірність виконуваних вимірів, точність обробки виробів і т.д.);

n – число операцій технологічного процесу.

Показник часу виконання операцій технологічного процесу визначається у вигляді:

$$U_t = \sum_{i=1}^n \frac{t_{fi}}{t_{Ni}} = \sum_{i=1}^n k_{oi}(2 - k_{oi}), \quad (5.2)$$

де t_{Ni} – нормований час виконання i -ї операції, хв;

t_{fi} – фактичний час виконання операції, хв;

$k_{oi} = t_{fi}/t_{Ni}$ – коефіцієнт, що враховує час виконання i -ї операції технологічного процесу.

Обґрунтуванням форми подання показника U_t є небезпека відхилення коефіцієнта k_{oi} від значення, рівного одиниці. При $k_{oi} < 1$ може бути неякісне виконання операцій, а при $k_{oi} > 1$ відбудеться порушення технологічного процесу.

Комплексний показник якості дорівнює

$$k = \alpha_1 \sum_{i=1}^n k_i + \alpha_2 \sum_{i=1}^n k_{oi}(2 - k_{oi}), \quad (5.3)$$

де α_1, α_2 – коефіцієнти вагомості показників якості.

Для ілюстрації отриманих формул можна побудувати залежності показників якості ремонту G_k і часу виконання операцій U_t від введених коефіцієнтів за умов $k_i = k_{oi} = k$ (рисунок 5.10).

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						110
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

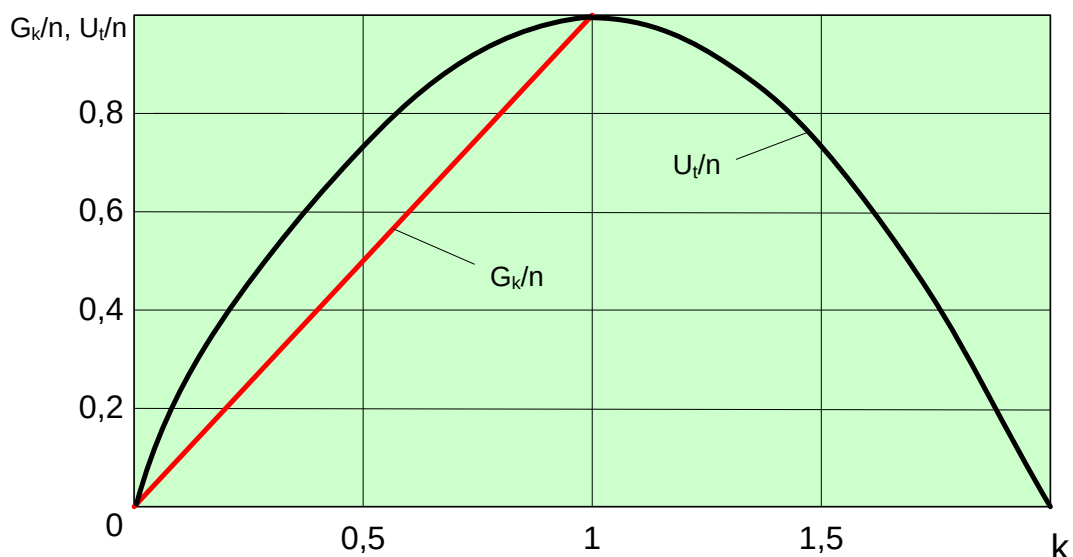


Рисунок 5.10 – Залежність показників якості (G_k) і часу (U_i) виконання операцій від введених коефіцієнтів k

Для обох показників якості необхідно, щоб коефіцієнти k_i та k_{oi} прагнули до одиниці при формуванні керуючих впливів в інтересах підвищення якості ремонту й виконання вимог ритмічності технологічного процесу.

Загальний аналіз алгоритму роботи системи АСК-ТП (рисунок 5.11) можна поширити як на безперервні й напівбезперервні процеси, так і на дискретні з обліком ієрархічності ремонтної технології [5, 37].

При проектуванні АСК-ТП, що реалізує синхронний алгоритм керування, необхідно враховувати, що оцінювані показники якості ремонту вузлів і деталей і часу виконання операцій технологічного процесу можуть бути визначені й враховані не в поточному, а в наступному стані процесу (наприклад, після попередньої статистичної обробки результатів управління процесом).

Використання АСК-ТП дає об'єктивну оцінку виконуваних робіт. Неякісне виконання стає неможливим.

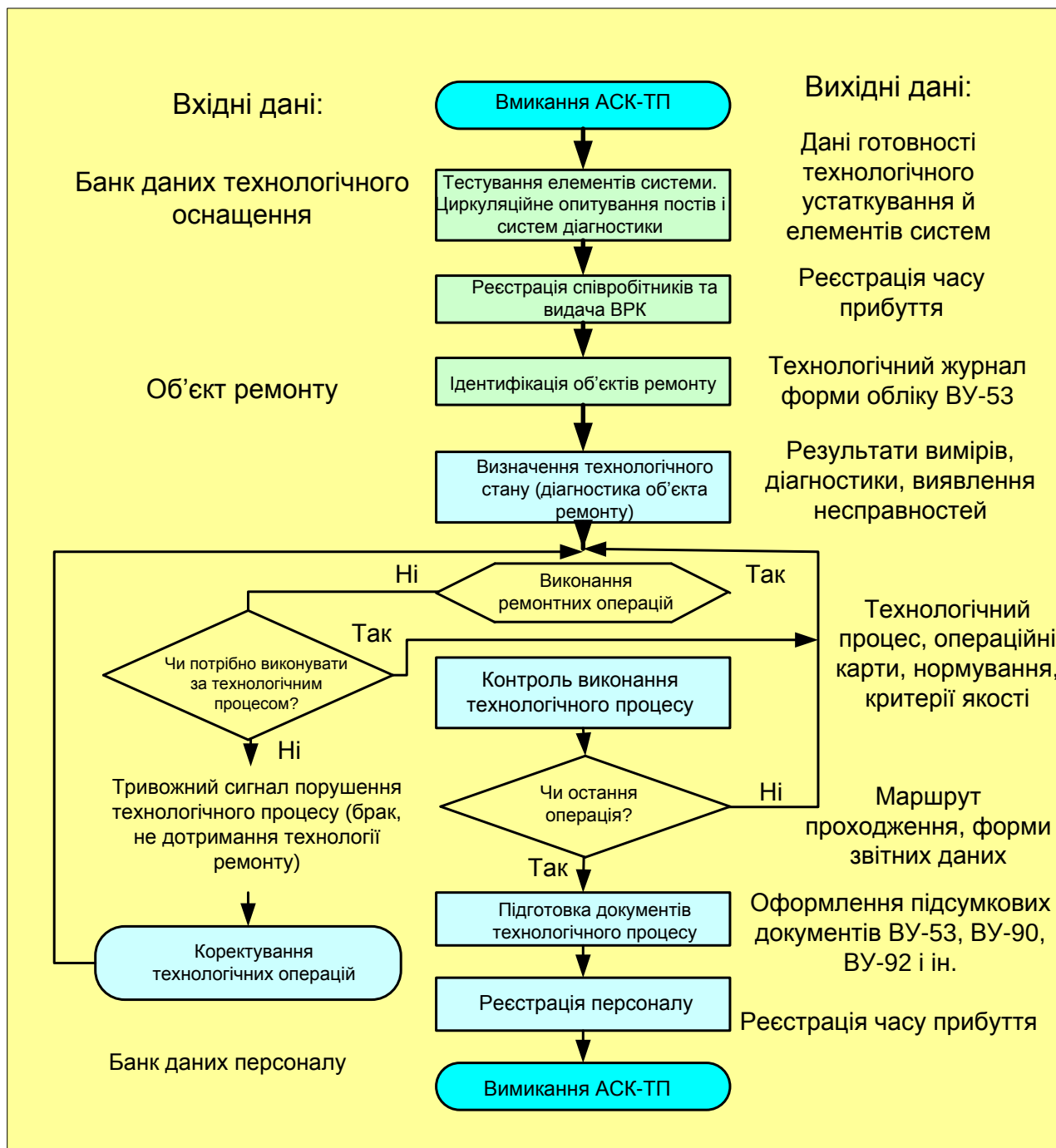


Рисунок 5.11 – Загальна структура системи АСУ-ТП

Схема інформаційних потоків АСК-ТП ремонту вагонів представлена на рисунку 5.12.

Одне тільки зменшення відчеплень вагонів на основі впровадження системи АСК-ТП дозволить скоротити витрати коштів і визволить потужності, необхідні для підтримки працездатності парку вагонів.

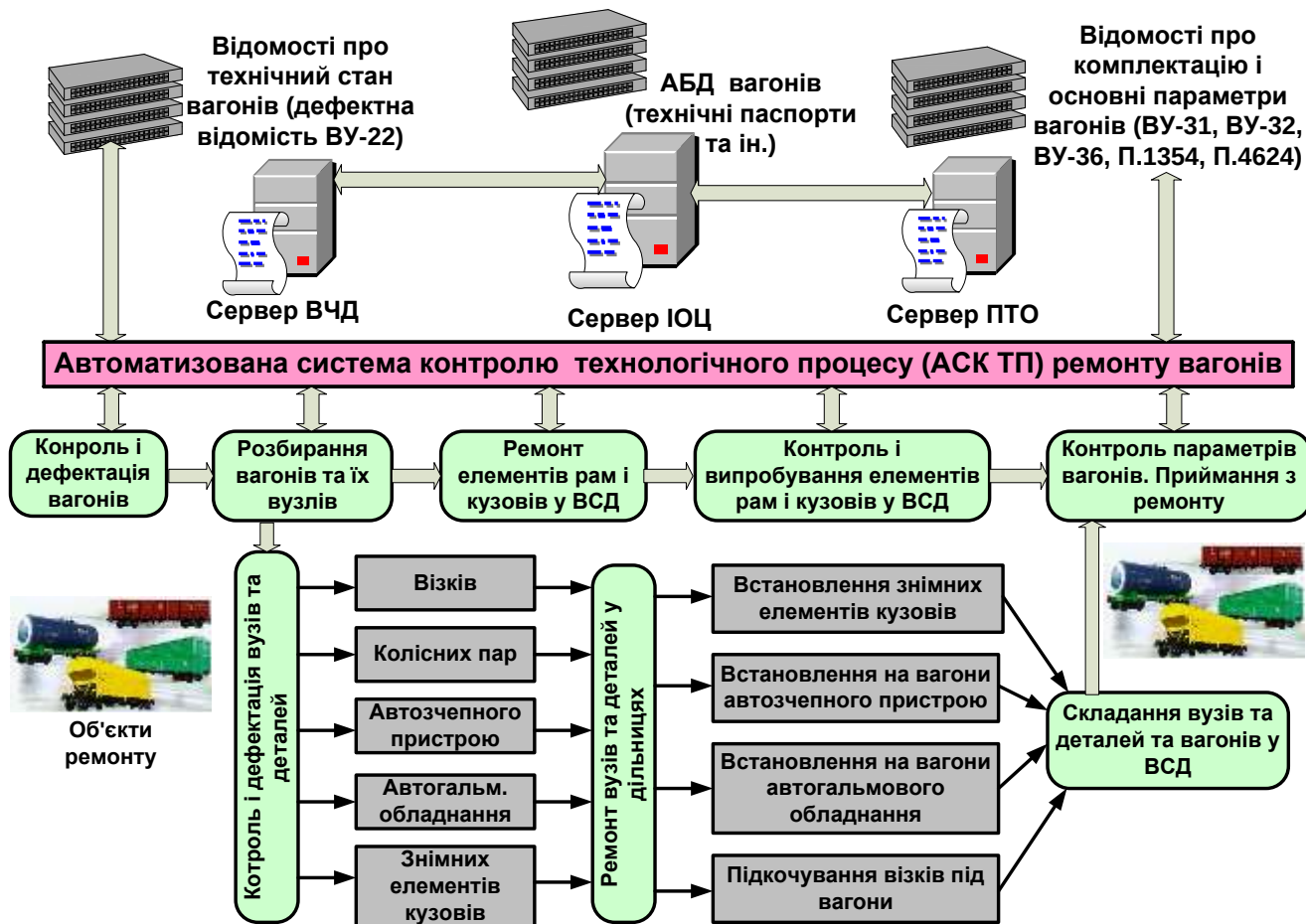


Рисунок 5.12 – Схема інформаційних потоків АСК-ТП ремонту вагонів

Впровадження системи є не тільки організаційно-технічним, але й соціальним, що спрямоване на подолання придбаних протягом багатьох років звичок при виконанні робіт і сформованої психології.

Здійснення пов'язаних із цим заходів повинно супроводжуватися контрольованим підвищенням якості робіт і матеріальним стимулюванням за рахунок економії коштів.

Проведені розрахунки свідчать про наявність значних економічних резервів для підвищення якості ремонтно-відновлювальних робіт і післяремонтного пробігу вагонів.

Одне тільки зменшення відчеплень вагонів на основі впровадження системи АСК-ТП дозволить скоротити витрати коштів і визволить потужності, необхідні для підтримки працездатності парку вагонів.

5.3 Автоматизований контроль якості відремонтованих вагонів в депо

На відміну від систем, що пропонують тільки автоматизований облік, пропонований продукт системи ремонту вагонів призначений в першу чергу для контролю якості відремонтованих вагонів в депо. А цього неможливо добитися без застосування сучасних методів контролю технічного стану всіх критичних вузлів вагону. «Програм он-лайн: ремонт вагонів» забезпечує такий контроль інформаційною і апаратною інтеграцією з приладами неруйнівного контролю і діагностичним устаткуванням, якими оснащується ремонтні депо.

Інформація, що надається системою і використовується в ній, є актуальною, повною і вичерпною для ухвалення виробничих рішень.

Ефективність системи обумовлена зниженням впливу людського чинника за рахунок введення інформації безпосередньо з технологічного устаткування, застосування автоматичного аналізу придатності до ремонту вузлів і деталей, а також автоматичного підбору критичних вузлів і деталей при кінцевому складанні вагонів.

Ідея системи полягає в створенні і русі ремонтного паспорта вагону паралельно технологічному ланцюжку ремонту і наповненні його інформацією про роботи, проведені над вагоном і його вузлами, їх технічне перебування на різних стадіях ремонту, комплектацію вагону, що випускається, якість виконання ремонту, витратах на ремонт і так далі Це у свою чергу дозволяє:

- управляти якістю ремонтів за рахунок покрокового обліку виконуваних робіт, контролю технічного стану вузлів і дотримання технологічних процесів;
- управляти витратами на ремонт за рахунок покрокового обліку витрат при виконанні робіт, регулювання руху ресурсів і їх планування.

При розгляді на нижчому рівні застосування системи теж має свої незаперечні переваги:

- використання електронного документообігу. Адже в кожній дільниці депо

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						114
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

знайдеться з десятків журналів, форм заявок, нарядів і так далі;

- створення і ведення електронного паспорта вагону і його деталей. Паспорт містить вичерпну інформацію про вагон, проведені над ним ремонти, технічний стан до і після кожного ремонту.

Єдиним об'єктом управління, що містить всю інформацію, необхідну для узгодженого управління якістю і витратами – ремонтний паспорт вагону (вузла), що містить дані по вузлу і його технічному стану, проведеним з ним роботам і обсягам витрат по цих роботах.

Весь технологічний ланцюжок від входу вагону в депо до виходу відремонтованого розбита на функціональні ділянки, кожному з яких відповідає своє автоматизоване робоче місце (АРМ). У кожному АРМі основного виробництва відбувається:

- автоматичне (з технологічного устаткування) і ручне (з терміналу) введення даних по виконаних операціях (вимірам, діагностиці, розбірним, відновним, складальним операціям і так далі), витратах на виконання;

- автоматичний і експертний контроль технічного стану вузла, що ремонтується (відповідність допускам, наявність дефектів і так далі) за фактом введення даних вимірів, діагностики і випробувань, ухвалення рішення про подальшу долю вузла;

- автоматичний і експертний контроль дотримання технології виконання операцій (послідовність кроків, норми витрат матеріалів, часу, кваліфікація виконавця, стан устаткування, умови і так далі), ухвалення рішення про якість виконання даної операції і перехід до наступної;

- автоматичний і ручний облік і контроль комплектації вагону (вузла), управління комплектацією;

АРМ ремонтно-комплектувальної дільниці та ін. підрозділів депо призначені для управління технологічними процесами і операціями, ведення обліку ресурсів, управління доступом користувачів в систему. Технолог і конструктор призначають комплектацію вузлів, послідовність операцій з ними, управляють контрольними

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

параметрами. З АРМів центру управління здійснюється моніторинг всього виробничого процесу. У продукті реалізована гнучка система налаштувань технологічних процесів і багаторівнева система розмежування прав доступу.

Як це працює (рисунок 5.13).

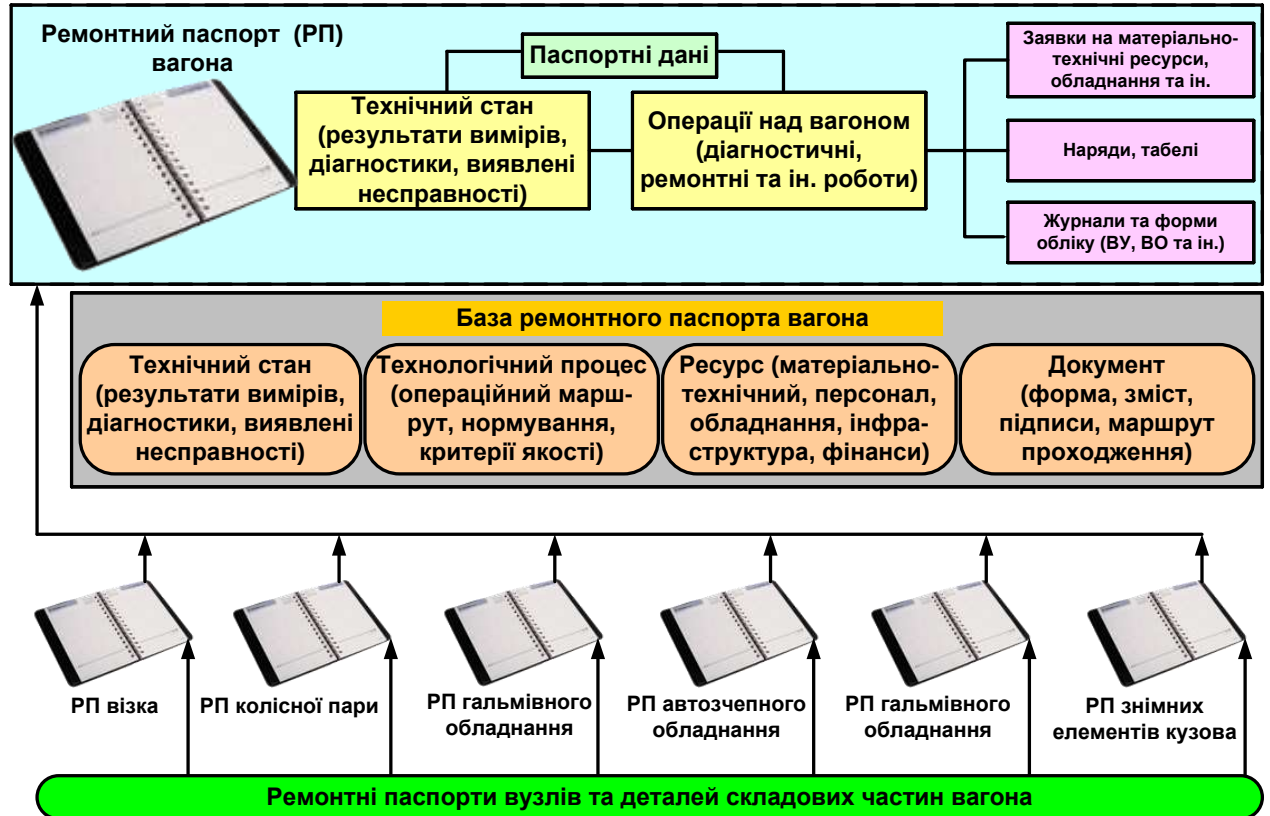


Рисунок 5.13 – Зміст ремонтного паспорта вагона

Вагон готують до ремонту, попутно проводячи реєстрацію вагону, опис його деталей і вузлів. Потім з вагону знімають деталі, викочують візки, направляючи їх у відповідні ремонтні дільниці та відділення. Після закінчення ремонту справні вузли і деталі поступають у вагоноскладальну дільницю.

Нині в більшості вузлів візка не мають унікальних номерів. Разом з тим вимоги до якості ремонту вимушують відстежувати як ремонтується кожен з них. Тому в межах вагоноремонтного депо неномерні вузли отримують тимчасові номери (ярлики з штрих-кодом), які привласнюються їм в процесі зняття з візка. Після цього демонтовані і пронумеровані на час ремонту вузли і литі деталі візка поступають на відповідні ремонтні дільниці.

Інтеграція системи з дефектоскопами і вимірювальними комплексами дозволяє автоматично отримувати результати неруйнівного контролю і аналізувати стан виробів.

На деталі, що поступили у ремонтні дільниці, і вузли за наслідками неруйнівного контролю формуються наряди на усунення виявлених несправностей, а потім автоматично відстежується дотримання всього ремонтного циклу по усуненню кожної несправності.

Система фіксує в числі справних деталі, відремонтовані і перевірені. Із списку придатних до експлуатації виробів автоматично формуються комплекти з урахуванням геометричних, вікових і інших особливостей кожної деталі і відповідно до вимог до вузлів і деталей, що пред'являються при установці на конкретний вагон.

У кожній дільниці АРМ система автоматично веде журнал вузлів і деталей, що знаходяться в зоні відповідальності дільниці, показуючи поточну операцію, що здійснюється з кожною з деталей.

Ремонтні паспорти всіх вузлів і деталей, які формуються і ведуться впродовж всього ремонтного циклу, при складанні деталей у вузли і при постановці на вагон «зливаються» в загальний ремонтний паспорт вагону, надаючи керівникові або приймальникові вагонів можливість переконатися в якості ремонтних робіт, виконаних на вагоні і його вузлах. Доступ до такої інформації організовується по мережі, тому керівник може оцінювати роботу депо як зі свого кабінету, так і знаходячись далеко за його межами.

На практиці фізично реалізація проекту виглядає так. На підприємстві встановлюються і з'єднуються в мережу один сервер додатків і термінали-клієнти. На сервері додатків може бути встановлене до 10 логічних серверів системи «Програм он-лайн: ремонт вагонів», кожен з яких буде сполучений зі «своїми» терміналами.

В ролі терміналів-клієнтів можуть виступати звичайні ПК або спеціалізовані кіоски (рисунок 5.14).

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						117
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 5.14 – Введення інформації в РП за допомогою спеціалізованого кіоску

На одному терміналі може бути здійснений доступ до декількох АРМ. Кіоски з АРМми основного виробництва призначені для установки в дільницях депо. Технологічне устаткування підключається безпосередньо до кіосків. Також як термінали-клієнти можуть бути використані мобільні пристрої.

Таким чином, автоматизованими (а це означає, що зменшений людський чинник і підвищений контроль над трудовою дисципліною) виявилися самі проблемні операції ремонту [15, 16, 21]:

- реєстрація параметрів вузлів і деталей вагонів і здійснюваних з ними операцій;
- відновних робіт на вагоні відповідно до інструкцій, що діють, і згідно технологічним процесам;
- контроль дотримання технології ремонту вагонів;
- підбір вузлів і деталей візків, елементів кузова і інших частин вагонів з урахуванням безлічі вимог;

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						118
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вихідний контроль ходових частин, ударно-тягових приладів, гальм, кузовів вагонів в зв'язці з вимірювальними приладами і приладами НК.

5.4 Висновки за розділом 5

До заходів підвищення ефективності роботи ремонтного вагонного депо за рахунок інноваційних технологій в сучасних умовах належить впровадження нового енергоефективного обладнання, такого як: установки для правки люків напіввагонів; портативного плазменого апарату для зварювання та різки металів; вагоноремонтної машини для виправлення металевих елементів кузова і рами; вантажоведучого конвеєру та інше.

Для підвищення якості ефективності роботи ремонтного вагонного депо, його продуктивності й рентабельності запропонована багаторівнева автоматизована система контролю технологічних процесів (АСК ТП), що реалізуються на базі автоматизації збору й обробки даних про хід виконання окремих технологічних операцій, яка буде сприяти підвищенню якості роботи вагоноремонтних підприємств, їх продуктивності й рентабельності, керованості технологічних процесів. Використання АСК-ТП дасть об'єктивну оцінку виконуваних робіт. Неякісне виконання стане неможливим.

Окремим порядком пропонується використання автоматизованого контролю якості відремонтованих вагонів в депо.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						119
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 Розрахунок економічного ефекту від впровадження енергоефективного обладнання у ремонтному вантажному вагонному депо

6.1 Коротка характеристика запропонованого технічного заходу

До заходів підвищення ефективності роботи ремонтного вагонного депо в сучасних умовах належить впровадження сучасного енергоефективного обладнання для виконання ремонтних робіт. Реалізація таких заходів спрямована на підвищення продуктивності праці, зниження енерго- та матеріалоємності виробництва, покращення умов і безпеки праці, а також зменшення негативного впливу виробничих процесів на навколишнє середовище. Це забезпечує отримання економічного та соціального ефекту.

У магістерській роботі при розробці організації та технології ремонту вантажних вагонів у вагоноскладальній ділянці (ВСД) депо передбачається впровадження сучасного енергоефективного обладнання для ремонту кузовів вантажних напіввагонів.

Упровадження такого обладнання дає змогу знизити трудомісткість ремонтних робіт, підвищити якість виконання технологічних операцій, збільшити продуктивність праці, покращити умови праці персоналу та забезпечити економію енергоресурсів. У результаті очікується підвищення техніко-економічних показників роботи як вагоноскладальної ділянки, так і вагонного депо в цілому.

6.2 Методика розрахунку економічного ефекту

Економічний ефект від здійснення заходу визначається відповідно умовам ремонту вантажних вагонів за розрахунковий період і визначається за формулою

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						120
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_T = P_T - Z_T, \quad (6.1)$$

де E_T – економічний ефект від реалізації заходу в цілому за розрахунковий період, грн.;

P_T – вартісна оцінка сукупних результатів (вигоди) від реалізації проєкту за розрахунковий період, грн.;

Z_T – вартісна оцінка сукупних витрат на реалізацію проєкту за розрахунковий період, грн.

Економічний ефект з урахуванням приведення до розрахункового року визначається за формулою

$$E_T = \sum_{t=1}^n E_t \cdot \alpha_t = \sum_{t=1}^n (P_t - Z_t) \alpha_t, \quad (6.2)$$

де E_t – економічний ефект від здійснення заходу в році t розрахункового періоду, грн.;

P_t – вартісна оцінка результатів (вигоди) від здійснення проєкту в році t розрахункового періоду, грн.;

Z_t – вартісна оцінка витрат на здійснення заходу в році t розрахункового періоду, грн.;

n – кількість років розрахункового періоду;

α_t – коефіцієнт приведення результатів і затрат різних років до розрахункового року.

Вартісна оцінка результатів (вигоди) від здійснення проєкту в році t розрахункового періоду визначається доходами, що будуть отримані від його реалізації.

Отримання доходів від впровадження сучасного обладнання для ремонту кузовів вантажних напіввагонів у ВСД не передбачається.

Вартісна оцінка витрат на здійснення заходу в році t розрахункового періоду складається з одноразових витрат K_t , поточних витрат B_t та ліквідаційної вартості L_t і визначається за формулою

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						121
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_t = K_t + B_t - L_t. \quad (6.3)$$

При визначенні економічного ефекту вартісну оцінку результатів (вигод) і витрат, що отримані в будь-якому році розрахункового періоду, слід приводити до розрахункового року. Розрахунковим роком слід приймати перший або останній рік розрахункового періоду проєкту. Зазвичай за розрахунковий приймається рік початку використання технічного заходу. Приведення результатів і витрат року t до першого року розрахункового періоду проєкту називається дисконтуванням, а до останнього року розрахункового періоду – компаундуванням.

З цією метою для кожного року t розрахункового періоду проєкту визначається відповідний коефіцієнт приведення (α_t)

Коефіцієнт приведення визначається за формулою

$$\alpha_t = (1 + E_n)^{t_p - t_k}, \quad (6.4)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт приведення, приймаємо 0,1;

t_p – розрахунковий рік;

t_k – рік витрати якого приводяться до розрахункового року.

Період повернення одноразових витрат при відсутності доходної частини у формуванні економічного ефекту визначається за умови

$$\sum_{t=1}^{t_{п.о.в}} (\Delta B_t \cdot \alpha_t) \geq \sum_{t=1}^{t_{п.о.в}} (K_t \cdot \alpha_t), \quad (6.5)$$

де ΔB_t – економія поточних витрат в році t розрахункового періоду, грн.;

$t_{п.о.в}$ – рік повернення одноразових витрат.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						122
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.3 Розрахунок одноразових витрат та ліквідаційної вартості

Нормативний термін експлуатації обладнання, яке буде придбано в 2026 році складає 10 років, а його вартість з урахуванням витрат на придбання, транспортування, монтаж і налагодження наведена в таблиці 6.1.

Після завершення проєкту в 2035 році це обладнання підлягає списанню, демонтажу і відправленню в металобрухт.

Ліквідаційне сальдо – кошти, що отримані від продажу металобрухту за вирахуванням поточних витрат на ліквідацію комплексу. Ліквідаційне сальдо за устаткування, відправлене в металобрухт, дорівнюватиме 5 % його первісної вартості, що складає $1137,756 \times 0,05 = 56,888$ тис. грн.

Таблиця 6.1 – Розрахунок одноразових витрат

Найменування нового обладнання	Вимірювач	Кількість одиниць	Вартість обладнання, тис. грн.
Установка для правки кришок люків напіввагонів	одиниць	1	578,211
Плазмовий апарат для зварювання та різки металів	одиниць	1	559,545
Разом	-	-	1137,756

6.4 Розрахунок поточних витрат від впровадження сучасного обладнання для ремонту вантажних вагонів

При розрахунку поточних витрат враховуємо лише витрати, які пов'язані безпосередньо з виконанням ремонтних робіт у ВСД вантажного вагонного депо.

Програма ремонту вантажних вагонів у ВСД вагонного депо складає 612 вантажних напіввагонів за рік.

До складу поточних витрат входять прямі виробничі витрати: на матеріали на технологічні цілі, паливо на технологічні цілі, електроенергію на технологічні цілі, основну та додаткову заробітну плату виробничих робочих, відрахування на соціальні заходи, інші, а також непрямі витрати: загальновиробничі та адміністративні.

Розрахунок прямих виробничих витрат на матеріали для ремонту кузова вантажного вагона у ВСД наведено в таблиці 6.1.

Прямі виробничі витрати на електроенергію на технологічні цілі для ремонтних робіт кузова напіввагона вагона складають 4589,63 грн.

Прямі виробничі витрати на стиснене повітря на технологічні цілі для фарбувально-очисних робіт кузова вантажного вагона складають 2875,36 грн.

Річні прямі виробничі витрати на основну заробітну виробничих робочих визначається за формулою

$$B_{o.z.p} = Ч \cdot ГТС \cdot T_{c.m} \cdot 12, \quad (6.6)$$

де Ч – чисельність виробничих робочих для виконання технологічної операції, чол.;

ГТС – середня годинна тарифна ставка, грн.;

$T_{c.m}$ – середньомісячна норма робочого часу одного робочого, год.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						124
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1 – Прямі виробничі витрати на матеріали для ремонту кузова вантажного напіввагона

Найменування матеріалу	Одиниця виміру	Ціна за одиницю, грн.	Норма витрати, од.	Витрати на один вагон, грн.
Швелер 6,5У СтЗкп	кг	58,69	4,0	234,76
Швелер 88 сталь 09Г2Д	кг	69,36	5,0	346,8
Швелер 8У СтЗкп	кг	45,85	5,0	229,25
Швелер 14У СтЗкп	кг	51,23	0,8	40,98
Круг 32 СтЗкп	кг	39,26	0,8	31,41
Круг 32 Ст5пс	кг	43,69	2,0	87,38
Круг 34 Ст5пс	кг	44,69	2,0	89,38
Круг 38 СтЗкп	кг	42,31	1,5	63,47
Круг 38 Ст5пс	кг	45,38	1,5	68,07
Кутик 50×50×5 СтЗсп	кг	44,63	0,7	31,24
Кутик 63×63×6 СтЗсп	кг	45,87	12,0	550,44
Кутик 75×75×8 СтЗкп	кг	47,99	1,5	71,99
Кутик 100×63×8-10 СтЗсп	кг	48,96	3,2	156,67
Круг 20 СтЗкп	кг	38,62	4,0	154,48
Лист 4 СтЗсп	кг	43,56	49,0	2134,44
Лист 4 сталь 09Г2Д	кг	58,69	49,0	2875,81
Лист рифлений 4 СтЗсп	кг	69,52	51,0	3545,52
Лист 5 сталь 09Г2Д	кг	78,63	10,0	786,3
Лист 8 СтЗсп, кп	кг	46,32	17,0	787,44
Труба 27×3,2 сталь 20	кг	68,95	2,0	137,9
Труба 28×5,5 сталь 20	кг	74,22	1,5	111,33
Дріт загального призначення Ø 0,8 мм	кг	68,63	4,15	284,81
Дріт загального призначення Ø 1,6-2 мм	кг	63,55	4,15	263,73
Дріт загального призначення	кг	65,45	4,15	271,62
Електроди зварювальні Тип Э42 Ø 4-5 мм	кг	95,63	10	956,3
Електроди зварювальні Марка АНР-3 Ø 4 мм	кг	105,21	0,65	68,39
Електроди зварювальні Марка АНО-4 Ø 4-5 мм	кг	110,79	5,6	620,42
Разом				15005,33

Розрахунок річних прямих витрат на основну заробітну плату виробничих робочих до впровадження та після впровадження комплексу виконаємо у табличній формі (таблиці 6.2 і 6.3).

Додаткова заробітна плата визначається у відсотках від основної заробітної плати виробничих робочих. За даними вантажного вагонного депо приймаємо 157,98%.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						125
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.2 – Річні прямі виробничі витрати на основну заробітну плату виробничих робочих до впровадження сучасного обладнання для ремонту кузовів вантажних напіввагонів у ВСД

Професія	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Середньомісячна норма робочого часу одного робочого, год.	Річні витрати на основну заробітну плату, грн.
Зварювальник	6	57,54	160	110476,8
Слюсар з ремонту рухомого складу	2	34,58	160	66393,6
Слюсар з ремонту рухомого складу	3	38,84	160	74572,8
Слюсар з ремонту рухомого складу	4	44,21	160	84883,2
Слюсар з ремонту рухомого складу	5	50,46	160	96883,2
Шпаклівник	4	44,21	160	84883,2
Маляр	5	50,46	160	96883,2
Кранівник	5	50,46	160	96883,2
Разом				711859,2

Таблиця 6.3 – Річні прямі виробничі витрати на основну заробітну плату виробничих робочих після впровадження сучасного обладнання для ремонту кузовів вантажних напіввагонів у ВСД

Професія	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Середньомісячна норма робочого часу одного робочого, год.	Річні витрати на основну заробітну плату, грн.
Зварювальник	4	44,21	160	84883,2
Слюсар з ремонту рухомого складу	2	34,58	160	66393,6
Слюсар з ремонту рухомого складу	3	38,84	160	74572,8
Слюсар з ремонту рухомого складу	4	44,21	160	84883,2
Слюсар з ремонту рухомого складу	3	38,84	160	74572,8
Шпаклівник	4	44,21	160	84883,2
Маляр	5	50,46	160	96883,2
Кранівник	4	44,21	160	84883,2
Разом				651955,2

Прямі виробничі витрати на основну заробітну плату виробничих робочих в розрахунку на один вагон при річному обсязі ремонтів 612 напіввагонів

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						126
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

складають:

– до впровадження сучасного обладнання для ремонту кузова напіввагона у
ВСД

$$\frac{711859,2}{612} = 1163,17 \text{ грн.}$$

– після впровадження сучасного обладнання для ремонту кузова
напіввагона у ВСД

$$\frac{651955,2}{612} = 1065,29 \text{ грн.}$$

Витрати на додаткову заробітну плату виробничих робочих в розрахунку на
один вагон складають:

– до впровадження сучасного обладнання для ремонту кузова напіввагона у
ВСД

$$\frac{1163,17 \cdot 157,98}{100} = 1837,58 \text{ грн.};$$

– після впровадження сучасного обладнання для ремонту кузова
напіввагона у ВСД

$$\frac{1065,29 \cdot 157,98}{100} = 1682,95 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні заходи (єдиний соціальний внесок 22% від
основної та додаткової заробітної плати) складають

– до впровадження сучасного обладнання для ремонту кузова напіввагона у
ВСД

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						127
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{(1163,17 + 1837,58) \cdot 22}{100} = 660,70 \text{ грн.};$$

– після впровадження сучасного обладнання для ремонту кузова напіввагона у ВСД

$$\frac{(1065,29 + 1682,95) \cdot 22}{100} = 604,61 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати за даними вантажного вагонного депо становлять 168,4% від витрат на основну заробітну плату виробничих робочих і складають:

– до впровадження сучасного обладнання для ремонту кузова напіввагона у ВСД

$$\frac{1163,17 \cdot 1,684}{100} = 1958,78 \text{ грн.};$$

– після впровадження сучасного обладнання для ремонту кузова напіввагона у ВСД

$$\frac{1065,29 \cdot 168,4}{100} = 1793,95 \text{ грн.}$$

Адміністративні витрати за даними вантажного вагонного депо становлять 180% від витрат на основну заробітну плату виробничих робочих і складають:

– до впровадження сучасного обладнання для ремонту кузова напіввагона у ВСД

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						128
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{1163,17 \cdot 180}{100} = 2093,71 \text{ грн.};$$

– після впровадження сучасного обладнання для ремонту кузова напіввагона у ВСД

$$\frac{1065,29 \cdot 180}{100} = 1917,52 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку поточних витрат на використання сучасного обладнання для ремонту кузова напіввагона у ВСД наведено у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Результати розрахунку поточних витрат на використання сучасного обладнання для ремонту кузова напіввагона у ВСД

Стаття витрат	Сума витрат, грн.	
	до впровадження комплексу	після впровадження комплексу
Матеріали	15005,53	15005,53
Електроенергія	4589,63	4589,63
Стиснене повітря	2875,36	2875,36
Основна заробітна плата виробничих робочих	1163,17	1065,29
Додаткова заробітна плата виробничих робочих	1837,58	1682,95
Відрахування на соціальні заходи (єдиний соціальний внесок)	660,17	604,61
Загальновиробничі витрати	1958,78	1793,95
Адміністративні витрати	2093,71	1917,52
Разом	30183,93	29534,84

Економія поточних витрат на одиницю сучасного обладнання для ремонту кузовів напіввагонів у ВСД складає $30183,93 - 29534,84 = 649,09$ грн. або на річну програму $649,09 \times 612 = 397,243$ тис. грн.

Результати розрахунку економічного ефекту від впровадження сучасного обладнання для ремонту кузовів напіввагонів у ВСД, а також визначення періоду повернення одноразових витрат зводимо в таблицю 6.5.

Таблиця 6.5 – Розрахунок економічного ефекту від впровадження сучасного обладнання для ремонту кузовів напіввагонів у ВСД

Рік	Одноразові витрати, тис. грн.	Річна економія поточних витрат, тис. грн.	Ліквідаційна вартість, тис. грн.	Економічний ефект, тис. грн.	Коефіцієнт приведення	Приведений економічний ефект, тис. грн.	Теж наростаючим підсумком, тис. грн.
2026	1137,756	397,243		-740,51	1	-740,51	-740,51
2027		397,243		397,243	0,909	361,094	-379,416
2028		397,243		397,243	0,826	328,123	-51,293
2029		397,243		397,243	0,751	298,329	247,036
2030		397,243		397,243	0,683	271,317	518,353
2031		397,243		397,243	0,621	246,688	765,041
2032		397,243		397,243	0,564	224,045	989,086
2033		397,243		397,243	0,513	203,786	1192,872
2034		397,243		397,243	0,467	185,512	1378,384
2035		397,243	56,888	397,243	0,424	168,431	1546,815
Разом	1137,756	3972,43	56,888	2834,677		1546,815	

Графік зміни економічного ефекту за роками розрахункового періоду наведено на рисунку 6.1.

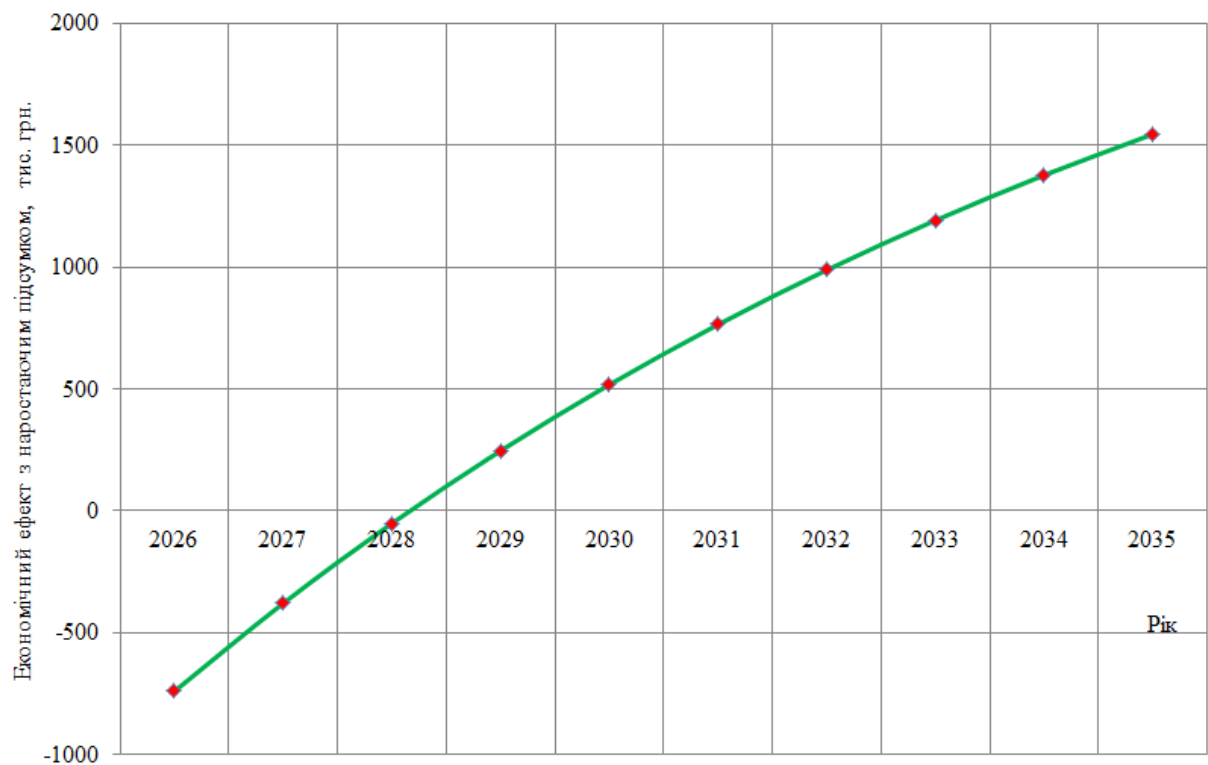


Рисунок 6.1 – Графік зміни економічного ефекту за роками розрахункового періоду

6.5 Висновки за розділом 6

1. Результати проведених техніко-економічних розрахунків показали, що одноразові капітальні витрати, пов'язані з упровадженням сучасного енергоефективного обладнання для ремонту кузовів напіввагонів у вагоноскладальній дільниці (ВСД), є економічно обґрунтованими та окупляться протягом четвертого року розрахункового періоду. Відповідно до отриманих результатів, повне повернення інвестованих коштів очікується у 2029 році. Досягнення такого результату забезпечується за рахунок підвищення продуктивності праці, скорочення трудомісткості ремонтних операцій, зниження витрат енергоресурсів та підвищення якості виконання ремонтних робіт.

2. За результатами виконаних економічних розрахунків встановлено, що

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						131
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

впровадження сучасного обладнання для ремонту кузовів напіввагонів у вагоноскладальній дільниці забезпечує позитивний економічний ефект у розмірі 1546,815 тис. грн за розрахунковий період тривалістю 10 років. Отриманий економічний ефект досягається внаслідок зменшення експлуатаційних витрат, підвищення ефективності використання виробничих ресурсів, скорочення простоїв вагонів у ремонті та покращення організації технологічного процесу. Упровадження сучасного обладнання також сприяє підвищенню техніко-економічних показників роботи вагоноскладальної дільниці та ремонтного вагонного депо в цілому.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						132
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні висновки та пропозиції

1 Проведений аналіз існуючої виробничої бази вагонного ремонтного депо показав, що на теперішній час депо переважно забезпечує виконання функцій, необхідних для реалізації фактичних технологічних процесів і ремонтних операцій. Організація роботи у базовому депо передбачає виконання ремонту вагонів шляхом заміни несправних деталей і вузлів відремонтованими раніше або новими, а також дотримання нормативної тривалості простою вагонів у ремонті відповідно до вимог технологічного процесу.

Разом з тим, актуальною залишається проблема підвищення якості ремонту вагонів за рахунок удосконалення організації виробництва та впровадження сучасних технологічних процесів. Вирішення зазначеної проблеми сприятиме підвищенню технологічної дисципліни, стабільності виробничих процесів та забезпеченню належного рівня якості ремонту рухомого складу.

З метою усунення існуючих недоліків у якості ремонту вантажних вагонів на вагоноремонтних підприємствах проводяться роботи щодо впровадження нових технічних засобів і технологій. Однак темпи впровадження сучасних технологічних рішень залишаються недостатніми порівняно з темпами розвитку технічних засобів і методів, що забезпечують підвищення ефективності та якості ремонту.

Одним із основних напрямів розв'язання зазначеної проблеми є перехід на сучасні інноваційні та ресурсозберігаючі технології ремонту. Важливим етапом удосконалення роботи вагонних ремонтних депо є інтенсифікація розроблення та впровадження методів і засобів інформаційних технологій, що базуються на широкому застосуванні діагностування технічного стану вузлів і деталей під час виконання планових ремонтів.

2 Запропонована сучасна організація роботи базового вагонного депо передбачає виконання ремонту вагонів шляхом заміни несправних деталей і вузлів раніше відремонтованими або новими, дотримання встановлених

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						133
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічним процесом строків їх перебування у ремонті, забезпечення ритмічності випуску вагонів з ремонту та високого рівня механізації всіх операцій технологічного процесу.

З метою підвищення продуктивності праці, покращення якості ремонту вантажних вагонів, їх вузлів і деталей, а також зниження собівартості ремонтних робіт, у депо передбачається широке застосування комплексної механізації та автоматизації технологічних процесів.

Вибір обладнання для дільниць виконується з урахуванням досвіду роботи передових вагонних депо та сучасних вимог до організації ремонтного виробництва. До впровадження приймається високопродуктивне технологічне обладнання, яке забезпечує підвищення ефективності виконання ремонтних операцій.

Розрахунок потреби у робочій силі для дільниць (відділень) вагонного депо здійснюється на основі технологічного процесу з установленими нормами часу на виконання операцій та заданої виробничої програми.

Визначення основних розмірних параметрів дільниць і відділень (довжини, ширини та висоти) виконується залежно від обсягу ремонту вагонів і їх вузлів, прийнятої організації виробництва та кількості основного технологічного обладнання.

З Сучасна організація роботи та технологія ремонту вагонів у вагоноскладальній дільниці депо передбачає виконання ремонтних операцій шляхом заміни несправних деталей і вузлів раніше відремонтованими або новими, дотримання встановлених технологічним процесом строків перебування вагонів у ремонті, забезпечення ритмічного випуску рухомого складу з ремонту, високий рівень механізації всіх операцій технологічного процесу, а також неухильне дотримання вимог охорони праці та пожежної безпеки.

Рациональна організація роботи вагоноскладальної дільниці спрямована на забезпечення стабільності технологічного процесу, підвищення якості ремонту та зменшення простою вагонів у ремонті, що є необхідною умовою підвищення ефективності роботи вагонного депо в цілому.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						134
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 У якості об'єкта моделювання прийнято складну організаційно-технічну систему – інноваційний технологічний процес ремонту вантажних вагонів та їх складових частин, який за своїми властивостями належить до класу великих систем.

В основу розроблення моделі інноваційного технологічного процесу ремонту вантажних вагонів та їх складових частин покладено блочно-ієрархічний підхід, який широко застосовується при описі складних технічних і виробничих систем та на даний час є одним із найбільш ефективних методів їх формалізації.

На основі теоретичних положень теорії систем і методів системного аналізу розроблено загальні підходи до побудови моделі інноваційного технологічного процесу ремонту вантажних вагонів та їх складових частин на вербальному та структурному рівнях. Це дозволяє формалізувати взаємозв'язки між окремими елементами технологічного процесу та оцінити їх вплив на загальну ефективність ремонту.

У ході дослідження розглянуто теоретичні передумови до визначення раціональної періодичності ремонту вантажних вагонів. Встановлено, що зменшення міжремонтного пробігу дозволяє підвищити технічну надійність рухомого складу, однак при цьому призводить до зростання витрат на виконання ремонтних робіт, що потребує пошуку оптимального співвідношення між надійністю та економічною ефективністю.

5 До основних заходів підвищення ефективності роботи ремонтного вагонного депо в сучасних умовах належить впровадження інноваційних та енергоефективних технічних засобів, зокрема: установок для правки люків напіввагонів, портативних плазмових апаратів для зварювання та різання металу, вагоноремонтних машин для виправлення металевих елементів кузова і рами, вантажоведучих конвеєрів та іншого сучасного технологічного обладнання.

3 метою підвищення якості роботи ремонтного вагонного депо, його продуктивності та рентабельності запропоновано впровадження багаторівневої автоматизованої системи контролю технологічних процесів (АСК ТП), що реалізується на основі автоматизації збору та обробки інформації про хід

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						135
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконання окремих технологічних операцій. Використання такої системи забезпечує підвищення керованості технологічних процесів, об'єктивність оцінювання виконаних робіт та зменшення ймовірності неякісного виконання ремонтних операцій.

Додатково пропонується застосування автоматизованої системи контролю якості відремонтованих вагонів у депо, що дозволить підвищити рівень технічної надійності рухомого складу та забезпечити відповідність результатів ремонту встановленим нормативним вимогам.

6 Виконано економічне обґрунтування доцільності впровадження запропонованого енергоефективного технологічного обладнання при виконанні планових видів ремонту вантажних вагонів на виробничій базі вагонного депо. Оцінювання ефективності здійснювалося з урахуванням капітальних витрат на придбання та встановлення обладнання, експлуатаційних витрат, витрат на енергоресурси, а також зміни продуктивності праці та тривалості виконання технологічних операцій.

У процесі розрахунків визначено очікуване зниження собівартості ремонту за рахунок скорочення витрат електроенергії, зменшення трудомісткості ремонтних робіт, підвищення рівня механізації та скорочення часу простою вагонів у ремонті. Також, враховано підвищення якості виконання технологічних операцій, що сприяє зменшенню повторних ремонтів та додаткових витрат, пов'язаних з усуненням дефектів.

Проведені техніко-економічні розрахунки показали, що впровадження нового енергоефективного обладнання забезпечує підвищення продуктивності роботи вагонного депо, зниження експлуатаційних витрат та покращення економічних показників ремонтного виробництва. Отримані результати підтверджують доцільність використання запропонованих технічних рішень при організації планового ремонту вантажних вагонів.

					МКРВР. 01750. 05. 00 ПЗ	Арк.
						136
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. Вагони вантажні. Система технічного обслуговування та ремонту за технічним станом: СТП 04-010:2018: затв. нак. АТ «Укрзалізниця» від 08.08.2019 р. №519. 2018. 25 с.

2. Вагони вантажні залізниць колії 1520 мм. Правила з технічного обслуговування з відчепленням: СТП 04-021:2020. Протокол № Ц-45/83 Ком. т. засідання правління АТ «Укрзалізниця» від 01.10.2020 р. 2020. 65 с.

3. Вагони вантажні. Технічне обслуговування правила з підготовки вантажних вагонів до перевезень: СТП 04-102: 2021. Протокол № Ц-56/56 Ком. т. засідання правління АТ «Укрзалізниця» від 20.05.21 р. 2021. 58 с.

4. Борзилов І. Д. Технологія технічного обслуговування та ремонту вагонів: Т.1: підруч. Харків: УкрДАЗТ, 2003. 246 с.

5. Равлюк В. Г. Передовий досвід технічного утримання вагонів: конспект лекцій. Харків: УкрДУЗТ, 2018. Ч. 1. 58.

6. Шамагін В. О., Ареф'єв М. Ф., Пасько В. Н. Технологія ремонту рухомого складу: навч. посіб.: у двох томах. Т.1. Київ: Дельта, 2008. 479 с.

7. Шамагін В. О., Ареф'єв М. Ф., Пасько В. Н. Технологія ремонту рухомого складу: навч. посіб.: у двох томах. Т.2. Київ: Дельта, 2008. 396 с.

8. Борзилов І. Д., Равлюк В. Г., Рибін А. В. Технологія вагонобудування та ремонту вагонів. Змістовний модуль 1 «Технологія ремонту основних вузлів вагонів»: конспект лекцій. Харків: УкрДУЗТ, 2018. 61 с.

9. Равлюк В. Г. Передовий досвід технічного утримання вагонів: конспект лекцій. Харків: УкрДУЗТ, 2018. Ч. 2. 58.

10. Равлюк В. Г. Передовий досвід технічного утримання вагонів: конспект лекцій. Харків: УкрДУЗТ, 2021. Ч. 3. 99.

11. Методичні вказівки по технічному оснащенню виробничих підрозділів вагонного господарства з ремонту та експлуатації вантажних вагонів : метод. вказ.

					МКРВР. 01750. 05. 00. ПЗ	Арк.
						137
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Київ: 2003. 106 с.

12. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проєктної документації на будівництво. Чинний (зі змінами). – Київ: Мінрегіон України, 2014. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3143805908987937985 (дата звернення: 05.04.2026).

13. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. Чинний. – Київ: Мінрегіон України, 2019. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/b_2_2_12/1-1-0-1802 (дата звернення: 05.04.2026).

14. Равлюк В. Г. Методичні вказівки до виконання самостійної (контрольної) роботи з дисципліни «Сучасні технології експлуатації та відновлення вагонів». Харків: УкрДУЗТ, 2022. 32 с.

15. ДСТУ Б В.2.2-10:2016. Будівлі і споруди. Промислові підприємства. Основні положення. Чинний. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 10 с.

16. Катренко Л. А., Кіт Ю. В., Пістун І. П. Охорона праці: навч. посіб. / – 3-тє вид., перероб. і доп. Суми : ВТД «Університетська книга», 2009. 540 с.

17. Правила технічної експлуатації залізниць України: ЦШ-0001: Затв. М-вом трансп. та зв'язку України нак. від 20.12.1996. №411. Київ: ТОВ «Видавничий дім «Сам», 2003. 133 с.

18. Мартинов І. Е., Равлюк В. Г. Вагоноремонтні машини та обладнання: навч. посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2012. Ч. 1. 156 с.

19. Мартинов І. Е., Равлюк В. Г. Вагоноремонтні машини та обладнання: навч. посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2013. Ч. 2. 108 с.

20. Балака Є. І., Зоріна О. І., Колеснікова Н. М., Писаревський І. М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: навчальний посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2005. 210 с.

21. Волошин Д. І., Волошина Л. В. Організація та планування виробництва в умовах вагоноремонтних підприємств: навч. посібник. Харків: УкрДУЗТ, 2021. Ч. 1. 145 с.

22. Горбенко А. П., Мартинов І. Е. Конструювання та розрахунок вагонів:

					МКРВР. 01750. 05. 00. ПЗ	Арк.
						138
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навчальний посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2007. 150 с.

23. Колісні пари вагонів магістральних залізниць колії 1520 мм (конструкція, технічне обслуговування та ремонт): підручник / С. В. Панченко та ін. Харків: УкрДУЗТ, 2018. 367 с.

24. Мартинов І. Е., Калабухін Ю. Є., Равлюк В. Г., Тимофєєва Т. О. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проєктів «Впровадження інновацій у сферу вагоноремонтного підприємства та їх економічна ефективність»: метод. вказівки. Харків: УкрДАЗТ, 2013. 38 с.

25. Равлюк В. Г. Вагоноремонтні машини та обладнання: конспект лекцій. Ч.3. Харків: УкрДАЗТ, 2014. 156 с.

26. Равлюк В. Г., Равлюк М. Г. Розрахунок параметрів конвеєрів та обладнання цеху (дільниці, відділення). Завдання та методичні рекомендації до виконання самостійної (контрольної) роботи з дисципліни «Вагоноремонтні машини та обладнання»: метод. вказівки. Харків: УкрДАЗТ, 2012. 26 с.

27. Равлюк В. Г., Равлюк М. Г., Урсатий С. Д. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Вагоноремонтні машини та обладнання»: метод. вказівки. Харків: УкрДАЗТ, 2013. 57 с.

28. Равлюк В. Г. Вибір та розрахунок технологічного обладнання на вагоноремонтних підприємствах. Методичні вказівки з дисципліни «Вагоноремонтні машини та обладнання»: метод. вказівки. Харків: УкрДУЗТ, 2015. 90 с.

29. Равлюк В. Г. Вагоноремонтні машини та обладнання: конспект лекцій. Ч.1. Харків: УкрДУЗТ, 2020. 58 с.

30. Система управління безпекою руху АТ «Укрзалізниця»: СТП 01.03 –003:2023: затв. нак. АТ «Укрзалізниця» від 12.06.2023 р. №39. 2023. 91 с.

31. Вагони вантажні. Технічне обслуговування правила з підготовки вантажних вагонів до перевезень: СТП 04-102: 2021. Протокол № Ц-56/56 Ком. т. засідання правління АТ «Укрзалізниця» від 20.05.21 р. 2021. 58 с.

32. Вагони вантажні. Інструкція із збереження парку: СТП 03.01-002:2023. Протокол № Ц-85/35 Ком. т. засідання правління АТ «Укрзалізниця» від

					МКРВР. 01750. 05. 00. ПЗ	Арк.
						139
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12.06.2023 р. 2023. 125 с.

33. Рухомий склад залізничного транспорту. Автозчепний пристрій. Правила ремонту і обслуговування: СТП 04-015:2018. АТ «Укрзалізниця». 2018. 172 с.

34. Вагони вантажні. Ремонт візків. Правила виконання: СТП 04-019:2022. Протокол № Ц-54/88 Ком. т. засідання правління АТ «Укрзалізниця» від 17.10.2022 р. 2022. 199 с.

35. Вагони вантажні та контейнери. Правила ремонту при зварюванні та наплавленні: СТП 04-020:2018. АТ «Укрзалізниця». 2018. 247 с.

36. Вантажні вагони. Правила складання місцевих технологічних процесів ремонту та технічного обслуговування: СТП 04-031:2020. Протокол № Ц-45/83 Ком. т. засідання правління АТ «Укрзалізниця» від 01.10.2020 р. 2020. 122 с.

37. Кустовська О. В. Методологія системного підходу та наукових досліджень: курс лекцій. Тернопіль: Економічна думка, 2005. 124 с.

38. Основи наукових досліджень: навчальний посібник. Камкіна Л. В., Надточій А. А., Гришин А. М., Стогній Ю. Д. Дніпропетровськ: НМетАУ, 2013. 89 с.

39. Козар Л., Бабенко А. Студентська навчальна звітність. Загальні вимоги щодо побудови, викладення та оформлення текстової частини: Метод. посібник [Електронне видання]. 2-ге вид., перероб. та доп. Харків: УкрДУЗТ, 2025. 64 с.

					МКРВР. 01750. 05. 00. ПЗ	Арк.
						140
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Метадані

ДОКУМЕНТ

Заголовок

Гаркуша О. на плагіат 2

Автор

Гаркуша О.

Науковий керівник / Експерт

Равлюк В.Г.

ІД документу

334123618

ОРГАНІЗАЦІЯ

Назва організації

Ukrainian State University of Railway Transport

підрозділ

Кафедра "Інженерія вагонів та якість продукції"

ЗВІТ

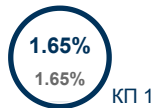
Дата звіту

6/1/2026

Дата редагування

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



3448

Кількість слів

28706

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		1
Інтервали		0
Мікропробіли		17
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		2

Джерела

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Колір тексту

#	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	Перевірка_Максименко 6/15/2025	13 (0.38 %)

2	ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТИ РЕМОНТУ ВАГОНІВ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ ГАЛУЗІ І. Д. Борзилов;	9 (0.26 %)
3	IMPROVING THE EFFICIENCY OF CAR SHED BY INTRODUCTION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES Рожков Олександр Олександрович, Моїсеєнко Олександр Сергійович, Борзилов Іван Дмитрович;	8 (0.23 %)
4	ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТИ РЕМОНТУ ВАГОНІВ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ ГАЛУЗІ І. Д. Борзилов;	8 (0.23 %)
5	IMPROVING THE EFFICIENCY OF CAR SHED BY INTRODUCTION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES Рожков Олександр Олександрович, Моїсеєнко Олександр Сергійович, Борзилов Іван Дмитрович;	8 (0.23 %)
6	ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТИ РЕМОНТУ ВАГОНІВ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ ГАЛУЗІ І. Д. Борзилов;	6 (0.17 %)
7	Перевірка_Максименко 6/15/2025 Ukrainian State University of Railway Transport (Кафедра "Інженерія вагонів та якість продукції")	5 (0.15 %)

База даних RefBooks (1.13 %)



#	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
джерело: Paperity		
1	ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТИ РЕМОНТУ ВАГОНІВ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ ГАЛУЗІ І. Д. Борзилов;	23 (3) (0.67 %)
2	IMPROVING THE EFFICIENCY OF CAR SHED BY INTRODUCTION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES Рожков Олександр Олександрович, Моїсеєнко Олександр Сергійович, Борзилов Іван Дмитрович;	16 (2) (0.46 %)

Домашня база даних (0.52 %)



#	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
3	Перевірка_Максименко 6/15/2025 Ukrainian State University of Railway Transport (Кафедра "Інженерія вагонів та якість продукції")	18 (2) (0.52 %)

Програма обміну базами даних



#	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
Інтернет		
#	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)



Список прийнятих фрагментів

#	ЗМІСТ	КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
---	-------	---------------------------------------

