

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»
(назва факультету/ІНЦ)

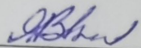
«Транспортна інфраструктура»
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
ОС «магістр»
(ступінь вищої освіти)

на тему: Дослідження напрямків та способів покращення ремонту візків
пасажирських вагонів колії 1520 мм з врахуванням передових технологій та вимог
інтероперабельності
за освітньою програмою «Інтероперабельність і безпека на залізничному
транспорті»

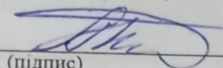
зі спеціальності: 273 Залізничний транспорт
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: 8-Інтер


(підпис студента)

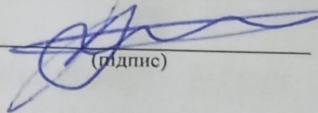
/ Віталій ЯКИМЯК/
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:


(підпис)

/ к.т.н, доц. Андрій ПУЛАРІЯ/
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

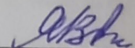
Нормоконтролер:


(підпис)

/ зав. каф. Олексій ТЮТЬКІН /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент


(підпис)

Дніпро – 2024 рік

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

Кафедра: «Транспортна інфраструктура»

Рівень вищої освіти: «Магістр»

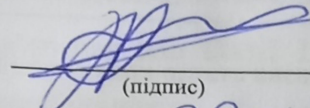
Освітня програма: «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

Спеціальність: 273 «Залізничний транспорт»
(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортна інфраструктура»


(підпис)

Олексій ТЮТКІН
(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Дата 28.04.2023

ЗАВДАННЯ

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

на кваліфікаційну роботу

студенту

Якимяк Віталій Ярославович

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: «Дослідження напрямків та способів покращення ремонту візків пасажирських вагонів колії 1520 мм з врахуванням передових технологій та вимог інтероперабельності»

Керівник роботи: Андрій Пуларія, к.т.н., доцент

(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від

«28» квітня 2023 р.

№ 360ст

2. Строк подання студентом роботи: «16» січня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Нормативні документи України и країн ЄС по ремонту ходових частин . Методика розрахунку та проектування ділянки по ремонту візків пасажирських вагонів та технологічного обладнання, технічні умови на ремонт візків пасажирських вагонів, креслення візків

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

Вступ. Розділ 1. Аналіз наукових робіт пов'язаних з дослідженням робіт пов'язаних з ремонтом візків. Розділ 2. Будова та технічні характеристики візків пасажирських вагонів. Розділ 3. Основні напрямки покращення ремонту візків. Розділ 4. Технічні рішення та устаткування для ремонту візків. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Презентація за матеріалами досліджень, викладених в магістерській роботі (PowerPoint, 12 слайдів).

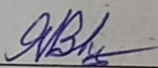
6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

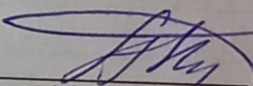
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Аналіз наукових робіт пов'язаних з дослідженням робіт пов'язаних з ремонтом візків	30.09.2023-15.11.2023	
2	Розділ 2. Будова та технічні характеристики візків пасажирських вагонів.	15.11.2023-30.11.2023	
3	Розділ 3. Основні напрямки покращення ремонту візків.	30.11.2023-13.12.2023	
4	Розділ 4. Технічні рішення та устаткування для ремонту візків.	13.12.2023-03.01.2024	
5	Висновки. Оформлення ВКР.	03.01.2024-08.01.2024	
6	Перевірка роботи на наявність збігів текстових (літерних і цифрових) символів та графічних фрагментів. Отримання відгуку.	08.01.2024-18.01.2024	
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	16.01.2024	
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	Згідно з планом ЕК	

Студент


(підпис)

Віталій ЯКИМЯК
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи


(підпис)

Андрій ПУЛАРІЯ
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

(назва факультету/ННЦ)

«Транспортна інфраструктура»

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

на тему: Дослідження напрямків та способів покращення ремонту візків пасажирських вагонів колії 1520 мм з врахуванням передових технологій та вимог інтероперабельності

за освітньою програмою «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

зі спеціальності: 273 Залізничний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: 8-Інтер

(підпис студента)

/ Віталій ЯКИМЯК/

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:

(підпис)

/ к.т.н, доц. Андрій ПУЛАРІЯ/

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:

(підпис)

/ зав. каф. Олексій ТЮТЬКІН /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент

(підпис)

Дніпро – 2024 рік

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

Building, architecture and infrastructure

(faculty/TRC)

Transport infrastructure

(department)

Explanatory Note
to Master's Thesis

Master

(higher education degree)

on the topic: Study of directions and ways to improve the repair of carriages of passenger cars of gauge 1520 mm, taking into account advanced technologies and interoperability requirements

according to educational curriculum Interoperability and safety in railway transport
in the Specialization: 273 Rail transport

(Specialization and its code)

Done by the student of the group: 8-Inter / Vitalii YAKYMIAK /

(name, surname)

Scientific

Supervisor:

/ ph.d., as. prof. Andrii PULARIA /

(position, name, surname)

Normative controller :

/ Head of Dept. Oleksii TIUTKIN /

(position, name, surname)

Dnipro – 2024

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

Кафедра: «Транспортна інфраструктура»

Рівень вищої освіти: «Магістр»

Освітня програма: «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

Спеціальність: 273 «Залізничний транспорт»

(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортна інфраструктура»

Олексій ТЮТКІН

(підпис)

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Дата _____

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

студенту _____

Якимяк Віталій Ярославович

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: «Дослідження напрямків та способів покращення ремонту візків пасажирських вагонів колії 1520 мм з врахуванням передових технологій та вимог інтероперабельності»

Керівник роботи: Андрій Пуларія, к.т.н., доцент

(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від

«28» квітня 2023 р.

№ 360ст

2. Строк подання студентом роботи:

«16» січня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Нормативні документи України и країн ЄС по ремонту ходових частин . Методика розрахунку та проектування ділянки по ремонту візків пасажирських вагонів та технологічного обладнання, технічні умови на ремонт візків пасажирських вагонів, креслення візків

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

Вступ. Розділ 1. Аналіз наукових робіт пов'язаних з дослідженням робіт пов'язаних з ремонтом візків. Розділ 2. Будова та технічні характеристики візків пасажирських вагонів. Розділ 3. Основні напрямки покращення ремонту візків. Розділ 4. Технічні рішення та устаткування для ремонту візків. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Презентація за матеріалами досліджень, викладених в магістерській роботі (PowerPoint, 12 слайдів).

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Аналіз наукових робіт пов'язаних з дослідженням робіт пов'язаних з ремонтом візків	30.09.2023-15.11.2023	
2	Розділ 2. Будова та технічні характеристики візків пасажирських вагонів.	15.11.2023-30.11.2023	
3	Розділ 3. Основні напрямки покращення ремонту візків.	30.11.2023-13.12.2023	
4	Розділ 4. Технічні рішення та устаткування для ремонту візків.	13.12.2023-03.01.2024	
5	Висновки. Оформлення ВКР.	03.01.2024-08.01.2024	
6	Перевірка роботи на наявність збігів текстових (літерних і цифрових) символів та графічних фрагментів. Отримання відгуку.	08.01.2024-18.01.2024	
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	16.01.2024	
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	Згідно з планом ЕК	

Студент

(підпис)

Віталій ЯКИМЯК

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

(підпис)

Андрій ПУЛАРІЯ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра: Якимяк В.Я.
«Дослідження напрямків та способів покращення ремонту візків пасажирських вагонів колії 1520 мм з врахуванням передових технологій та вимог інтероперабельності»

53 стор., 29 рис., 2 табл., 29 літературних джерел.

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження напрямків та способів покращення ремонту візків пасажирських вагонів колії 1520 мм з врахуванням передових технологій та вимог інтероперабельності.

Предмет дослідження є узгодження, уніфікація та способи покращення параметрів та характеристик візків пасажирських вагонів, а також конструктивні та технологічні рішення, які забезпечать дану уніфікацію.

Об'єкт дослідження – нормативно-технічна документація України, країн бувшого СРСР і країн ЄС, наукові розробки та технології по ремонту візків пасажирських вагонів.

При виконанні кваліфікаційної роботи були розглянуті наступні питання: огляд наукових робіт присвячених питанням та проблемам ремонту візків пасажирських вагонів колії 1520 мм; зроблено аналіз візків які використовуються та їх відмінності ; проведено попередню розробку технологічного процесу ремонту із застосуванням зносостійкого направлення газотермічним способом та запропоновано відповідне обладнання за допомогою якого буде покращуватись технологічні процеси ремонту візка та його елементів.

Ключові слова: ПАСАЖИРСЬКИЙ ВАГОН, ВІЗОК, ЗВАРЮВАННЯ, НАПИЛЕННЯ, ТЕХНІЧНІ СПЕЦИФІКАЦІЇ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ НАУКОВИХ РОБІТ ПОВ'ЯЗАНИХ З ДОСЛІДЖЕННЯМ РОБІТ ПОВ'ЯЗАНИХ З РЕМОНТОМ ВІЗКІВ	9
2. БУДОВА ТА ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВІЗКІВ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ	11
3. ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ПОКРАЩЕННЯ РЕМОНТУ ВІЗКІВ.	23
3.1 ТЕХНОЛОГІЧНІ НАПРЯМКИ ПОКРАЩЕННЯ РЕМОНТУ	23
3.2 ОРГАНІЗАЦІЙНІ НАПРЯМКИ ПОКРАЩЕННЯ РЕМОНТУ	29
3.3 ВИМОГИ ПРИ РЕМОНТІ ВІДПОВІДНО ДО ISO 3834 ТА ДСТУ EN 15085	34
3.4 ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 3	38
4. ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ РЕМОНТУ ВІЗКІВ	39
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	50
БІБЛІОГРАФІЯ.....	51

ВСТУП

Основні завдання пасажирського вагонного господарства є на сьогоднішній день це : підтримання пасажирських вагонів у працездатному стані та по можливості підвищення технічного стану візків на більш кращий рівень, виконання встановлених планів ремонту візків, раціональне використання наявних та доступних технічних засобів, досягнення найбільшої ефективності роботи усіх підрозділів підприємств, дільниць та відділень, які задіяні у вагонному господарстві та підприємстві.

Ремонт візків є одним із відповідальних робіт від якого залежить не тільки безпека руху, але й швидкість доставки, комфорт, довговічність конструкції, динамічний вплив на колію і т.д.

Відповідно до планово-попереджувальна система ремонту вагонів, яка діє і є скерована на забезпечення стабільної роботи рухомого складу при мінімальних витратах. Також згідно цієї системи ремонту передбачено (ТО-1, ТО-2, ТО-3, ДР та КР) і запропоновано нові підходи та технічні рішення для виконання ремонту, збільшення ресурсу та довговічності, полегшення умов праці, з підвищенням якості ремонту та врахуванням вимог інтероперабельності.

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження напрямків та способів покращення ремонту візків пасажирських вагонів колії 1520 мм з врахуванням передових технологій та вимог інтероперабельності.

Предмет дослідження є узгодження, уніфікація та способи покращення параметрів та характеристик візків пасажирських вагонів, а також конструктивні та технологічні рішення, які забезпечать дану уніфікацію.

Об'єкт дослідження – нормативно-технічна документація України, країн бывшего СРСР і країн ЄС, наукові розробки та технології по ремонту візків пасажирських вагонів.

При виконанні кваліфікаційної роботи були розглянуті наступні питання: огляд наукових робіт присвячених питанням та проблемам ремонту візків пасажирських вагонів колії 1520 мм; зроблено аналіз візків які використовуються та їх відмінності ; проведено попередню розробку технологічного процесу

ремонту із застосуванням зносостійкого направлення газотермічним способом та запропоновано відповідне обладнання за допомогою якого буде покращуватись технологічні процеси ремонту візка та його елементів.

Таким чином, виконавши цю роботу можна зробити слідуєчі висновки про: які є тенденції в технології ремонту та відновлення працездатності візків пасажирських вагонів і як їх підвищувати. Це все зроблено з врахуванням сучасних технічних рішень та технологій, а також з урахуванням згідно вимог Директив ЄС і вимог інтероперабельності.

1. АНАЛІЗ НАУКОВИХ РОБІТ ТА ДОКУМЕНТІВ ПОВ'ЯЗАНИХ З ДОСЛІДЖЕННЯМ РОБІТ ПОВ'ЯЗАНИХ З РЕМОНТОМ ВІЗКІВ

Пасажирські вагони в більшості випадків експлуатуються в різних кліматичних умовах, за різного технічного стану шляху, при підвищених швидкостях руху. Ці та інші фактори істотно відбиваються на силовому впливі на візки і, відповідно, на характері та інтенсивності пошкодження всіх складальних одиниць візків КВЗ-ЦНП, для яких ми в подальшому повинні розробити ремонт та відновлення необхідних параметрів.

Питаннями пошкоджень займалися в Україні наступні дослідники: Мямлін С.В, Пуларія А.Л., Пшінько О.М, Донченко О.В та багато інших.

В більшості випадків питання стосувались або чисто експлуатації або проведення модернізацій. Ремонт та удосконалення ремонту практично ніхто не займався. Тому постало питання розширити дану область та провести в ній дослідження, які б репрезентували сучасний стан ходових частин візків, тенденції розвитку технологій, шляхи вирішення та багато іншого.

Всі ці питання можна розбити на дві великі групи : організаційні та технологічні. В більшості випадків ці несправності є описані та методи їх усунення є розписані відповідних технологічних інструкціях та правилах, таких як : Інструкція по ремонту візків пасажирських вагонів, інструкція по зварці та наплавці при ремонті візків, інструкція по проведенню неруйнівного контролю та багато інших. Але в більшості дані нормативні документи не враховують сучасних тенденцій розвитку та фактичного стану ходових частин пасажирських вагонів.

Несправності рам візків останнім часом можуть змінювати характер пошкоджень через значний вік, невідповідність проведених раніше ремонтах, застарівши ми технологіями, які описані в нормативні літературі. Тому для цього потрібно промоніторити загальні питання ремонту рухомого складу і з них винести

та використати ті елементи, які найбільше підходять для нас і у нашому випадку – для ремонту візків пасажирських вагонів.

Так питанням газотермічного напилення та зміцнення займалися вчені Н. В. Вигілянська, д-р техн. наук, І. А. ДЕМЬЯНОВ, які в науковій праці [1] розглянули досвід розробки та застосування газотермічних псевдосплавних покриттів, викладено принцип формування. В цій праці наведено характеристики псевдосплавних покриттів, що найбільш використовуються, і ефективність їх практичного застосування в різних галузях техніки.

Інший дослідник Нечволод, С. І в своїй кандидатській дисертації [2] досліджував ушкодженість та раціональні способи ремонту шарнірних вузлів візків пасажирських вагонів.

Також дослідники С.С. Пригожаєв, А.А. Пихалов Н.О. проводили дослідження виникнення пошкоджень, які виникають внаслідок несправності гідравлічного гасника коливань і способи виявлення та усунення даної проблеми.

Але таких робіт є небагато, і більшість дотично пов'язана з проблематикою наших досліджень

Автори однієї монографії [3] Ю.Я. Водянніков, А.О. Сулим, П.О. Хозя, С.О. Столетов, О.О. Мельник доводили та стверджували, що основною проблемою діагностування пасажирських вагонів з метою продовження строку служби понад нормативний є відсутність достатньо обґрунтованих критеріїв, а це ушкодження, їх розвиток та багато іншого. Ними запропоновано для продовження строку експлуатації, крім загальноприйнятих методів оцінки міцносних властивостей щодо граничного стану, використовувати показники надійності та довговічності, яка базується на основі оцінку залишкового ресурсу кожного вагона з використанням результатів ресурсних випробувань і фактичних геометричних параметрів несучих елементів. Тобто іншими словами по технічному стану фактично кожного вагону і відповідно візка.

Отже підсумовуючи можна зробити висновок, що актуальність теми є, через низку та невелику кількість наукових праць на відміну від нормативно – технічної документації.

2. БУДОВА ТА ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВІЗКІВ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ

Пасажирські візки на даний момент, які експлуатуються та були частково в експлуатації класифікуються на наступні великі групи:

1. Люлькового типу
2. Безлюлькового типу.

По кількості вісей : чорирьохвісні і трьохвісні (дослідні)

По типу гальм: колодкові одноколодочні, колодочні - секційні та дискові.

По наявності противоюзного пристрою

Візки люлькової конструкції

В загальному досвід експлуатації показує до останнього часу під пасажирськими вагонами підкочували наступні типи візків люлькової конструкції:

- КВЗЦНП-1 для колії 1520 мм;
- КВЗЦНП-1 для колії 1435 мм;
- КВЗ-ЦНП-2;
- КВЗ-ЦНП- М;
- КВЗ-5;
- ТВЗ-ЦНП-М (виробництва ТВЗ Російська Федерація);
- 68-875 (виробництва ТВЗ Російська Федерація);
- 68-876 (виробництва ТВЗ Російська Федерація);
- 68-4065 (виробництва ТВЗ Російська Федерація);
- 68-4066 (виробництва ТВЗ Російська Федерація).

Візок КВЗ – 5 є старого типу і під вагонами практично не використовується або під окремими спецвагонами. Інші типи візків, ще випускались за бувшого СРСР це такі візки – КВЗ-ЦНП-1, КВЗ-ЦНП-2 та КВЗ-ЦНП-М. В період побудови українським виробником «Крюківським вагонобудівним заводом» він закупляв візки люлькової конструкції у російського заводу в м. Тверь.

Під сучасними вагонами, що випускаються вже встановлюються візки вже безлюлькової конструкції, але таких поки візків є небагато, тому доцільно розглянути та покращити технологію ремонту візків даної конструкції.

Всі ці візки побудовані за одним принципом, але які мають свої певні особливості та відмінності бо підкочуються під різні типи вагонів. Так візок КВЗ-ЦНП-1 є типовим і розрахований на вантажепідємність до 60 тон бруто і підкочується під купейні, плацкартні та інші типи вагонів, КВЗ-ЦНП-2 вже на понад 60 тон бруто і встановлюється під вагонами ресторанами, поштово-багажними, спец.вагонами, а візок КВЗ-ЦНП-М – це аналог КВЗ_ЦНП-1 але нової модифікації зі зміненими параметрами люлькового підвішування.

Якщо розглянути конструкцію візка КВЗ-ЦНП-1 (рис. 1) то він складається з наступних основних частин: двох колісних пар 4, штампозварної рами 1, чотирьох буксових вузлів, , гальмівної важільної передачі 2 з двостороннім притисненням гальмівних колодок, двох гідравлічних гасителів коливань 8, ресорного надбуксового підвішування - 3 з фрикційними гасниками коливань і центрального ресорного підвішування - 10 з шарнірно-маятниковою люлькою 6.

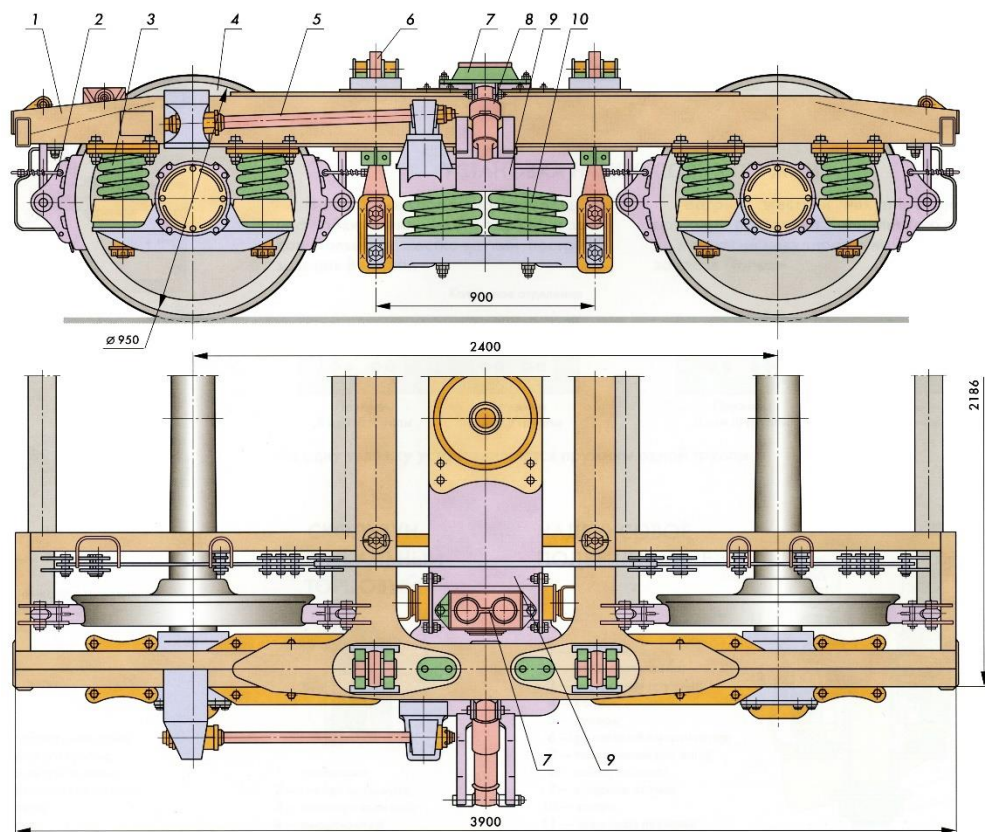


Рисунок 1 – Загальний вигляд візка КВЗ-ЦНП-І

Кузов вагона опирається безпосередньо на бічні горизонтальні ковзуни 7 надресорної балки 9, а сама надресорна балка зв'язана з рамою візка 1 через два повідки - 5, які розміщені по діагоналі та утримують її від горизонтальних переміщень, що покращує плавність ходу вагону. З'єднання підп'ятника візка з п'ятником рами вагону, або іншими словами закріплення візка до кузова з'єднуються через спеціальний замковий шворінь.

Наступний візок КВЗ-ЦНП-2 (рис.2) розробки 1960 -х років минулого століття підкочується під кузова пасажирських вагонів з масою брутто від 60 тон до 72 тон. В загальному даний візок в цей час використовується, а виробник візка відрізняв їх на самих початках виготовлення через жорсткість центрального підвішування, але згодом від цього відійшов. Загальний вигляд візка КВЗ-ЦНП-2 приведений на рисунку 2. Т такі параметри, які заявлені для даного візка відповідають наступні типи вагонів: вагон-ресторани, багажні, поштові, поштово-багажні вагони, вагони для перевезення спецконтингенту, вагон-електростанція і інші спеціалізовані вагони пасажирського типу.

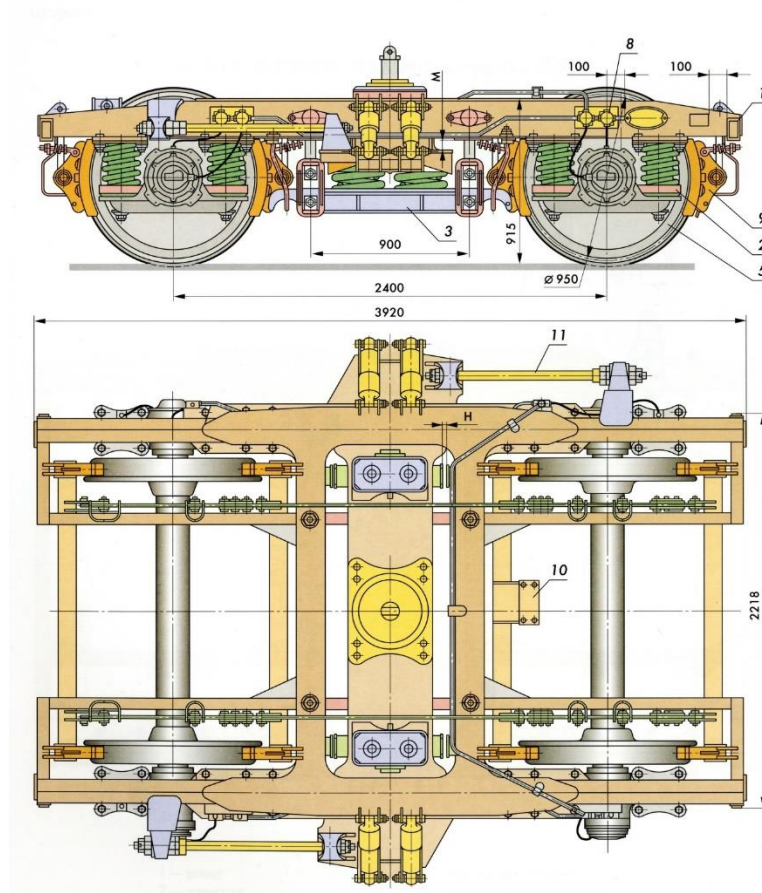


Рисунок 2 – Візок типу KB3 ЦНП-2

Візки типу KB3-ЦНП - 1 та KB3-ЦНП - 2 мають практично однакову конструкцію, але зовні їх можна розрізнити по наступним таким ознакам: по кількості гідравлічних гасителів коливань з кожної сторони у KB3-ЦНП-1 з кожного боку стоять по одному гасителеві коливань, а у KB3-ЦНП-2 - по два; по кількості кронштейнів під гідравлічні гасителі коливань; закріпленню коліскового підвішування у візку KB3-ЦНП -1 кріплення зверху над рамою, а у KB3-ЦНП -2 воно заховане всередину рами; за жорсткстістю ресорного підвішування у KB3-ЦНП -2 є більш товстіші пружини центрального та буксового підвішування, через що на деяких візках з одним гідравлічним гасником коливань можна було побачити бирку що це візок KB3-ЦНП -2 з одним гасником коливань; по конструкції піддону у KB3-ЦНП-1 піддон знизу відсутні кронштейни, а у KB3-ЦНП-2 – кронштейни присутні. Також слід відмітити, що основні елементи рами візка типу KB3-ЦНП-2 посилені приблизно 10-30 % в порівнянні з візком типу KB3-ЦНП-1.

Наступний тип візка – це візок KB3-ЦНПМ (рис.3) модернізований візок KB3-ЦНП-1. Конструкція даного візка і по аналогії складається : двох колісних пар, штампозварної рами, чотирьох буксових вузлів, штампозварної надресорної балки та гальмівного устаткування візка. Конструкція ресорного підвішування візка KB3-ЦНП-М зроблена так, що має збільшену поперечну гнучкість , вищі пружини і коротші тяги в колісковому підвішуванні , але є довшими - серьги. Це виконано для того , щоб підвищити плавність ходу вагону при його звивистому русі по рейковій колії.

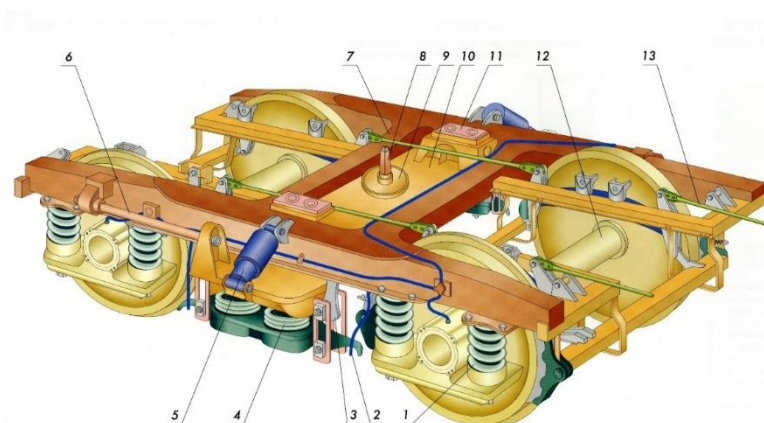


Рисунок 3 – Загальний вигляд візка KB3-ЦНП-М

Якщо більш детально розглянути відмінності у буксовому підвішуванні, то у буксовому підвішуванні модернізованого візка КВЗ-ЦНП-М замість двох гумових прокладок поставлена лишень одна на відміну від КВЗ-ЦНП-1. Тому через це загальна висота зовнішньої буксової пружини візка є більшою, ніж у КВЗ-ЦНП-1, що підвищує гнучкість буксового підвішування в середньому на 15 %. Знизу на шпінтоні встановлений спеціальний гумовий конус, який через спеціальну тарілчасту ресору притискається гайкою, що забезпечує більш щільне прилягання втулки шпінтона і відповідно збільшується коефіцієнт тертя. Інші деталі буксового підвішування візка КВЗ-ЦНП-М є однаковими та взаємозамінними з деталями базового візка КВЗ-ЦНП-1.

Наступний тип візка ТВЗ-ЦНП-М (рис. 4) можна побачити вже не так часто, через те що його почала продукувати для себе Російська Федерація. подальший конструктивний розвиток візка КВЗ-ЦНП-М. В даний час вагонобудівна промисловість Російської Федерації вже зняла їх серійного виробництва. Головною відмітною особливістю візка ТВЗ-ЦНП-М в порівнянні з КВЗ-ЦНП-М є конструктивна реалізація в центральному ресорному підвішуванні принципу роздільного гасіння коливань. Такий принцип запозичений з візка КВЗ-ЦНП-1 для колії 1435 мм, але певні відмінності. У центральному люльковому підвішуванні цього візка встановлено три гідравлічних гасники коливань. Два гасителя, що сполучають кінці надресорної балки з рамою візка, а у візку КВЗ-ЦНП-1 колії 1435 мм з'єднується надресорна балка з піддоном встановлюються вони вертикально, і один - гасник, який розташований горизонтально та сполучає надресорну балку візка (кронштейн в районі підп'ятника) з поперечною балкою рами візка.



Рисунок 4 – Загальний вигляд візка ТВЗ-ЦНП

Таке розташування, як показав досвід на КВЗ-ЦНП-1 для колії 1435 мм гасителів дозволяє розподілити гасіння коливань на тільки вертикальні коливання кузова вагону, але й окремо і горизонтальні. В усьому іншому конструкція візка ТВЗ-ЦНП-М ідентична конструкції візка КВЗ-ЦНП-М за винятком повідка, який має розбірну конструкцію.

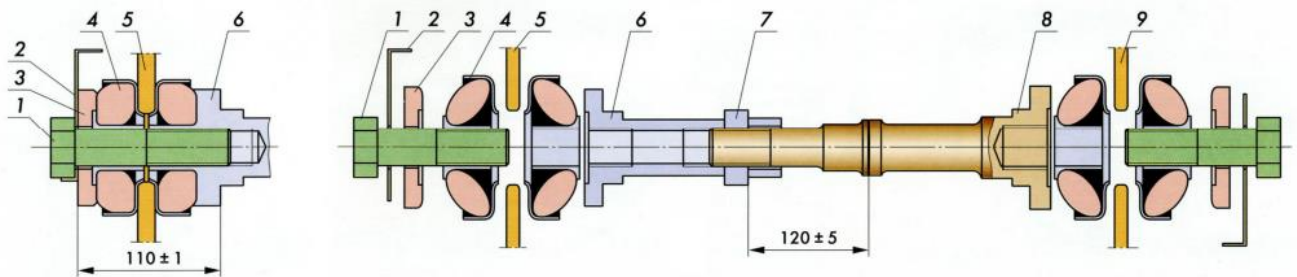


Рисунок 5 – Загальний вигляд розбірного повідка

Під пасажирськими вагонами, які закупляла Україна з 2004 по 2012 роки виробництва українського Крюківського вагонобудівного заводу та російського заводу – Тверський вагонобудівний завод підключувались візки типу та моделі 68-875, 68-876 Тверського вагонобудівного заводу, тому, Україна на даний момент не мала ще потужностей продукувати власні візки. Для таких візків є характерним обпирання кузова на ковзуни (по аналогії як у візку КВЗ-ЦНП), збільшений статичний прогин ресорного комплексу та збільшене осьове навантаження. Візки моделі 68-875 -це візок без приводу генератора (див. рис. 6) та 68-876 -з приводом генератора. Дані візки призначені для підкатки під пасажирські, поштові, багажні та спеціальні вагони магістральних залізниць колії 1520 мм, для швидкостей руху до 160 км/год та масою брутто до 72 т.



Рисунок 6 – Загальний вигляд візка 68-875

Після того, як було запроваджено на пасажирських вагонах кондиціонери підвищеної потужності, була потрібна заміна генераторів з приводом від торця колісної пари на більш потужні генератори з приводом від центральної частини осі колісної пари. Тому для таких потреб та забезпечення потрібної потужності Тверським вагонобудівним заводом були розроблені візки моделей 68-4065 та 68-4066 (рис. 7) з приводом та так званий «холостий».

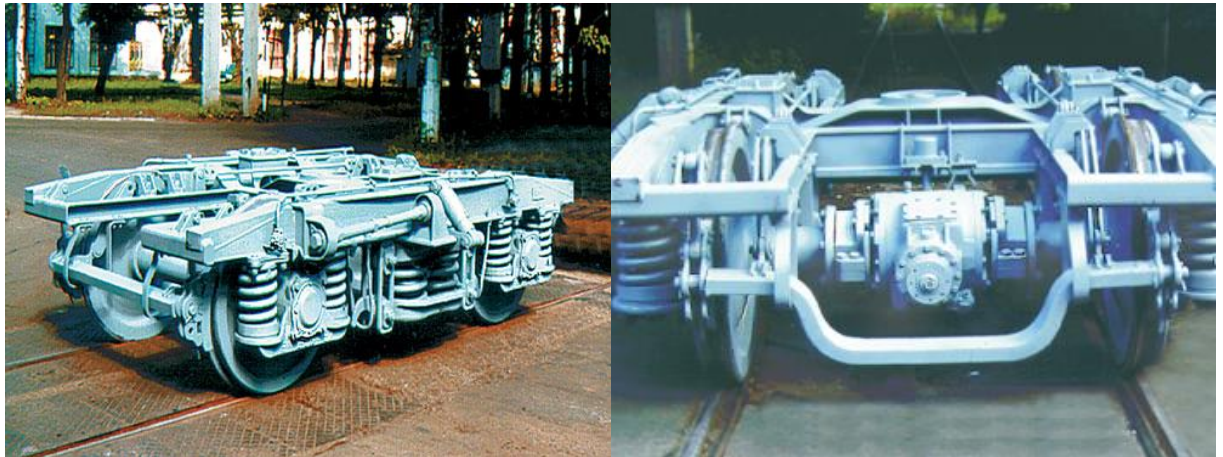


Рисунок 7 – Загальний вигляд візків 68- 4065 та 68-4066

Наступний етап еволюції в ходових частинах - це відмова від коліскового підвішування та перехід на візки типу Y-подібної конструкції або як ще кажуть безлюлькова конструкція.

Яскравим прикладом такого візка є візок типу 68-7007, який представлений на рис. 8.

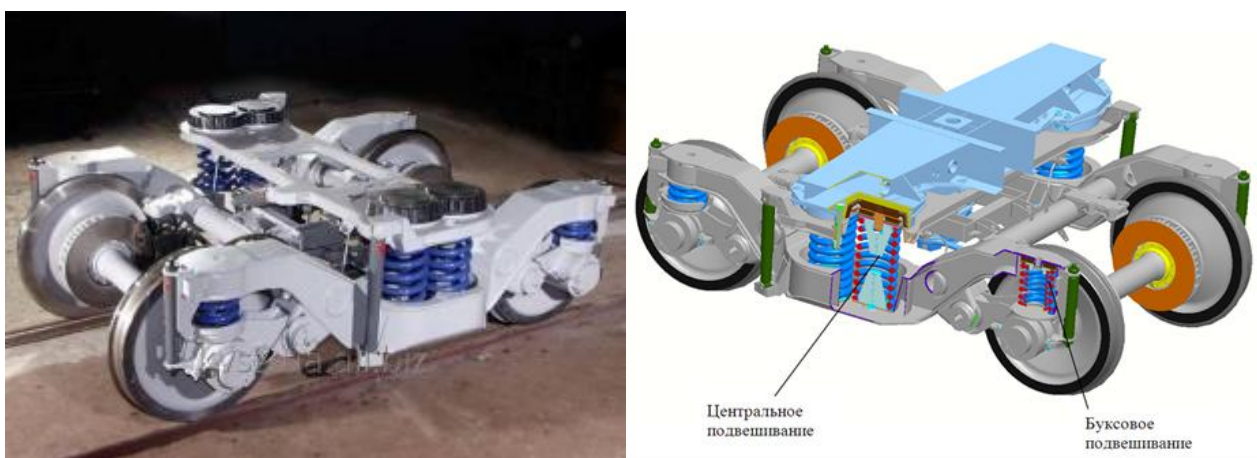


Рисунок 8 – Загальний вигляд візка моделі 68-7007

Візок виготовляється на базі візка типу Y-32 але має свої відмінності (рис.8) складається з наступних частин:

- рами;
- двох колісних пар 2 з буксами, що мають місця для встановлення термодатчиків;
- гальмівних дисків;
- чотирьох буксових підвішування з гідравлічними гасниками коливань та важелями;
- центрального підвішування з гідравлічними гасниками вертикальних та горизонтальних коливань;
- надресорної балки;
- гальмівного обладнання з ручним гальмом 11 (візки моделі 68-7012);
- торсіонного пристрою;
- системи встановлення датчиків протизнозного пристрою;
- механізму приводу візка з центральною рамою, приводним упором із шворнем, тягами, балансиrom

Наступний візок, який продукує Крюківський вагонобудівний завод є візок моделі 68-7013 з приводом генератора (рис. 9)



Рисунок 9 – Загальний вигляд візка моделі 68-7013

Він на відміну від попереднього має привід від середньої частини вісі колісної пари. Даний візок аналогічно, як попередній є безлюльковий двовісний візок, який призначений для підкочення під швидкісні пасажирські вагони, що експлуатуються на залізницях колії 1520 мм з конструкційною швидкістю до 160 км/год.

Наступний тип візка моделі 68-7044, який спроектований відповідно до норм та умов експлуатації рухомого складу на залізницях колії 1435 мм та норм експлуатації верхньої будови залізничної колії (рис.10).



Рисунок 10 – Загальний вигляд візка моделі 68-7044

Візок обладнаний:

- центральною підвіскою (2 пневматичні ресори з двома вертикальними, одним горизонтальним та двома амортизаторами виляння);
- буксовим підвішуванням (4 комплекти подвійних гвинтових пружин із чотирма вертикальними гідроамортизаторами);
- протияюзним пристроєм;
- 2 мультимуфти для забезпечення швидкого підключення систем життєзабезпечення вагона при зміні візків;
- надресорною балкою несучого типу;
- колісними парами, оснащеними трьома гальмівними дисками;

- магніторельсове гальмо;
- механізмом реєстрації температурного режиму буксових вузлів.

Швидкість курсування вагонів на такому візку складає 200 км /год

Наступний візок, який продукує Крюківський вагонобудівний завод є візок моделі 68-7041, який від візка моделі 68-7013 з приводом генератора відрізняється пневмо підвішуванням в центральному ресорному підвішуванні (рис. 11)



Рисунок 11 – Загальний вигляд візка моделі 68-7041

Відмінністю даного візка є те, що в центральному ресорному підвішуванні є пневматична ресора (балон).

Також на Львівській залізниці є 10 візків типу серії 25 ANg- виробництва Польщі Познанським вагонобудівним (вагоноремонтний) завод. (рис. 12)



Рисунок 12 - Загальний вигляд візка моделі 25 AN

Складається візок з наступних елементів і це приведено на рис 13.

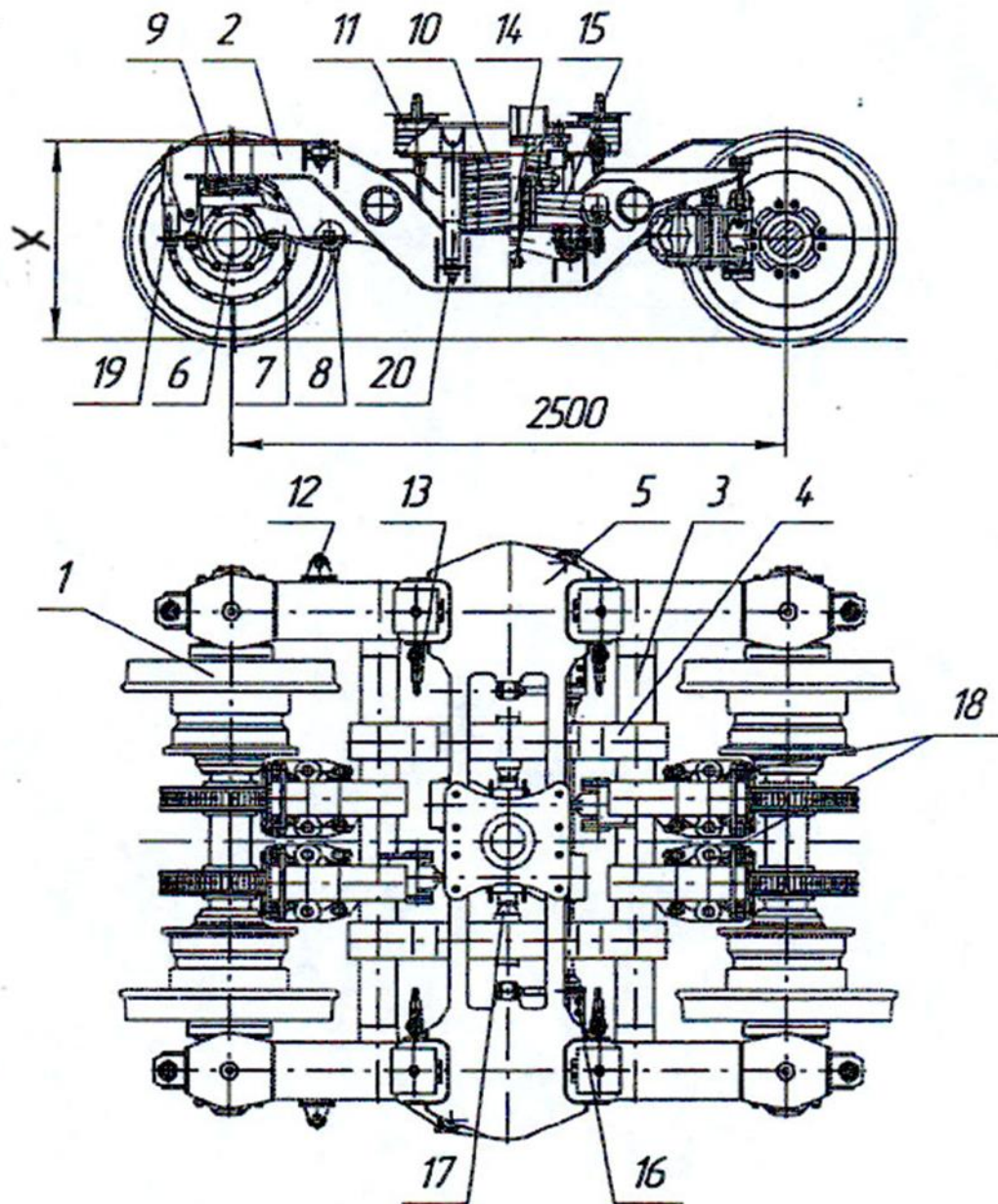


Рисунок 13 – Будова візка 25 AN

Рама візка типу 25 AN/S Н-подібної конфігурації є металоконструкцією (2).

Рама візка мають замкнутий коробчатий профіль з гніздами для пружин першого ступеня буксового ресора підвішування (9), з'єднані між собою трубчастими поперечками (3). У свою чергу поперечки пов'язані між собою двома поздовжніми балками (4) із встановленими на них кронштейнами горизонтальних гідрогасників та гніздами обмежувачів поперечного переміщення кузова щодо

рами візка. Трубчасті поперечки разом із поздовжніми балками становлять основу для підвішування механізму гальма (18).

На зовнішніх поверхнях поздовжніх балок рами з одного боку візка встановлені ролики (12), що обмежують бічне переміщення кузова вагона в кривій, які взаємодіють з кулачками, закріпленими на кузові вагона.

Надресорна балка (5) зварної конструкції коробчастого перерізу. По кінцях цієї балки розташовані гнізда для пружин другого ступеня ресора підвішування (10) і для гумометалевих опорних блоків (11). Для забезпечення можливості підйому візка разом із кузовом піддресорна балка з'єднана з рамою візка сталевими тросами (13). Ці троси утримують пружини центрального підвішування в стислому стані, коли візки не навантажені кузовом.

Опору кузова на візки становлять 4 гумометалевих блоки (11), що працюють на зсуви стиснення. Ці блоки разом із пружинами центрального ступеня підвішування дають можливість переміщення кузова щодо рами візка та створюють необхідний протидіючий момент опору при поворотах візка щодо кузова вагона. Поздовжній зв'язок кузова з рамою візка здійснюється шкворневим вузлом з лаштунками (14) і горизонтальними напрямними тягами (15).

Це всі типи візків, які на даний момент експлуатуються в Україні під пасажирськими вагонами. Але найбільше їх становлять візки моделі KB3-ЦНП-1 та KB3-ЦНП-М і тому даліше ремонт та обладнання будемо підбирати для цих двох моделей.

3. ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ПОКРАЩЕННЯ РЕМОНТУ ВІЗКІВ

Напрямки покращення ремонту можуть бути технологічні та організаційні.

Організаційні напрямки- це напрямки , які пов'язані з організацією ремонту та забезпеченням відповідним обладнанням, людьми ресурсами.

Так для прикладу у ЛВЧД-8 Львів є система ремонту, при якій одна і та ж бригада не передає заділ іншій бригаді а самостійно завершує розпочаті всі роботи на об'єкті. В більшості даний варіант постає тоді коли є великі партії ремонту візків або хочемо оптимізувати витрати на ремонт тої чи іншої частини вагона.

Технологічні напрямки – це напрямки, які пов'язані з технологією ремонту, новим обладнанням, оснащенням, режимами зварювання чи наплавлення та інше.

Але нас більше будуть цікавити питання технологічного або технічного характеру , що пов'язаний з ремонтом візків та їх складових.

3.1 Типовий технологічний процес ремонту візка пасажирського вагона

Сам технологічний процес ремонту візків з люльковим підвішуванням має наступну структурну схему (рис. 14) та таблиця 1.

Послідовність виконання операцій при ремонті візків можна розбити на наступні етапи:

- 1) Розбирання візка на складові
- 2) Розбирання рами візка.
- 3) Очищення і обмивання рами візка та складових елементів
- 4) Ремонт рами візка
- 5) Ремонт надресорного бруса.
- 6) Ремонт горизонтального повідка
- 7) Ремонт колісних пар та буксових вузлів

8) Ремонт гидравлического гасника колебаний

9) Збирання візка.

10) Фарбування візка

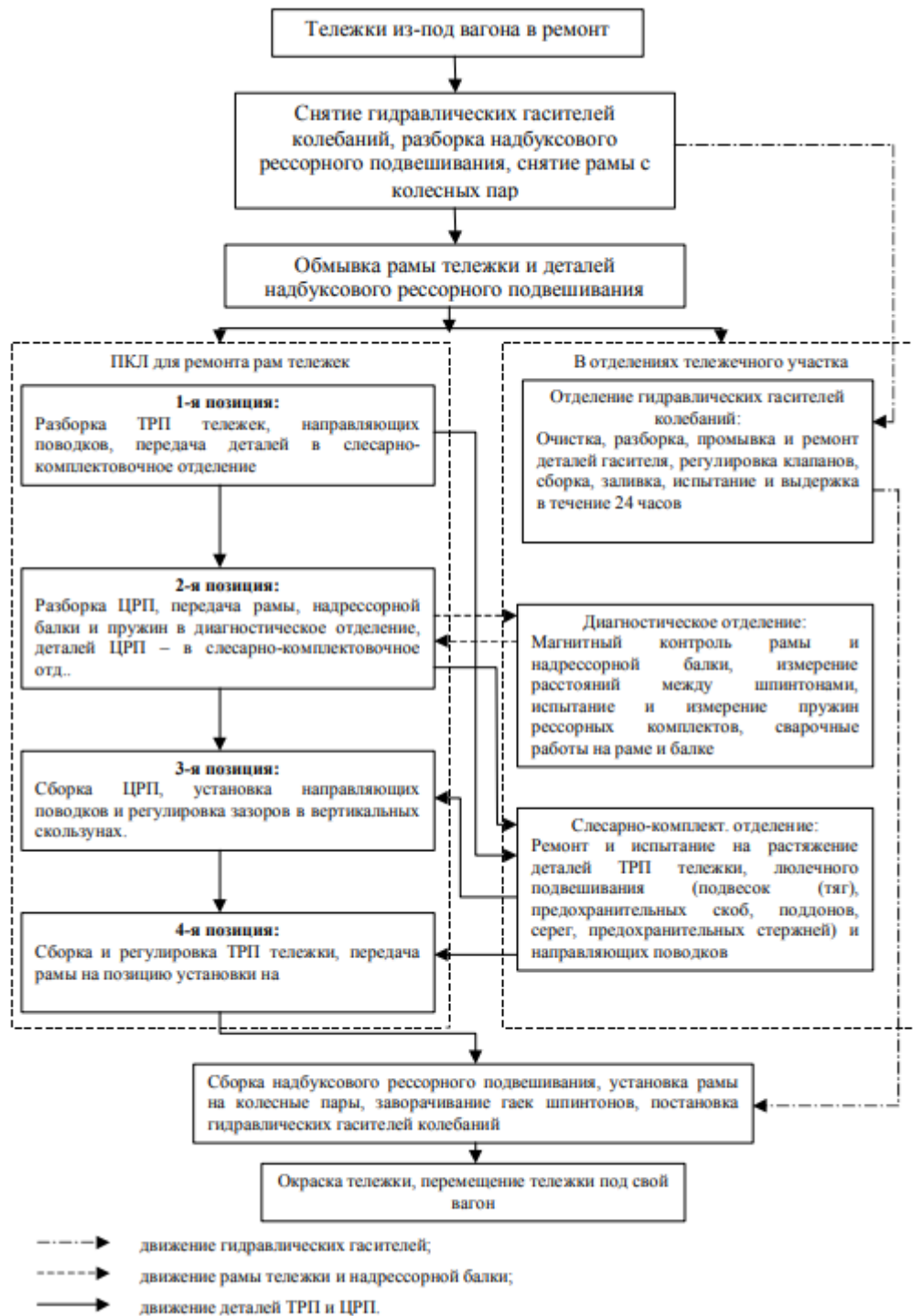


Рисунок 14 - Структурна схема технологічного процесу ремонту візків

Рама візка мостовим краном подається на позицію розбирання (стиснення) центрального підвішування, де знімаються горизонтальні повідки та подаються

на місце ремонту. За допомогою відповідних пристроїв та пресів знімаються пружини центрального підвішування, і центральне підвішування піддається розбиранню на пристрої номер згідно документації. Після розбирання центрального підвішування рама візка і надресорний брус подаються краном на позицію очищення і обмивання. Деталі центрального ресорного підвішування, окрім пружин і піддонів, в касетах подаються в ковальсько – механічний цех для обмивання і огляду, ремонту і випробування. Запобіжні скоби піддонів візків КВЦНП–ІІ, КВЗ ЦНП–М типу знімаються, як виключення, можуть вигинати в потрібне положення з попереднім підігрівом в місцях вигину. Піддони, які потребують заміни втулок, подаються до пресу для випресування втулок та постановки нових - зносостійких.

Перед обмиванням деталей візка є можливий обдув візка від бруду для виявлення дефектів. Обмивання рами візка проводиться в мийній установці для обмивання візків, при цьому рама візка встановлюється мостовим краном на механізм подачі рами в мийну установку. Для обмивання застосовується в більшості випадків 10 % розчин каустичної соди, нагрітої до температури 80 – 90 °С і під тиском 1,1 МПа, тривалість обмивання від 10 до 15хвилин. Під час ремонту або очищення мийної установки дозволяється, як виняток, очищати візки за допомогою скребків і металевих щіток. Дивлячись досвід у ПК ЛВЧД-8 Львів обмивку рами та надресорних брусів здійснюють за допомогою мийної машини під високим тиском типу «Керхер», де практично всі види забруднень «відлітають» від рами візка. Далше з метою пришвидшення висушування є процедура обдувки деталей за допомогою стиснутого повітря, при якому деталі висушуються і після чого можна робити наступну операцію – діагностування та вимір параметрів (рами, надресорної балки, пружин, підвісок і.т.д.). Після обдуву рама візка та всі деталі оглядається бригадиром (майстром) на спеціально обладнаній позиції. При огляді необхідно звертати увагу на наявність дефектів в зварних швах, наявність поразки корозією місць, тріщин в основному металу та при наявності накладок в зоні самих накладок. Всі виявленні місця розмічаються крейдою, а браковочні розміри перевіряє майстер, бригадир та дефектоскопіст.

Всі зварювальні і наплавлювальні роботи проводяться згідно РТМ 32 ЦВ–201–881. Втулки кронштейнів гальмівної важільної передачі, гідрогасників, підлягаючих зміні, замінюються відповідно на зносостійкі для збільшення пробігу до 600 тис. км. Зношені шпінтони знімаються і відправляються в ремонт, замість них встановлюються нові або відремонтовані, потерті накладки повзунів замінюються на нові.

Ремонт надресорного бруса проходить наступним чином. Надресорний брус оглядається на спеціально обладнаній позиції. При його огляді звертається увага на наявність:

- тріщин в кронштейнах гідрогасників, дефектів та ушкоджень;
- стан зварювальних швів и місць встановлення пружин;
- стан підп'ятника;
- наявність тріщин поясів підп'ятника, величину зносу поверхонь підп'ятника, вертикальних та коробок під горизонтальні ковзуни.

Оглядається стан торцевих, вертикальних і опорних горизонтальних ковзунів, і які підлягають ремонту – ремонтуються, а горизонтальні ковзуни подаються в ремонтне відділення або замінюються на нові. Одночасно контролюється стан опорних ковзунів на шворневій балці рами вагона.

Ремонт горизонтального повідка проводять наступним чином: повідок в зборі подається на спеціальний стелаж, де розбирається і оглядається бригадиром візкової ділянки. Він оглядається на наявність наступних дефектів та несправностей : тріщин, зламів, відламків в дисках, тарелях, відшаровування гуми від арміровки, просадки товщини пакету. Забраковані пакети повідків замінюються на нові. Також оглядається тяга повідка на наявність тріщин в зварних швах, пошкодження в місці різь по торцях. За наявності цих дефектів тяга повідка подається в ремонт, а при виявленні тріщин вона замінюється новою. Оглядаються і ремонтуються гайки повідків. Горизонтальний повідок збирається з відремонтованих або нових деталей та подається на позицію збирання центрального підвішування, де встановлюється безпосередньо на візок,

а регулювання остаточне буде здійснюватися при постановці вагона на повірену пряму ділянку колії.

Наступна операція при ремонті візка це підготовка (ремонт) гідравлічного гасника коливачів. Ремонт його відбувається по обезличеній формі, тобто без прив'язки до конкретного візка. І коли йде ремонт, то самі справні гасителі беруться зі складу справних частин (нових або попередньо відремонтованих) і далі в залежності від ремонту підбирається відповідний гасник коливачів

Передостанньою операцією – це є операція збирання візка. На позиції збирання візка відбуваються наступні операції: збирання центрального підвішування; установка ГВП, гальмівних траверс з башмаками, горизонтальних повідків , гідрогасників; підкатка колісних пар і наживлення шпінтонних гайок; установка горизонтальної гальмівної тяги; загвинчування, за допомогою електрогайковертів, шпінтонних гайок і постановка шплінтів; приймання відремонтованих візків.

І остаточна операція – це операція фарбування або деколи говорять дофарбування візка та нанесення відповідних трафаретів.

Таблиця 1 – Технологічний процес ремонту візків

№ п/п	Найменування ремонтних робіт	Обладнання
1	2	3
I	Відкручування гайок, шпінтонів, знімання гідравлічних гасників коливачів, знімання датчиків контролю нагріву букс (ДКНБ), основних шківів генератора.	Стенд для відкривання гайок, тяговий пристрій (2), штовхач (3), мостовий кран (24).
II	Миття візка, знімання колісних пар, стиснення центрального ресорного підвішування	Машина для обмивки візка (4), стенд для зняття колісних пар (5), транспортувальний візок (6), стенд для стиснення центрального ресорного підвішування при розбиранні (9)

Продовження таблиці 1

№ п/п	Найменування ремонтних робіт	Обладнання
III	Огляд, обмірювання, ремонт і комплектування комплекту пружин, огляд, обмірювання, ремонт, комплектація деталей ГВП, випробування цапф і траверсів на розтягування	Прес для випробування на розтягування тяги (10), потокова лінія для розбирання, ремонту і комплектування ГВП (III), верстат для направлення цапф (14, 15), прес для випробування на розтягування деталей ГВП на міцність (16).
IV	Встановлення відремонтованих або нових деталей і вузлів на раму візка, закріплення запобіжної скоби деталей центрального ресорного підвішування, встановлення надресорної балки, повздовжніх повідків, запобіжних повідків, запобіжних стержнів, скоб, гідравлічних гасників.	Стенд для установки деталей і вузлів на раму візка (21).
V	Остаточне складання візка, встановлення рами на букси з надбуксовим ресорним підвішуванням та закріплених попередньо гайок шпінтонів; складання центрального рес.підвішування і встановлення на колісні пари редукторів приводів генератора, ДКНБ, протиюзних пристроїв, запобіжних скоб, траверс, підвісок з башмаками, навішування генератора.	Стенд для встановлення пружин центрального ресорного підвішування (22).

Продовження таблиці 1

№ п/п	Найменування ремонтних робіт	Обладнання
1	2	3
VI	Фарбування візка або окремих його деталей та нанесення трафаретів.	Камера для фарбування (23), сушильна камера (25), фарбопульт, трафарети.

Так виглядає традиційна система ремонту візка.

Тут правда ми не вказали, але в деяких технологічних процесах цього не пишуть, що потрібно робити перед визначенням того чи іншого виду ремонтів – знайти рівень зносу, а це можна зробити двома способами:

- за допомогою вимірювального інструменту;
- за допомогою ультразвукових тощиномірів.

Другий спосіб застосовують, правда не всі депо. Тому перед проведенням ремонту рам візків та надресорних балок маємо знати фактичний знос (корозійний) і відповідно до «Інструкції по зварці та наплавці при ремонті пасажирських вагонів» можемо проводити чи бракувати відповідні деталі чи вузли.

3.2 Напрямки покращення ремонту візка пасажирського вагона

Відповідно для проведення ремонту необхідно для його покращення додатково ввести наступні вимірювальні операції, які будуть виконуватись за допомогою спеціальних лазерів. Це дуже зручно при ремонті рами візка, надресорної балки та колісних пар, а саме устаткування буде приведено в наступному розділі даної записки.

Другий варіант покращення- це запровадження спеціальної технології поверхневого або напилення або відновлення поверхонь, що зазнають корозійні

ушкодження. Дане покращення можна здійснити при застосуванні технології газотермічного покриття та наплавлення.

Під газотермічними покриттями розуміють покриття, які нанесені методами плазмового, газоплазмового напилення та електродугової металізації.

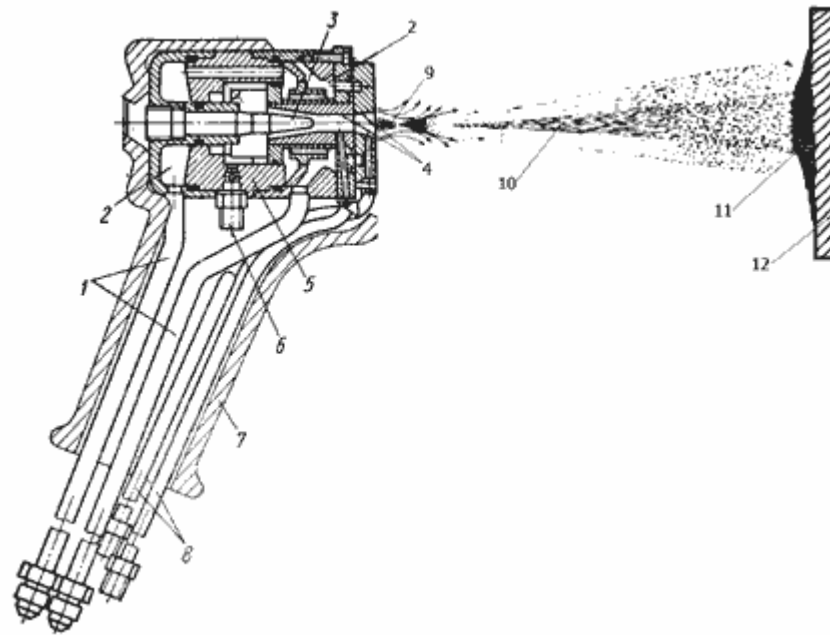
Сутність методу газотермічного напилення полягає в нагріванні напилюваного матеріалу в плазмовій струї (плазмове напилення), в газовому струї (газопламенное напилення) або в електричній дузі (електродугова металізація) і після перенесення високошвидким потоком газу нагрітих частинок наноситься на напилену поверхню з формуванням на її шарі покриття. .

Єдиної класифікації способів газотермічного напилення на даний момент немає. Існує детальна класифікація, запропонована Э. Кречмаром [11], відповідно до якої передбачаються спроби розробки більш досконалих класифікацій, наприклад за енергетичним визнанням (або формі матеріалу що буде напилюватись), оскільки принципова сутність багатьох різновидностей газотермічного нанесення покриття визначається джерелом енергії, яке при цьому використовується (рис.15).



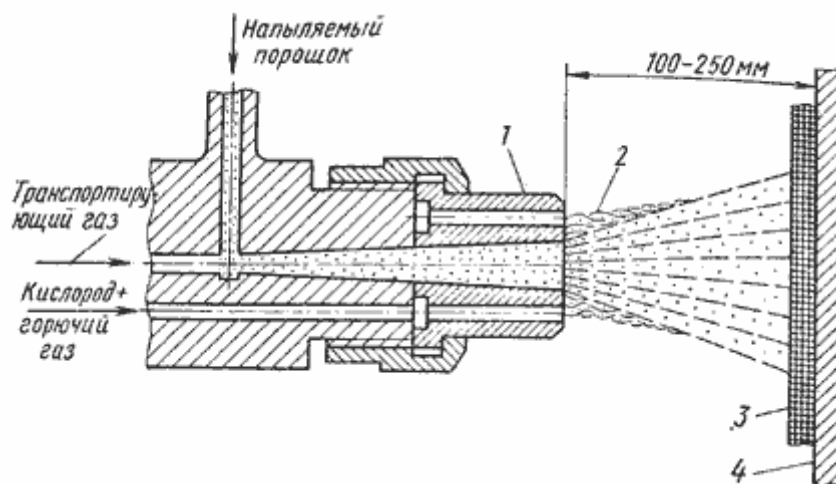
Рисунок 15 – Структурна схема різних способів газотермічного нанесення

Принципові схеми плазменного , газопламенного напилення та електродугової металізації наведені на рис.16.



1-вольфрамовый катод; 2- мідний водоохолоджуваний анод; 3 - ізолятор; 4 - робочий газ; 5 – порошок, що напильється; 6. плазмова струя; 7 - розплавлені частинки напильованого порошку; 8 - покриття; 9 - підложка.

Рисунок 16 - Принципова схема плазмового напилення

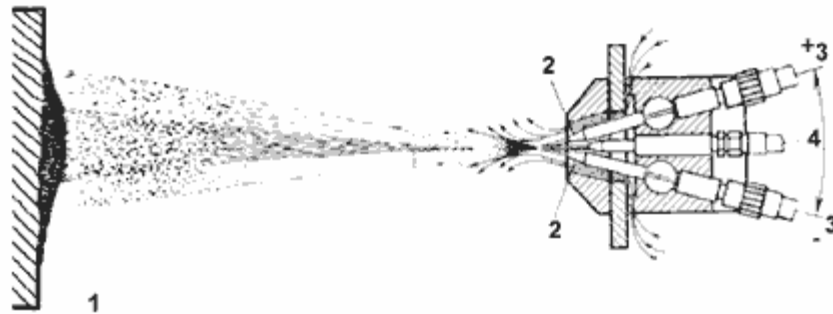


1 - сопло; 2. газовий факел; 3 - покриття; 4 - підложка

Рисунок 17 - Принципова схема газоплазмового напилення

При плазмово-дуговому нанесенні покриття з порошку або поршкового дроту плавлення вихідного матеріалу відбувається в плазмовій струї (струмені), температура якого становить 5000-5500°K. Дугова плазмова струмінь отримується шляхом вдування плазмоутворюючого газу в електричну дугу, що утворюється

між двома електродами. Плазмовий струм являє собою потік речовин, що складається з електронів, іонів і нейтральних атомів плазмоутворюючого газу. У якості плазмоутворюючих газів застосовують різні типи газів : аргон, азот, водень, аміак, водяний пар, повітря, гель та інші гази, а також застосовують і їхні суміші. Частини вихідного порошку, що потрапляють у плазмову струмінь, розплавляються і переносяться на поверхню оброблюваного виробу (рис.18).



1-деталь з напленням покриттям; 2-3 напильвальний дріт; 4-сопло для подачі стиснутого повітря

Рисунок 18 – Принципова схема електродугової металізації

Методом плазмового наплення можна використовувати зносостійкі, термоерозіоностійкі, корозійностійкі, жаростійкі, антифрикційні покриття з порошкових та інших матеріалів, в тому числі і високотемпературної кераміки. Пористість плазмового покриття не вище 12%. Швидкість нанесення покриття може досягати до 10 кг/год. Твердість плазмового покриття з підкладкою може бути до 1000 кг/см².

В самих газоплазмових процесах нанесення покриттів за звичай використовується тепло, що виділяється при згорянні горючих газів (ацетилену, пропан-бутану, водню, метану, природного газу та ін.) в суміші з киснем або стиснутим повітрям (рис.17). Таки наплення нам підходить для нанесення на бокові стінки рами , де є витікання стічних вод з вагону та туалету, що призводить до підвищеної корозії, яку цим способом можна запобігти та значно зменшити, так як поверхня стане легованою і менш активною для електрохімічних реакцій.

Методом газоплазмового напилення можна використовувати зносостійкі, корозійностійкі, термоерозійностійкі та антифрикційні покриття з порошкових і проволочних матеріалів. Пористість газоплазмових покриттів кілька вище, а адгезія нижче в зрівнянні з плазмовими покриттями. Газоплазмові покриття порушують плазму і зі швидкістю нанесення. Разом з тим, цей метод газоплазмового напилення більш мобільний у зрівнянні з плазмовим напиленням. Цим методом можна наносити покриття в польових умовах, а у нашому випадку наносити його у місцях де йде інтенсивне тертя (закріплення валиків центрального люлькового підвішування, отворів в кронштейнах під гідравлічні гасники коливань, місця під встановлення сергь).

Наступний метод це - метод електродугової металізації. При цьому способі наносять, в основному, наступні види покриттів: зносостійкі, корозійностійкі та антифрикційні покриття з проволочних матеріалів.

Ще є один з методів нанесення покриттів - електрометалізаційні покриття, які встановлюють плазмовий по адгезії, мають порівняно більшу пористість, але перевищують плазмовий за швидкістю нанесення. У деяких випадках нанесення електрометалізаційних покриттів може досягати швидкості 40 кг/год, що є значним фактором. Обладнання при цьому виді нанесення , а саме для електродугової металізації є досить компактне, що дозволяє використовувати покриття також у польових умовах на поверхні різної конфігурації та габаритів.

Термоерозіоностійкі покриття призначені для забезпечення працездатності деталей і вузлів у високотемпературних газових потоках. Частіше всього для цієї мети використовуються плазмові покриття з окису алюмінію та двоокису цирконію або покриття на основі інтерметаллідних сполук. Максимальна температура експлуатації покриттів з окису алюмінію і двоокису цирконію може досягати температури 1700°C, а інтерметаллідних покриттів – до 1400°C.

Антифрикційні покриття дозволяють знизити коефіцієнт тертя в вузлах машин візка та його компонентів. Антифрикційні покриття дуже нам підходить для

використання при проведенні модернізацій та збільшенні ресурсу , що в кінцевому потягне – збільшення міжремонтних пробігів.

3.3 Розробка технологічного процесу нанесення та відновлення поверхонь візка та його частин

Перед початком проведення відновлення потрібно оцінювати розміри зносу та можливість відновлення за допомогою даного способу. Деталі зі зносом більше 2,0 мм доцільно попередньо відновлювати дуговим способом з урахуванням припуску від 1,0 до 1,5 мм з наступним опрацюванням, а же після застосовувати даний спосіб.

Деталі, що мають на зношеній поверхні тріщини, відновленню за цією інструкцією не підлягають.

Процеси відновлення деталей методами ГПН (газополум'яне напилення), ДПНО (газополум'яне напилення з обплавленням) полягають у нанесенні на підготовлену поверхню струменем горючих газів, що утворюють ацетилено-кисневе або пропано-кисневе полум'я, частинок самофлюсуючого порошкового сплаву. При ДПНВ, нагріті до високопластичного стану в полум'ї частинки рухаються з дуже високою швидкістю і, падаючи на поверхню деталі, послідовно схоплюються з нею і один з одним у результаті високої теплової та кінетичної енергії. Напилення проводиться до отримання шару необхідної товщини з припуском на обробку та усадку після повного остигання. Потім проводиться оплавлення (на грів до температури від 900°C до 1000°C) напиленого покриття. Напилення проводиться на деталі типу «вал» за її обертанні. Після повного остигання деталі проводиться механічна обробка покриття (якщо така потрібна) обточенням або шліфуванням залежно від твердості нанесеного шару до креслярських розмірів.

ГПН застосовується для наплавлення поверхонь плоских деталей, а також деталей складної форми (сережки, опорні шайби, замок автозчеплення, та релі

тощо). Післяздійснення ГПН, ГПНО деталь повинна мати рівну і гладку поверхню, тому для ряду деталей та вузлів (наприклад, автозчіпний пристрій, сережки підвіски, опорні шайби, валики люлечного підвішування візка і т.д.) при відповідності параметрів розмірів відновленої поверхні вимогам креслення подальша механічна обробка не потрібна.

ГПН та ГПНО виробляють спеціальними наплавними пальниками типу ГН-2, Могул-UP1, Євро Джет XS-7, ГН-3, ГН-5П (технічні характеристики пальників є в окремих таблицях).

Технологічний процес відновлення газотермічним деталям.

Напиленням і наплавленням складається з наступних послідовних операцій:

- підготовка наплавно-напилювальних матеріалів;
- підготовка деталей для зміцнення;
- нанесення покриття;
- обробка деталі до креслярських розмірів (при необхідності).

Підготовка порошкових матеріалів

Порошок , якщо його довго зберігвали (більше 2-х місяців), а також зі слідами вологи, необхідно просушити, а сушку роблять у спеціальній сушильній шафі при температурі від 130°C до 150°C протягом $(1,5 \pm 0,5)$ год. Час сушіння залежить від ступеня зволоження порошку. Порошки сушать на спеціальних деках з нержавіючої або оцинкованої сталі, періодично перемішуючи. Товщина шару засипки для сушки трохи більше 20 мм. Для сушений порошок зберігають у сухому приміщенні на герметичних ємностях.

Дальше рекомендується перевірити ефективність оплавлення та розкислення порошкової суміші при ГПН, ГПНО. Для цього напиляти невелику кількість на зачищеній ділянці будь-якої деталі з обпавкою його. Матеріал повинен оплаватися рівномірно, без інтенсивного утворення газів, що свідчить що він є сухий.

Підготовка деталей

Процес підготовки деталей для відновлення передбачає низку операцій, ретельність виконання яких визначає високу якість покриття та міцність його зчеплення з деталлю, і складається з наступних операцій:

- відбору деталей, що підлягають ремонту;
- знежирення поверхні;
- механічної обробки поверхні;
- активації та формування шорсткості поверхні.

Відбір деталей роблять для відбракування деталей із надмірним зносом і з небезпечними для подальшої експлуатації ушкодженнями (тріщини, глибокі вм'ятини, вибоїни тощо).

Знежирення проводять для видалення жиру та олій. Його рекомендується здійснювати миючими засобами, лужними розчинниками та різними емульсіями. Після знежирення водними розчинами або емульсійними складами проводять промивання деталей водою. Далше проводять сушіння деталей після промивки виробляють у сушильних шафах при температурі від 60 ° С до 150 ° С або обдуванням стисненим повітрям за ГОСТ 9.010.

Для деталей та виробів, знежирення яких проводити зазначеними способами технологічно та економічно недоцільно, допускається знежирення за допомогою щіток або протирочного матеріалу, змочених розчинником олії

Механічна обробка поверхні

Механічній обробці точінням або обточуванням піддають ті деталі для усунення дефектів, що утворилися в результаті експлуатації: нерівномірного зносу, задир, зам'ятин тощо, а також для надання зношеної поверхні правильної геометричної форми, що забезпечує найбільш ефективну експлуатацію відновлених деталей.

При цьому необхідно враховувати, що конфігурація поверхні, що напильюється, повинна гарантувати нанесення покриття при розташуванні

поздовжньої осі потоку частинок до поверхні під кутом від 60° до 90° (у стиснених умовах не менше 30°).

Відповідно на поверхнях, що напилюються, не повинно бути задилок, зварювальних бризок, напливів паяння, припалів, залишків флюсу, раковин, тріщин і т.п. Є ще ряд вимог, що деталі з твердістю поверхні понад 35 HRC перед механічною або струминно-абразивною обробкою необхідно піддавати відпалу.

Активація та формування шорсткості поверхні

З метою активації напилюваної поверхні та надання їй потрібної шорсткості поверхню піддають струменево-абразивній обробці або зачистці ручним шліфувальним інструментом або «грубим» точенням на токарному верстаті (дрібне різблення). Деталі перед обробкою повинні мати температуру довкілля.

Струменево-абразивну обробку допускається проводити при тиску стисненого очищеного повітря (5 клас чистоти за ГОСТ 17433) від 0,3 до 0,6 МПа (3-6 атм.) Залежно від матеріалу деталі. Відстань від зрізу сопла пістолета до поверхні деталі повинна становити (125 ± 25) мм. Кут нахилу сопла до поверхні деталі повинен становити від 60° до 90° .

Поверхні деталі, що не підлягають напиленню, повинні бути захищені від впливу струменево-абразивної обробки екранами або іншими пристроями. Габаритні розміри зони обробки повинні бути більшими за розміри зони напилення на (4 ± 1) мм., а для захисту застосовують екрани в яких тонке скло (товщиною від 0,5 до 1,0 мм) листове оцинковане залізо, мідь або інший матеріал, що забезпечує хороший захист поверхні, що не підлягає напиленню.

Як матеріали для струминно-абразивної обробки використовують шліфзерно електрокорунд нормального марки 12Л, 12А по ТУ 2-036-197-76 зернистістю 63Н, 63П, 80Н, 80П за ГОСТ 36470 або металевий дріб ДЧК, ДСК номер 01, 02, 03, 05 за ГОСТ 11964-81. Металевий дріб не повинен мати слідів іржі, бруду, олії. Металевий дріб рекомендується для обробки матеріалів з твердістю до HRC 50. Абразив з електрокорунду може бути використаний до 30 разів, металевий дріб

до 90 разів. Допускається застосування інших аналогічних матеріалів, не що погіршують якість підготовки поверхні.

3.4 Висновки по розділу 3

Підсумовуючи вище описане можна прийти до наступних висновків:

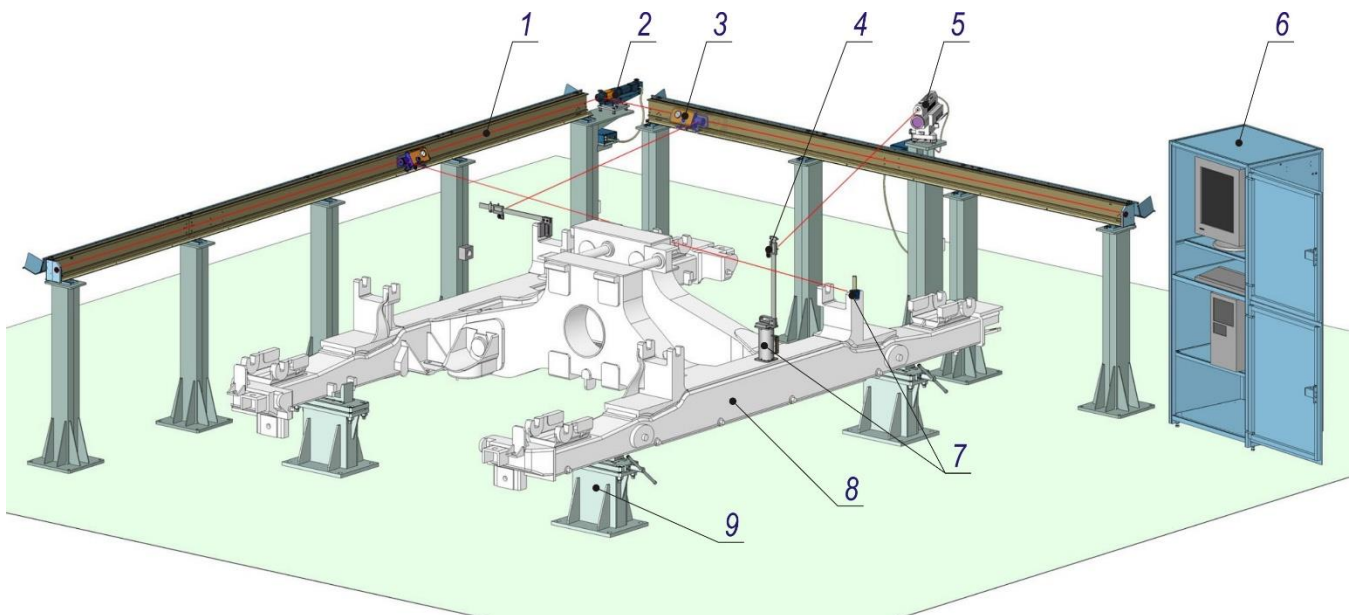
- Відповідно до типового технологічного процесу розроблено місцевий варіант ремонту візка у ЛВЧД-8 Львів;
- Типовий процес ремонту візків є адаптований під фактичні параметри депо (обладнання, працівників, тип вагонів та візків що ремонтуються);
- Відповідно намічені напрямки що підвищать термін служби та надійність техніки при здійсненні газотермічного покриття;
- Відповідно до типу газотермічного покриття розроблено типовий загальний технологічний процес, який передбачає застосування даної технології при відновленні чи зміцненні елементів візків пасажирських вагонів, що призведе до збільшення їхнього ресурсу;
- Маючи таку технологію вже можна попередньо спрогнозувати обладнання яке буде при цьому необхідне, яке я привів в розділі 4.

4. ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ РЕМОНТУ ВІЗКІВ

Комплекс для рам візків ЛИС-РТ-3

Для полегшення ремонту та пришвидшення вимірювальних робіт при ремонті пасажирських візків використовують спеціальну установку з лазерними вимірювачами. Одна з яких вимірює параметри рами, а інша може вимірювати параметри колісної пари.

Для пришвидшення операції можна скористатись та застосовувати лазерну систему вимірювання рами візка розробки Російської Федерації типу ЛИС-РТ-3, загальний вигляд якого представлений на рисунку.



- 1 – лінійка контрольна лазерна (ЛКЛ); 2 – випромінювач лазерний; 3 – пристрій повороту пучка (УПП); 4 – штангенрейка; 5 – нівелір з лазерним візором;
6 – шафа; 7 – оснастка; 8 – опора.

Рисунок 19 – Загальний вигляд комплексу для рам візків ЛИС-РТ-3

На рисунку 19 показано одну з частин вимірювального комплексу для вимірювання геометричних розмірів рами візка, а також пристосування для механічного опрацювання елементів рами.

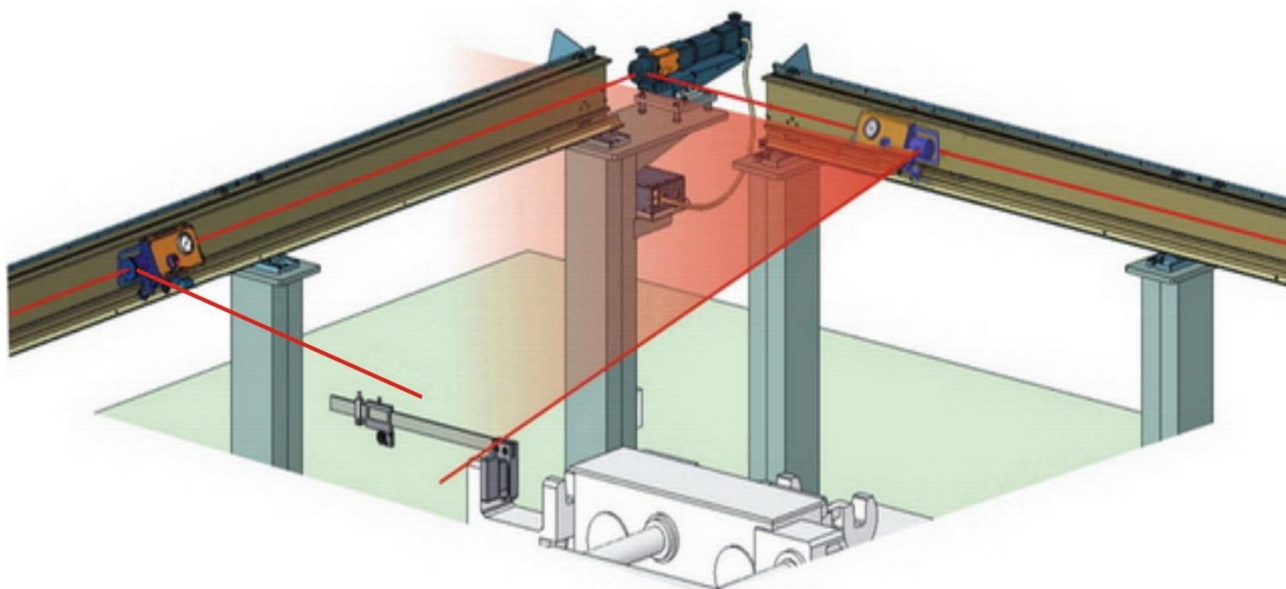


Рисунок 20 –Склад лазерного вимірювача

Поздовжні та поперечні геометричні параметри візка та надресорної балки вимірюються за допомогою взаємно перпендикулярних пучків, які проходять вздовж лінійок ЛКЛ и дальше від УПП до об'єкта вимірювання. Рама візка встановлюється на опори, а коли у нас є надресорна балка то на спеціальну підставку. На місця , які будуть контролюватись (елементи рами або надресорної балки) встановлюються відповідна оснастка, в напрямленні якої візується та направляється лазерний пучок від УПП. Після кожного вимірювання (знаття показів) дані про положення лазерного пучка (координати, довжини) передаються в комп'ютер.

Технічні характеристики такого вимірювального комплексу наведені в таблиці 2.

Також в склад цього комплексу може входити а може і ні (дивлячись від комплекції) входить фрезерний модуль.

Такий фрезерний модуль МФ-024 (рис. 21) є призначеним для фрезерування наплавлених поверхонь клинових пазів повідкових кронштейнів при ремонті рам візків рухомого складу в системі координат лазерного вимірювача ЛИС-РТ-3.

Таблиця 2 – Технічні параметри та характеристики вимірювального стенду
ЛІС-РТ-3

Найменування параметра	Значення параметру
Габарити вимірювального простору під стенд , м, не більш	8,0×3,2×1,0
Габарити площадки для розміщення системи, м, не більш	12,0×5,8
Довжина хвилі лазера, мкм	0,63 (відповідає червоному кольору)
Кратність відліку координат X, Y, мм	0,05
Похибка відліку по координатам X, Y, мм	0,015
Похибка вимірювання в просторі X, Y, Z мм	0,25
Максимальний час обміру рами візка , хв.	35÷40
Час безперервної роботи комплексу, год	8
Необхідна споживана потужність комплексу , Вт, не більш	500
Напруга кола живлення (частота 50 Гц), В	220

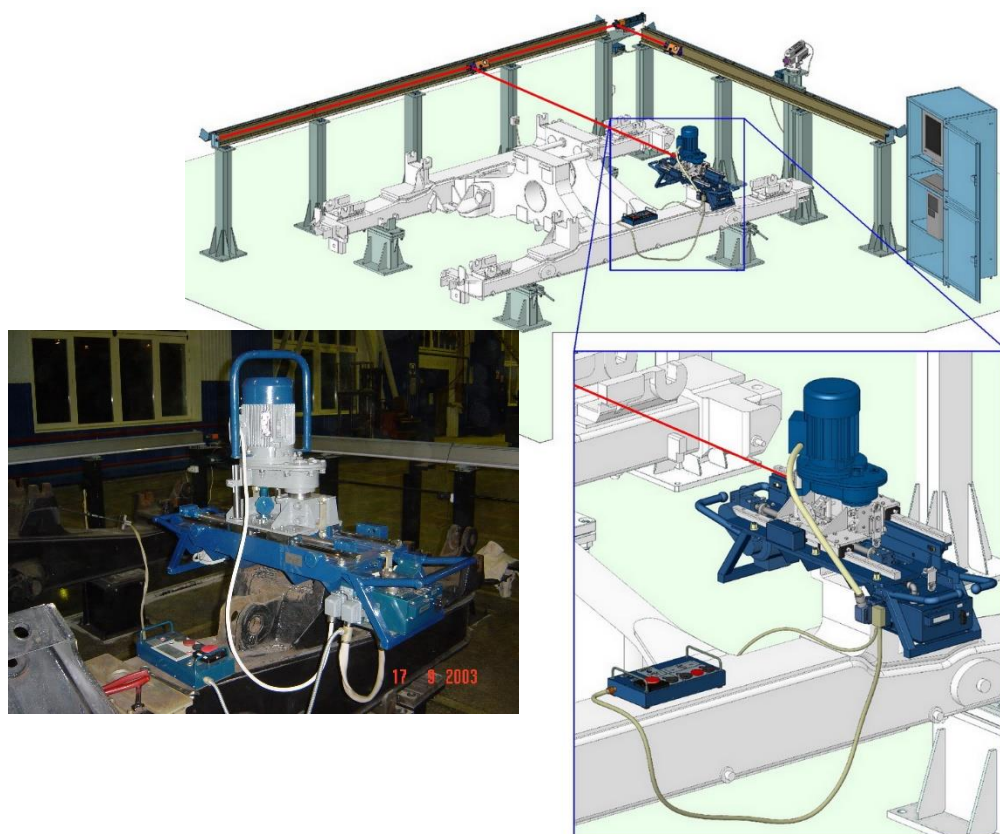
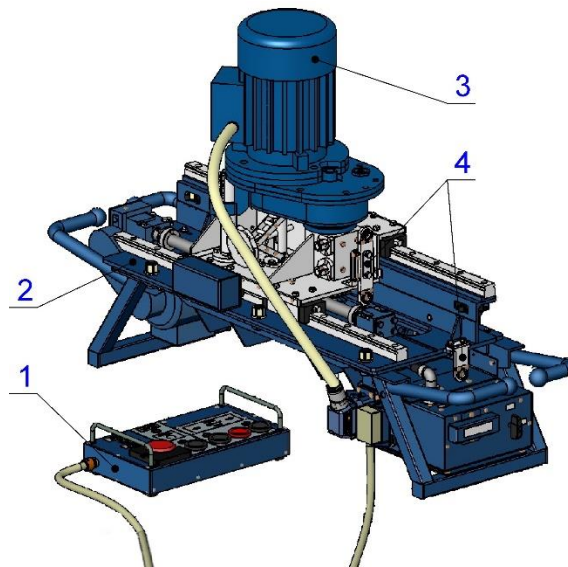


Рисунок 21 - Модуль фрезерний МФ-024

Модуль фрезерний буває та випускається у різних модифікаціях для фрезерування рам візків всіх типів і є переносним та може встановлюватися по елементам рами двома робітниками без використання підймальних механізмів. Транспортується такий модуль із місця зберігання до робочої позиції та зворотно на візку, який входить в комплект модуля.



1 – пульт керування ; 2 – станина ; 3 – головка фрезерна ; 4 – цільові знаки

Рисунок 22 – Будова фрезерного модуля МФ-024

Даний модуль працює наступним чином : спочатку основа модуля розміщується на повідковому кронштейні рами візка, що повинна оброблятися та базується по лазерному пучку вимірювача лазерного ЛИС-РТ-3 за допомогою цільових знаків. На основу саму встановлюється фрезерна головка, після чого здійснюється фрезерування поверхонь пазів кронштейна за декілька проходів. По закінченні фрезерування модуль переставляють на наступний кронштейн.

Лазерний вимірювач геометричних параметрів колісних пар

Даний лазерний вимірювач є найпростішим вимірювальним лазерним інструментом і побудований на основі лазерної лінійки з двома лазерами ЛКЛ-1, який наведений на рисунку та призначений для вимірювання лінійних розмірів (до 2500 мм) на різних об'єктах і тому числі і на колісних парах вагонів. Дані

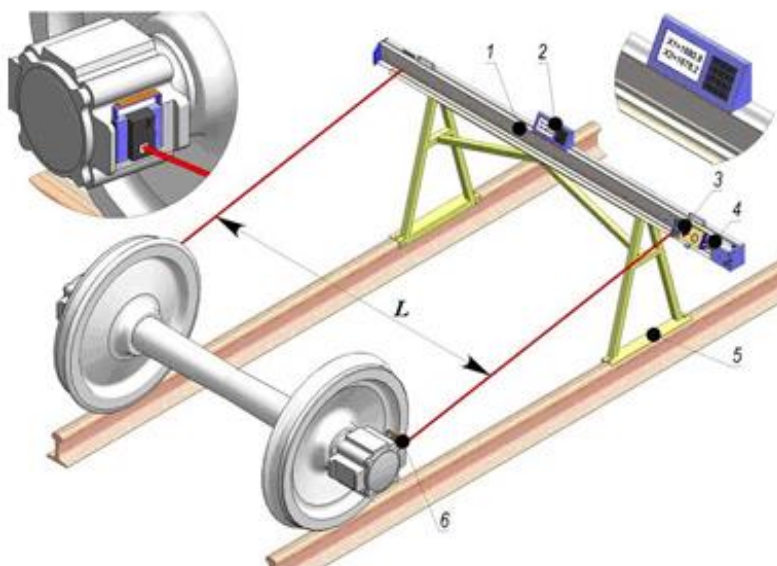
вимірювання призначені для таких, при яких стандартними засобами вимірювання є важко або неможливо провести швидко вимірювання та проведення не забезпечує необхідної точності. Лазерний вимірювач може використовуватися при проведенні наступних вимірювань на колісній парі та візку: довжина осі, відстань між буксами, відстань між передпідматочинними проточками, відстань між внутрішніми гранями ободів коліс та інші геометричні параметри колісної пари, а для візка, це відстань між шпінтонами, відстань між балками, диференційоване вимірювання діагоналі візка. Загальний вигляд такої вимірювальної схеми за допомогою ЛКЛ-1 приведено на рисунку 23.

Вимірювання за допомогою та на базі лазерної лінійки ЛКЛ-1 має наступні переваги:

- висока точність та швидкість проведення вимірювань. Лазерний штангенциркуль (лінійка) ЛКЛ-1 дозволяє визначити лінійні розміри від 100 мм до 2500 мм будь-яких об'єктів з похибкою вимірювань $\pm 0,1$ мм;

- одержання високоточних результатів вимірювань при економії втрат праці та можливістю автоматизації та цифровій обробці результатів а також в ручному режимі процесів вимірювань та контролю.

При такій схемі середня тривалість проведення вимірювань контрольованого об'єкта (колісної пари) з моменту підготовки устаткування до одержання результатів становить 10-15 хв., і зменшується якщо йде партія виробів- об'єктів вимірювань. При такій організації вимірювань непотрібно додаткового персоналу - всі роботи проводяться одним оператором із надання результатів вимірювань у зручних формах для подальшої форми звітності та робіт які будуть виконуватись після проведення вимірювань. Результати вимірювань відразу виводяться на табло вимірювань 2, а також можуть бути збережені в пам'яті передаватися на будь-який комп'ютер або інший сумісний пристрій для зберігання, накопичення в базі даних й наступного роздрукування для паперової форми звітності, а також підбору розмірів колісної пари відповідно до фактичних значень.



1 – штангенциркуль (лінійка) ЛКЛ; 2 – табло результатів; 3 – пристрій повороту пучка; 4 – блок випромінювача; 5 – переносна підставка; 6 – фотоприймач з магнітним тримачем

Рисунок 23– Загальний вигляд лазерний вимірювача для колісних пар вагонів та рами візка

Вимірювач або стенд для вимірювання не має потреби в постійній позиції, що дозволяє при переміщенні оптимізувати використання площі виробничого приміщення, а також не вимагає підключення до мережі. Живлення ЛКЛ і фотоприймача здійснюється від акумуляторів, які при повному заряді гарантують роботу протягом 8 год., що є співрозмірне тривалості робочої зміни. Також дана система виключає людський фактор, що покращує результат вимірювань.

Стіл універсальний для проведення складальних та зварювальних робіт

Даний стіл є універсальним та може застосовуватись як при складання рами та візка в цілому. Присутні в ньому отвори дозволяють встановлювати різноманітні захвати і відповідно розміщувати та проводити роботи зварювання, наплавлення, напилення, вимірювання та інші.

Стіл має таку особливість що його можна виставити на «0» відносно нижніх ніжок, що регулюються по висоті. Велика товщина стола – 8-10 мм дозволяють на нього ставити раму візка на нього в цілому без завдання шкоди йому.



Рисунок 24 - Стіл універсальний для проведення складальних та зварювальних робіт

Плазматрон (и)

На сьогодні найпопулярніший пристрій цього типу - плазматрон 3МВ фірми Sulzer Metco, який, маючи невеликі модифікації, та вже існує вже більше 40 років.

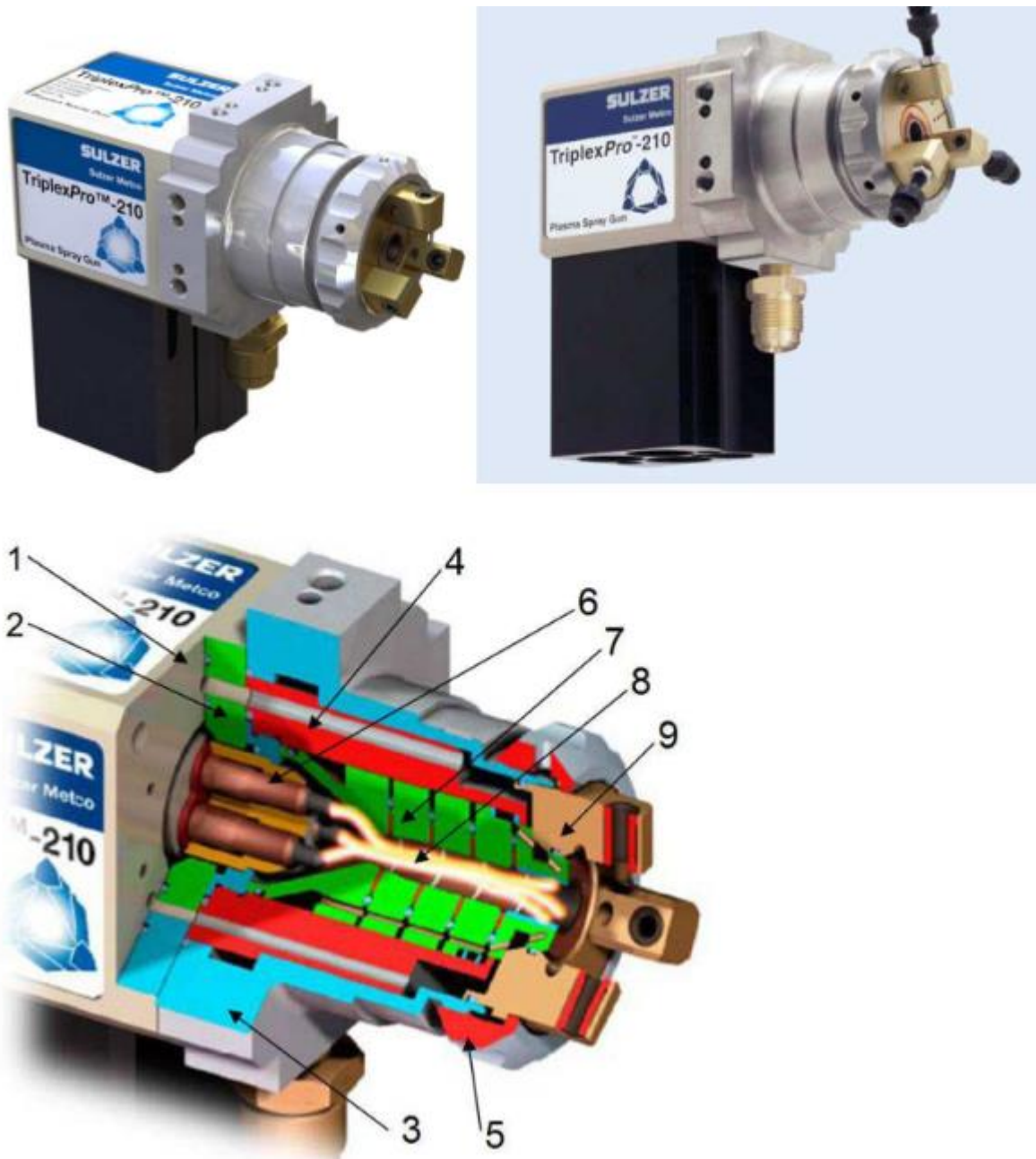
На рисунку 25 представлені актуальні та наявні в продажу моделі серії з максимальною потужністю 40 кВт.



Рисунок 25 – Модифікації нового плазматрона фірми Sulzer Metco

Розвиток техніки плазмового напilenня останні десятиліття йде дуже швидко. І вже сучасний, потужний (до 85 кВт, струм до 379 А, напруга до 223 В) пристрій з одним катодом і анодом - це плазматрон 100HE американської фірми

Progressive Technologies Inc., який працює на швидкостях близьких до швидкості звуку (рисунок 26):



1 – задня частина корпусу; 2 – анодний стек; 3 – передня частина корпусу; 4 – ізолятор; 5 – накидна гайка; 6 – три катоди у керамічному блоці; 7 – елемент анодного стека; 8 – канал плазми; 9 – насадка із трьома порошковими дюзами.

Рисунок 26 - Плазматрон моделі TriplexPro™

Технологія Triplex від фірми Sulzer Metco досить давно увійшла до практики термічного наплення. Це сталося ще у 90-х роках. Ці пристрої мають, порівняно з плазматронами з однією дугою, значно більшим ресурсом і стабільністю результатів наплення. Для багатьох комерційних порошків

плазматрони Triplex дозволяють також покращити продуктивність та ККД напilenня при збереженні якості покриття.

Наступною фірмою GTV GmbH випущено, в обхід патенту Sulzer Metco на трикатодні плазматрони, пристрій GTV Delta з одним катодом і трьома анодами, що, в принципі, є погіршеною компіляцією TriplexPro (рис. 26).

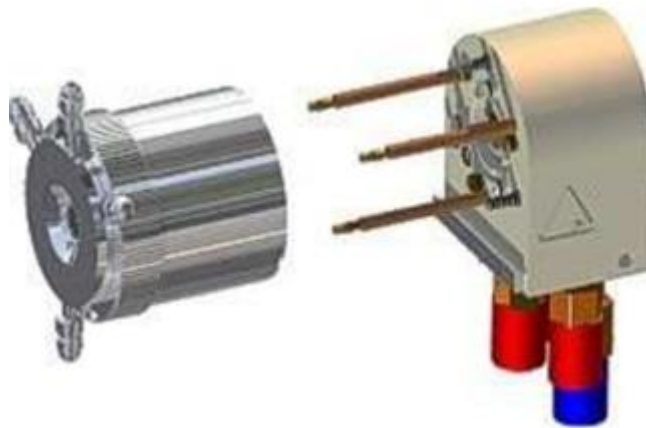


Рисунок 27 - Плазматрон GTV Delta

Він через свою високу швидкість плазмоутворюючого газу зменшується час перебування частинок у гарячій зоні полум'я і, відповідно, їх температура. Для протидії цьому необхідно збільшувати потужність дуги та використовувати в плазмоутворюючому газі велику кількість водню, завдяки якому процеси дисоціації-асоціації молекул подовжує гарячу зону полум'я. Таким чином, плазматрон 100HE може реалізує температуру частинок, з розміром 20-30 мкм, вище 2300°C при швидкості близько 250 м/сек, що уможлиблює напilenня покриття з Cr₃C₂ - NiCr, Cr₂O₃ і Al₂O₃ з малою пористістю і це нам підходить.

Ще одним напрямом розвитку, у комбінації зі збільшенням витрати газів, є розподіл однієї дуги вже на три частини, що в свою чергу дозволяє покращити стабільність і рівномірність факела полум'я, зменшити знос електродів та збільшити сумарну потужність полум'я. Такими властивостями володіє пристрій плазматрон TriplexProTM-210 фірми Sulzer Metco з одним анодом та трьома катодами, максимальною потужністю 100 кВт.

Якщо підсумувати те що написано вище, то запровадження плазменного напilenня зварювання, а також плазмового різання є перспективними

напрямами не тільки при ремонті рухомого складу але й інших галузях народного господарства.

Стенд для автоматичного вимірювання параметрів пружин



Рисунок 28 - Стенд для автоматичного вимірювання параметрів пружин

Стенд призначений для підбору спіральних пружин локомотивів та вагонів під статичним навантаженням з метою подальшого їх підбору та сортування відповідно до правил ремонту рухомого складу.

Функціональні можливості даного станду:

- Автоматичний вимір висоти пружин, різних типів локомотивів.
- Підбір пружин за трьома групами
- Відбраковування пружин
- Виведення результатів вимірювання на монітор, знімний носій та принтер
- Регульована деформація під час вимірювання зусилля стиснення

Напіваавтомат для зварювання в середовищі інертного газу

Даний агрегат дозволяє проводити зварювальні та наплавочні роботи відповідно до EN 15085 та iso3834.

Це на перший погляд ніби прости напіваавтомат, але є одне не – за допомогою нього можна добитись відповідних результатів по проведенню

зварювання та наплавлення та отримати відповідні шви та наплавлені поверхні, які будуть відповідати EN 15085 та ISO 3834, а вони в свою чергу мають пряме відношення до вимог TSI та вимог ERA. Загальний вигляд зварювального апарату типу Fronius 500 приведений на рис. 29



Рисунок 29 – Загальний вигляд зварювального апарату

Отже застосувавши дану техніку та дотримуючись вимог ISO 9001 маючи відповідний персонал можна проводити ремонт відповідно до вимог інтероперабельності та системи управління якістю (СУЯ) на підприємстві.

При виконанні робіт за дотримання вимог інтероперабельності зварювання повинен мати достатньо досвідчених координаторів зварювання з відповідними технічними знаннями за EN ISO 14731. Виробник повинен підтвердити органу сертифікації виробників, що технічні знання координатора(ів) зварювання відповідають необхідному рівню. Завдання та області компетенції координаторів зварювання представлені у додатку Ст 15085-2.

У цьому стандарті розрізняють три рівні координаторів зварювання.

Координатори зварювання із всесторонніми технічними знаннями (рівень А), координатори зварювання з базовими технічними знаннями (рівень С) та координатори зварювання зі спеціальними технічними знаннями (рівень В). Окрім того на підприємстві повинні бути спеціалісти або підприємство буде наймати міжнародний інженер зі зварювання (IWE), європейський інженер зі зварювання (EWE) або міжнародний технолог зі зварювання (IWT) або європейський технолог зі зварювання (EWT) з відповідним досвідом.

Як правило, координатори зварювання повинні найматися виробником.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Враховуючи те, що Україна прагне інтегруватись в європейське співтовариство, потрібно враховувати також вимоги наступних процесів відновлення, які з однієї сторони є в Україні, а з другої – дані процеси та процедури відрізняються:

1. Потрібно велику увагу приділяти питання зварювання та наплавлення, при чому при зварюванні потрібно пам'ятати, що на підприємстві відповідно до EN15085 повинен бути координатори зварювання із всесторонніми технічними знаннями;
2. Також слід пам'ятати, що при здійсненні ремонтних робіт та робіт по виготовленню на підприємстві повинна бути чітка та зрозуміла СУЯ підприємством відповідно до ISO 9001 та по зварці EN15085, ISO3834;
3. При відновленні слід використовувати нові технології або старі з модернізацією процесів ремонту- відновлення, обробки, що має в кінцевому підвищити якість ремонту, збільшити довговічність та надійність;
4. До таких нових технологій при відновленні та зміцненні елементів візків пасажирських вагонів є газотермічне напилення поверхонь, яке дозволяє і відновлювати до 2 мм та покращувати поверхневі властивості матеріалу візка, які ми можемо запровадити для зменшення корозії рам візків біля фанових труб;
5. Для оперативного та якісного проведення вимірювань пропонується запровадити лазерну систему вимірювань розмірів коліс, розмірів рами візка з записом в базу даних і створення бази з якої в подальшому при створенні відповідних програм та комплексів можна оперативно та зрозуміло отримувати інформацію про параметри візка та його елементів і автоматично робити підбір по потрібним значення при проведенні ремонту, що в кінцевому скоротить час і кошти.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. <https://patonpublishinghouse.com/rus/journals/as/2012/01/11>
2. Damage and rational methods of repair of hinged assemblies of trolleys of passenger cars: autoref. thesis ... candidate technical Sciences: 05.22.07 / S. I.
3. Passenger cars. Diagnosis. Residual resource. Reliability B: monograph / Yu.Ya. Vodyannikov, A.O. Sulym, P.O. Host, S.O. Stoletov, O.O. Melnyk, I.M. Lashkevich Kremenchuk: SE "UkrNDIV", 2023. 69 p.
4. Kalabukhin Yu.E., Martynov I.E., Trufanova A.V. Analysis of operational components of economic and technological states of the life cycle of passenger cars. Collection of scientific works "Rail Rolling Stock". 2022. Issue 24. P. 124-139. DOI: <https://doi.org/10.47675/2304-6309-2022-24-124-139>.
5. ІЛІ 0070 Methodology of technical diagnostics of passenger cars that have served the appointed term, with the aim of extending it. Entered on the basis of the order of Ukrzaliznytsia dated June 25, 2008 No. 304-ІІ. K.: Infinite Source, 2008. 60 p.
6. Myamlin S.V., Reidemeister O.H., Kalashnyk V.O. Scientific and technical maintenance of the extension of the service life of passenger cars after KVR. Car park. 2015. No. 11-12 (104-105). P. 4-7.
7. Ostapyuk B.Ya. Extension of the service life of passenger cars. Visnyk of Dnipropetrovsk
8. National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan. 2004. Issue 24. P. 124-139.
9. Myamlin S.V., Reidemeister O.G., Pullaria A.L., Kalashnyk V.O. Justification of the extension of the service life of passenger cars with corrosion centers of the backbone beam. Herald of DNUZT. 2015. No. 5 (59). P. 132-140. DOI: <https://doi.org/10.15802/stp2015/55337>
10. Myamlin S.V., Reidemeister O.H., Pulariia A.L., Kalashnyk V.O. Development of recommendations for extending the useful life of passenger cars. Science and progress of transport. Bulletin of the Dnipropetrovsk National University of Railway Transport. 2015. No. 6 (60). P. 118 – 126. DOI: <https://doi.org/10.15802/stp2015/57096>

11. Shikunov O.A., Reidemeister O.G., Anofriev V.G., Kyrylchuk O.A., Donev O.A. Study of the limit state of passenger cars. Car park. 2012. No. 12. P. 4-6
12. Radkevich M.M., Sapronova S.Yu., Tkachenko V.P. Research of the residual resource and establishment of the maximum service life of non-compartment passenger cars built by the KVZ. Collection of DUIT. "Transport systems and technologies" series. 2020. Issue 36. P. 54-62. DOI: <https://doi.org/10.32703/2617-9040-2020-36-6>
13. Radkevich M.M., Sapronova S.Yu., Tkachenko V.P. Research of the residual resource of special wagons. Collection of DUIT. "Transport systems and technologies" series. 2021. Issue 37. P. 50-58. DOI: <https://doi.org/10.32703/2617-9040-2021-37-6>
14. Martynov I.E., Trufanova A.V., Pavlenko Yu.S., Sergienko M.O. Analysis of the technical condition of passenger cars. Bulletin of NTU "KhPI". Collection of scientific works. Series: New solutions in modern technologies. Transport engineering. Kh.: NTU "KhPI". 2018. No. 45 (1321). P. 41-46.
15. Radkevich M.M., Sapronova S.Yu., Braykovska N.S., Tkachenko V.P. Improvement of the technique of technical diagnostics of passenger cars. Collection of DUIT. "Transport systems and technologies" series. 2021. Issue 38. P. 80-87. DOI: <https://doi.org/10.32703/2617-9040-2021-38-80-7>
16. Yezhov Yu.V., Pavlenko Yu.S., Voytenko O.I. Improvement of the current system of extending the service life of passenger cars. Collection of scientific works "Rail Rolling Stock". 2018. Issue 17. P. 46-50.
17. Myamlin S.V., Gorobets V.L. Scientific methods of estimating the resource of mobile load-bearing structures composition Bulletin of railway transport certification. 2011. No. 8. P. 12-17.
18. Bozhok N.O., Bulgakova Y.V., Pullaria A.A. Study of the current state of the passenger car fleet. Collection of scientific works of DNUZT. Problems of transport economy. 2014. Issue 8. P. 78-87.
19. Loboyko L.M., Barash Yu.S., Karas O.O. Evaluation of options for extending the service life of passenger cars. Bulletin of DNUZT named after Academician V. Lazaryan. 2008. No. 20. P. 240-245.

20. Martynov I.E., Trufanova A.V., Sergienko M.O. To the issues of forecasting the residual resource of frames of passenger cars. Collection of scientific papers DUIT. "Transport systems and technologies" series. 2019. Issue 34. P. 144–154. DOI: <https://doi.org/10.32703/2617-9040-2019-34-1-12>
21. Huter R.S., Ovchinsky B.V. Elements of numerical analysis and mathematical processing of experiment results (2nd edition). M.: Nauka, 1970. 432 p.
22. Lvovsky E.N. Statistical methods of constructing empirical formulas. M.: Higher School, 1988. 239 p.
23. Stepanov M.N. Statistical methods of processing the results of mechanical tests. Directory. M.: Mashinostroenie, 1985. 232 p.
24. TsV-0036 Rules for depot repair (DR). All-metal passenger cars. Approval and enter on the basis of the order of Ukrzaliznytsia dated June 25, 2003 No. 224-C. K.: Ukrzaliznytsia, 2003. 101 p.
25. IJI-0069 Rules for the exclusion of passenger cars from the inventory fleet. Approval and enter on the basis of the order of Ukrzaliznytsia dated 28.12.2007 No. 635-C. K.: Infinite source, 2008. 40 p.
26. Directive (EU) 2016/798 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on railway safety (Text with EEA relevance) OJ L 138, 26.5.2016, p.
27. OSJD Leaflet No. O + R 521/1 “Mixed traction coupling of railway rolling stock. Basic technical requirements
28. OSJD Leaflet No. O + R 521/3 “Traction gear for mixed traction coupling of railway rolling stock. Basic technical requirements” .
29. Koturanov V.A. Justification of indicators characterizing the innovativeness of the designs of automatic coupler draft gears under conditions of shunting collisions. Text]: . dis. k – yes. technical sciences // V.A. Koturanov. – MIIT 2014. – 181 p.