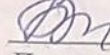


Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Львівський
Кафедра: Рухомий склад залізниць і колія
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень
Освітня програма: Вагони та вагонне господарство
Спеціальність: 273 «Залізничний транспорт»
(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри «Рухомий склад
залізниць і колія»

 Олена БАЛЬ

Дата 18.04.2022

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

(ступінь вищої освіти,

студенту

Пошванюк Альоні Богданівні

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення технології ремонту та утримання колісних пар
пасажирських вагонів

Керівник роботи: Терещак Юрій Володимирович, к.т.н., б/з
(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від "26" листопада 2021р. № 38 ст.

2. Строк подання студентом роботи: 10.06.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: технічні параметри й характеристики колісних пар
вагонів,

технічного обладнання та вимог, що стосуються колісних пар пасажирських вагонів

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

4.1 Аналітична частина: Аналіз основних методів ремонту колісних пар вагонів на

підприємствах АТ «Укрзалізниця»

4.2 Основна частина: Розробка технології ремонту колісних пар вагонів у
відповідності до нормативних документів АТ «Укрзалізниця». Розрахунок параметрів
підрозділу по ремонту колісних пар відповідно до заданої програми ремонту та
необхідного технологічного обладнання й оснащення в проектованому підрозділу.

Розробка технологічних карт по ремонту колісних пар із застосуванням нового
технологічного обладнання

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): План
цеху з розташуванням необхідного технологічного обладнання, Загальний вид
обладнання (конвеєр та мийна машина) для ремонту колісних пар вагонів

ЗМІСТ

ПЕРІЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ОСНОВНИХ МЕТОДІВ РЕМОНТУ КОЛІСНИХ ПАР ВАГОНІВ	10
1.1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО МЕТОДИ РЕМОНТУ КОЛІСНИХ ПАР ВАГОНІВ.....	10
1.2 ВИЗНАЧЕННЯ ВИДУ РЕМОНТУ ДЛЯ КОЛІСНИХ ПАР	13
1.3 ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РЕМОНТУ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ КОЛІСНИХ ПАР.....	14
2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛІСНОЇ ПАРИ ТА ЇЇ ОСНОВНІ НЕСПРАВНОСТІ.....	24
2.1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРО КОЛІСНУ ПАРУ	24
2.2 ОСНОВНІ НЕСПРАВНОСТІ КОЛІСНОЇ ПАРИ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	26
2.3 ВИСНОВКИ.....	32
3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС РОБОТИ КОЛІСНОГО ЦЕХУ І ЙОГО ДІЛЯНОК ТА РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЦЕХУ	33
3.1 ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ КОЛІСНИХ ПАР.....	33
3.2 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ТА ХАРАКТЕРИСТИК ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА В КОЛІСНОМУ ЦЕХУ	38
3.3 ВИБІР ТА ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ НЕОБХІДНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	41
3.4 ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ ТА ЧИСЕЛЬНОСТІ ПРАЦІВНИКІВ КОЛІСНОГО ЦЕХУ	44
3.5 РОЗРАХУНОК РОЗМІРІВ І ПЛОЩ БУДІВЛІ КОЛІСНОГО ЦЕХУ	47
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	51
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	52

0041.190523.01.ВКР.ПЗ								
Зм	Арк	№ документа	Підпис	Дата	Удосконалення технології ремонту та утримання колісних пар пасажирських вагонів	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Альона ПОШВАНЮК	<i>[Signature]</i>	17.06.22				
Консульт		Юрій ТЕРЕЩАК	<i>[Signature]</i>	17.06.22				
Керівник		Юрій ТЕРЕЩАК	<i>[Signature]</i>	17.06.22				
Н. контр.		Іван КРАВЕЦЬ	<i>[Signature]</i>	17.06.22				
Зав.каф.		Олена БАЛЬ	<i>[Signature]</i>	17.06.22				
						ЛІ УДУНТ		

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Львівський інститут

(назва факультету)

Рухомий склад залізниць і колія

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему: **Удосконалення технології ремонту та утримання колісних пар пасажирських вагонів**

за освітньою програмою Вагони та вагонне господарство

зі спеціальності: 273 “Залізничний транспорт”

(шифр і назва спеціальності)

Виконав:

студент групи ВГ19117

(підпис студента)

Альона ПОШВАНЮК

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:

доцент кафедри

(підпис)

к.т.н., Юрій ТЕРЕЦАК

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:

викладач

(підпис)

PhD Іван КРАВЕЦЬ

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент

(підпис)

Львів – 2022

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

Lviv Institute

(faculty)

Railway Rolling Stock and Tracks

(department)

Explanatory Note

to Master's Thesis

Bachelor

(higher education degree)

on the topic: _____

Improving the technology of repair and maintenance of wheelsets of passenger cars

according to educational curriculum Wagons and wagon economy

in the Speciality: 273 "Railway transport"

(speciality and its code)

Done by the student of the group: БГ 19117 /Alona POSHVANIUK /
(name, surname)

Scientific Supervisor: /Yuriy TERESHCHAK /
(position, name, surname)

Normative controller : /Ivan KRAVETS /
(position, name, surname)

Dnipro – 2022

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

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра:

(рівень освіти)

51 с., 29 рис., 7 табл., 0 додатки, 16 джерел.

Об'єктом дослідження є існуючі технологічні процеси по ремонту колісних пар пасажирських та вантажних вагонів.

Метою даної роботи є удосконалення технології утримання та ремонту колісних пар, раціональна організація виробничих процесів колісного цеху пасажирського ВРЗ або депо

При виконанні даної роботи використані наступні емпіричні та теоретичні методи, а саме : метод аналізу та порівняння, метод базового агрегату (метод уніфікації - створення або модифікація конструкцій (виробничої площі) на основі стандартних та апробованих компонентів та нормативних документів), метод модифікації (пристосування колісної пари), що вже випускається, до нових умов без зміни в них найбільш дорогих і відповідальних частин).

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- Провести аналіз існуючих видів ремонтів на підприємствах УЗ при ремонті пасажирських вагонів України;
- провести розрахунки розмірів приміщень та обладнання для прогресивної технології ремонту колісних пар;
- проаналізувати методи та способи підвищення продуктивності при ремонті та експлуатації колісних пар;

Результати роботи можуть стати основою для подальших досліджень в області модернізації та оновлення колісних цехів, підвищення продуктивності праці підприємств, що ремонтують колісні пари пасажирських вагонів та удосконалення технологічних процесів, що стосуються ремонту колісних пар вагонів.

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

УЗ	Українські залізниці
ВНД	Внутрішній нормативний документ
ТУ	Технічні умови
ДСТУ	Державний стандарт
ГОСТ	Государственный стандарт
ЄТР	Єдина технічна ревізія
РУ1Ш	Роликова уніфікована теплова посадка кілець підшипників на вісь
ВНІЗТ	Всесоюзний інститут інженерів залізничного транспорту
ДНУЗТ	Дніпровський національний університет залізничного транспорту
ПТО	Пункт технічного обслуговування
ІТП	Інженерно -технічний працівник
МОП	Молодший обслуговуючий персонал

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						7
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

ВСТУП

Пасажи́рські перевезення мають пріоритетне значення в діяльності залізничного транспорту.

Підвищення ефективності роботи транспорту вимагає поліпшення використання транспортних засобів, підвищення надійності та довговічності, збільшення потужності підприємств з ремонту рухомого складу та виробництва запасних частин. Відповідно до цього на залізничному транспорті будуються нові ремонтні заводи і депо, збільшуються та підвищуються потужності існуючих вагонних депо і заводів, механізуються і автоматизуються процеси ремонту рухомого складу, поліпшуються технологія і організація виробництва.

Збільшення випуску вагонів з ремонту одночасно з підвищенням його якості - одне з важливих завдань, яке ставиться для кращого використання вагонів. На вагоноремонтних підприємствах удосконалюється система планування і матеріального стимулювання з широким впровадженням наукової організації праці, запровадженням передових досягнень науки і практики, спеціалізації з прогресивною технологією ремонту на основі широкого використання вже існуючих потужностей та можливостей.

Однією з головних деталей вагона є колісна пара. Надійність роботиколісних пар вагонів значною мірою залежить від справності підшипників, гасників, ресорного підвішування та інших відповідальних частин вагонів. Для ремонту колісних пар з роликівими підшипниками в вагонному депо створено спеціалізовані виробничі ділянки та відділення. Якість ремонту колісної пари визначається досконалістю організації виробництва, кваліфікації працівників, рівня механізації та автоматизації виробничих процесів, наявності спеціального вимірювального інструменту та кваліфікації працівників.

Колісно - роликівий цех призначений для ремонту колісних пар без зміни і зі зміною елементів, ремонту та комплектовки традиційних роликівих букс, проведення єдиної технічної ревізії (ЄТР) та інших видів ремонтів відповідно до нормативно – технічної документації.

Даний цех забезпечує справними колісними парами вагони, що

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						8
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

експлуатуються не тільки на підприємстві що володіє вагонами але й вагонних дільниць, інших депо, де відсутні потужності для проведення відповідних операцій.

Розвиток колісного господарства направлений в основному в напрямку зменшення витрат , підвищенням довговічності та надійності, впровадження більш досконалих типів осей і коліс, а також поліпшення організації з ремонту шляхом впровадження механізації колісних цехів і майстерень , автоматизації процесів ремонту з урахуванням розвитку техніки та технологій.

Метою даної роботи є удосконалення технології утримання та ремонту колісних пар, раціональна організація виробничих процесів колісного цеху пасажирського ВРЗ або депо

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- Провести аналіз існуючих видів ремонтів на підприємствах УЗ при ремонті пасажирських вагонів України;
- провести розрахунки розмірів приміщень та обладнання для прогресивної технології ремонту колісних пар;
- проаналізувати методи та способи підвищення продуктивності при ремонті та експлуатації колісних пар;

Об'єктом дослідження є існуючі технологічні процеси по ремонту колісних пар пасажирських та вантажних вагонів

Предметом дослідження є нові типи колісних пар, а також конструктивні рішення щодо модернізації та зміни технологічних процесів ремонту колісних пар вагонів у моторвагонного рухомого складу.

При виконанні даної роботи використані наступні емпіричні та теоретичні методи: метод аналізу та порівняння, метод базового агрегату (метод уніфікації - створення або модифікація конструкцій (виробничої площі) на основі стандартних та апробованих компонентів та нормативних документів), метод модифікації (пристосування колісної пари), що вже випускається, до нових умов без зміни в них найбільш дорогих і відповідальних частин).

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						9
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ ОСНОВНИХ МЕТОДІВ РЕМОНТУ КОЛІСНИХ ПАР ВАГОНІВ

1.1 Загальні відомості про методи ремонту колісних пар вагонів

В загальному на вагоноремонтних підприємствах УЗ застосовуються наступні методи ремонту: стаціонарний , потоковий і партійний методи.

Провідне та найчастіше до останнього часу належало поточковому методу, який відрізнявся високою ефективністю.

При стаціонарній формі організації ремонту колісних пар об'єкт (колісна пара) від початку і до закінчення ремонтних робіт знаходиться на одному або на декількох місцях. При такій формі організації ремонту групи працівників різних спеціальностей , які виконували огляд, ремонт в певній послідовності проводили роботи на одній або декількох колісних парах, які мали визначені місця (позиції) та при закінченні ними робіт переходили на інші об'єкти ремонту. За межі стаціонарних робочих місць виносились та виносяться операції, які вимагали застосування спеціального обладнання. На даний момент даний спосіб часто застосовують в зв'язку малою кількістю проводимих ремонтів та малою кількістю працівників.

При такій формі організації ремонт може виконуватися індивідуальним або агрегатним методами.

При індивідуальному методі повний цикл робіт з ремонту колісних пар і їх чапстин послідовно виконується на одному робочому місці (позиції) однією бригадою робітників без регламентованого розподілу праці між ними або робіт які визначаються бригадиром чи майстром дільниці. При цьому деталі і вузли , зняті з колісної пари, після ремонту встановлюють на неї.

Така форма організації робіт характеризується великим зосередженням та нагромадженням на одному робочому місці різноманітних за змістом і складності ремонтно- складальних операцій, які виконуються групою робітників високої кваліфікації . Операції процесу складання та розбирання здійснюються в основному в послідовному порядку, внаслідок чого загальна

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		10

тривалість ремонтного циклу (простою) і трудомісткість робіт збільшуються , а продуктивність праці знижується.

При агрегатному методі повний цикл розбирально, ремонтно- складальних робіт розчленовується на вузлове та загальне складання . Загальне складання колісної пари виконує закріпленний робітник, або у випадку колісної пари – це бригадир або майстер на одному робочому місці , а ремонт деталей і складання вузлів виконують інші групи робітників на спеціалізованих робочих місцях або позиціях, обладнаних пристосуваннями, стендами і засобами механізації. У цьому випадку значно розширюється фронт робіт за рахунок диференціації ремонтно- складального процесу коісної пари. Разом з тим спеціалізація операцій процесу полегшує його механізацію .

Застосування агрегатного методу ремонту дозволяє за рахунок ущільнення і паралельності операцій значно скоротити тривалість та зменшити трудомісткість ремонтно- складальних робіт . Ця перевага агрегатного методу обумовлює широке застосування, який ще отримав назву комплексно - ущільненого методу .

Основними недоліками для стаціонарної форми організації виробничого процесу є:

- Потреба у великій кількості транспортної роботи пов'язаної з перестановкою колісних пар для ревізії чи ремонту ;
- Засмічення виробничих площ цеху відходами виробництва (стосується станків для обточування);
- Неможливість зосередження засобів механізації в певному місці і необхідність мати їх на всіх робочих місцях цеху;
- Відсутність певних місць для робітників, що ускладнює контроль за ходом виробничого процесу у та виявлення браку.

Окрім вище написаного стаціонарна форма характеризується значною тривалістю виробничого циклу , потребою в робочій силі високої кваліфікації, неповним використанням обладнання та засобів механізації , а також порівняно низькою продуктивністю. Стаціонарна форма застосовується для підприємств і

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		11

підрозділів з невеликими виробничими програмами та неритмічністю їх подачі в ремонт.

Партійна форма організації виробництва характеризується запуском предметів праці в обробку певними частинами або партіями через відповідні (регламентовані) проміжки часу, при цьому величина партії повинна бути така, щоб обумовити мінімізації простою обладнання від переналагодження.

Потоковий метод ремонту вагонів рахується і є найбільш передовою та ефективною формою організації ремонтного виробництва . Даний метод характеризується тим, що об'єкти виробництва (в нашому випадку колісні пари) переміщуються в процесі ремонту або виготовлення від одного робочого місця до іншого. При цьому робітники є закріпленими за кожною позицією та виконують відповідний перелік операцій по кожній колісній парі відповідно до документації у встановлений та загальний для всієї системи проміжок часу - ритм потоку . Потокова форма організації з потоком об'єктів використовує як основної виробничої ланки потокову лінію . Вищою ланкою потокової форми ремонту і автоматизована лінія по ремонту колісних пар.

Потокове виробництво своїм часовим порядком та дисциплінує всі ланки виробництва й сприяє твердому дотриманню технологічної дисципліни .

При виконанні та використанні потокової організації виробництва найбільш повно здійснюються пропорційність, ритмічність, паралельність і безперервність процесів на основі широкого використання нових технологій, передової техніки, комплексної механізації автоматизації та прогресивних форм організації праці . Праця робітників, знаряддя і предмети праці в потоковій формі виробництва поєднуються так, щоб забезпечити найкращі економічні результати. Потоковий метод стає найважливішим етапом або ще іншими словами містком на шляху переходу до комплексно - механізованого і автоматизованого виробництва .

Виробництво, яке організоване за потоковій формі ремонту колісних пар, характеризується наступними ознаками:

- Поділом виробничого процесу ремонту та технічного обслуговування на

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		12

складові однакові або кратні по трудомісткості виконання операції та встановленням раціональності виконання або послідовності виконання;

- розподілом операцій по певними робочим місцям та порзиціям й послідовним розташуванням робочих місць та обладнання по ходу технологічного процесу ремонту та обслуговування колісних пар;

- спеціалізацією робочих місць на виконанні певних операцій із задіянням відповідних стедів , пристосувань;

- виконанням всіх операцій з можливо меншими перервами (практично майже безперервно) з єдиним для всього виробничого циклу ритмом, що призведе до скорочення тривалості ремонту та технічного обслуговування з дотриманням відповідної якості ;

- здійсненням межопераційної передачі колісних пар, буксових вузлів, або виробів у цілому поштучно або невеликими партіями (групами) з однієї позиції на іншу або передачі їх по змінах;

- одночасне виконання робіт на всіх робочих місцях (позиціях) потокової лінії , коли в кожен даний момент на лінії є декілька колісних пар на різних операціях технологічного процесу;

- високим ступенем механізації та автоматизації технологічного устаткування, обладнання та транспортних пристроїв на окремих операціях і по всьому процесу ремонту колісних пар.

При недотриманні якоїсь з цих ознак не виключає можливість організації потокового виробництва, однак воно при цьому буде менш досконалим і менш економічним. Серед найважливіших організаційних особливостей потокової організації виробництва слід , перш за все , відзначити його спеціалізацію , скорочення номенклатури і збільшення випуску виробів.

1.2 Визначення виду ремонту для колісних пар

У сучасних умов та невеликих партів ремону вагонів практично для всіх підприємств УЗ раціональним є партійний метод форми організації

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		13

виробництва , оскільки при цьому методі найбільш повно дотримується ремонт колісних пар згідно виробничої програми ремонту .

Для розрахунку мінімального випуску виробів, при якому доцільно використовувати потокову лінію у розглянутий період, використовується співвідношення:

$$N_{\min} = \frac{F_{\text{річ}}}{T} , \quad (1)$$

де T – час простою в ремонті, T = 4 год.

Fріч=2016 год – річний фонд часу роботи підприємства (усереднений для УЗ)

$$N = \frac{2016}{4} = 504 \text{ кол пар} \text{ min}$$

Якщо розглянути що підприємство працює 251 день в рік то приблизно щодня цех має ремонтувати 2 колісні пари.

1.3 Перспективні напрямки ремонту та обслуговування колісних пар

Аналізуючи наукову літературу та підручники [1,3,7,8-13, 16] можна зробити висновок, що останнім часом все більше застосовуються нові технології не тільки у самому ремонті а і у виконанні неруйнівних методів контролю, застосування автоматичних систем діагностування вт цеху і на рухомому складу, а також станків з ЧПУ. Так автори [3] провели теоретичні, конструктивні та економічні моделювання що до розроблення та впровадження засобів автоматизації у вагонному господарстві а саме при ремонті та експлуатації колісних пар.

Так для покращення параметрів обточування потрібно вибрати оптимальні параметрів режимів обточування та автоматизації самої технології. Відповідно для обробки профілю колеса попередньо визначають різницю між контуром профілю колеса, параметри якого утримуватися в пам'яті системи та контуром профілю колеса, що буде обточується, тобто безпосереднім зображенням

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		14

профілю контуру, яке досягається за допомогою введення його в пам'ять пристрою. Для цього можна використати цифрова камера (рис. 1). Реалізується все це вже на токарному верстаті «Рафамет» - 2, де закріплено колесо 1, що обробляється. На самому станку 2 на певній відстані від колісної пари 1 від нього розташовується цифрова камера 3, на яку проектується зображення профілю колеса. Для підвищення чіткості зображення встановлюють на станку додаткові джерела світла 4.

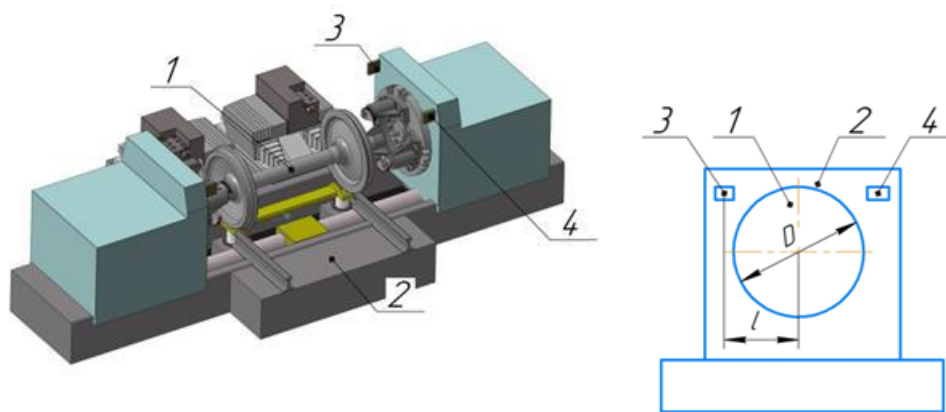
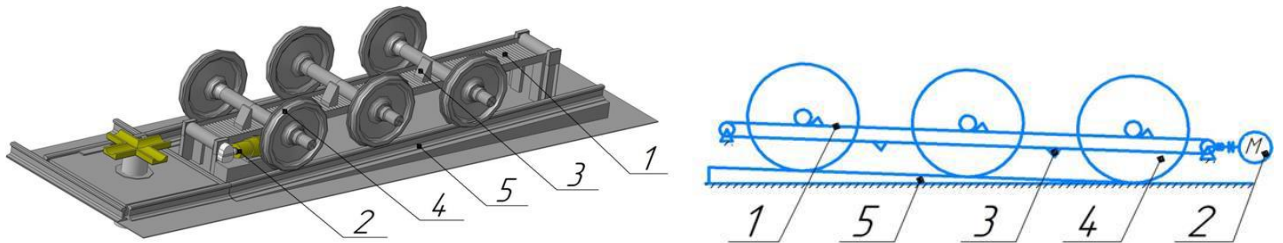


Рисунок 1 - Розташування цифрової камери на верстаті

Наступним етапом це є оцифрування та порівняння профілів коліс з еталонним профілем. Дані про отриманий (сфотографований або отриманий за допомогою лазерного профілографа) профіль зберігається в бібліотеці системи та викликаються оператором перед початком обробки. Ці два профілі (еталонний та отриманий) прораховуються і оператором або машиною призначається глибина різання, кількість проходів, подача (частота обертання шпинделя призначається оператором), формується траєкторія. Режими обробки на станку «Рафамед» призначаються автоматично в залежності від встановленої частоти обертання шпинделя, при цьому система в автоматичному режимі може рекомендувати оператору встановити частоту обертання шпинделя в необхідному діапазоні, а значення подач призначити оптимальними. Після обточування потрібно перемістити обточену колісну пару. Для цього розроблено механізм, що дозволяє здійснювати накопичення, і навіть поштучну подачу верстат.

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		15

Конструкція такого механізму є звареною рамою 1 з встановленим двигуном 2 і ланцюгом 3 (рис. 2). Колеса переміщається по рейковому шляху 4, що знаходиться під кутом 1° .

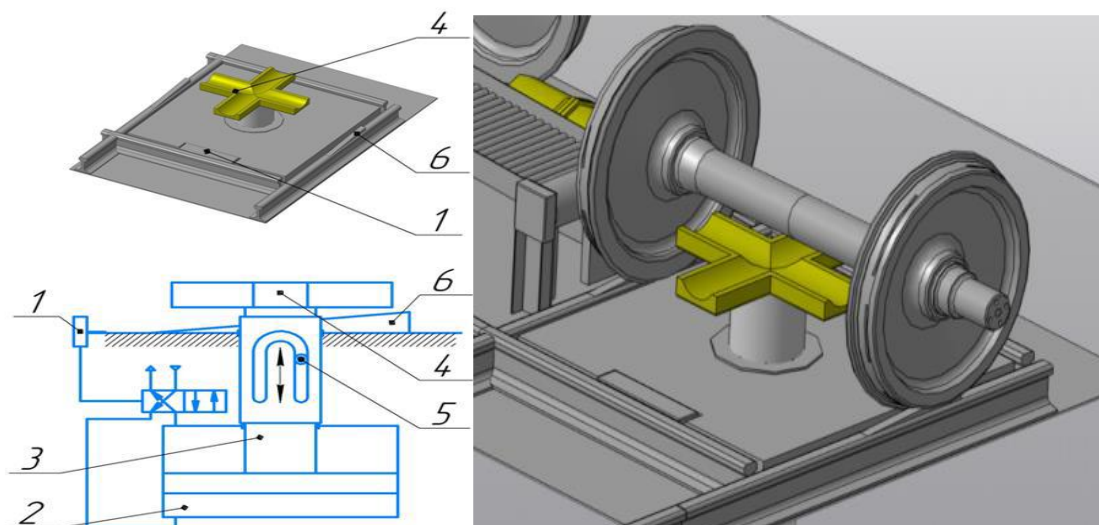


1 - приводний ланцюг; 2 – електродвигун; 3 – обмежувачі з роликками;
4 – колісна пара; 5 – рейкове полотно із ухилом

Рисунок 2 - Схема механізму

Механізм подачі працює в автоматичному режимі до тих пір, поки є наявності колісні пари в накопичувачі. Механізм здійснює поштучну подачу на позицію автоматизованої лінії здійснюється за рахунок обертання ланцюга 1 та 3 електроприводом 2.

Для зміни напрямку руху колісної пари в цеху використовується підйомно-поворотний механізм (рис. 3), який теж можна автоматизувати і включити в кінцевому в загальну лінію. Загальний вигляд підйомно-поворотного механізму зображено на рис. 3



1 – важіль; 2 – пневмоциліндр; 3 – шток; 4 – хрестовина; 5 – ролик; 6 – ухил

Рисунок 3 - Модель підйомно-поворотного механізму

									Арк.
									16
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	0041.190523.01.ВКР.ПЗ				

Механізм підйому колісної пари призначений для переміщення колісної пари з рейкової колії, яка рахується на «нульовій» лінії колісного цеху, на колю або колії, розташовані на підвищеному шляху, при проведенні відповідних операцій. У випадку до колісотокарного станка підйом буде здійснюватися на висоту 840 мм. Управління механізмом здійснюється або в атоматичному або півавтоматичному режимах з пульта управління розташованого поруч технологічної позиції або за алгоритмом, закладеним у програму лінії.

Механізм приведений на рис. 4 та складається з рами, на яку змонтовані пневматичний привід механізму підйому (качалки), важелі, кронштейни та сам механізм підйому.

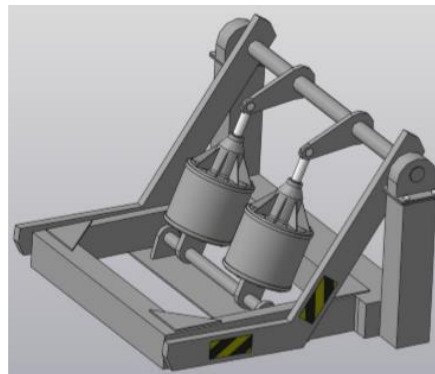
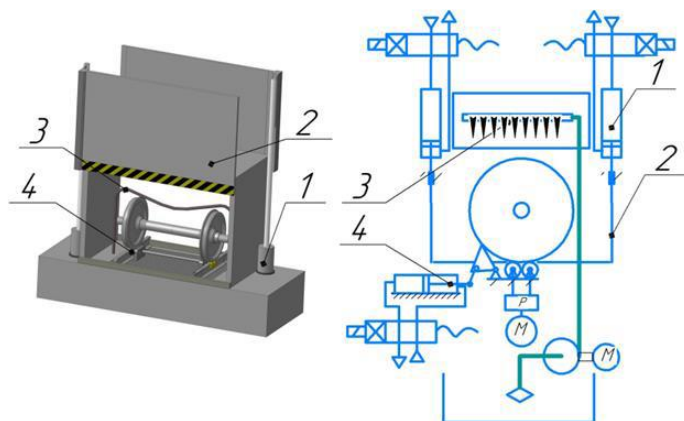


Рисунок 4 - Модель механізму підйому

Так продовжуючи аналіз технологічного процесу автори [3] залишили практично без змін мийну машину, яка представлена на рис 5.



1 – пневмопривід дверей; 2 – двері; 3 – сопла гідросистеми; 4 – пневмопривід виштовхувача

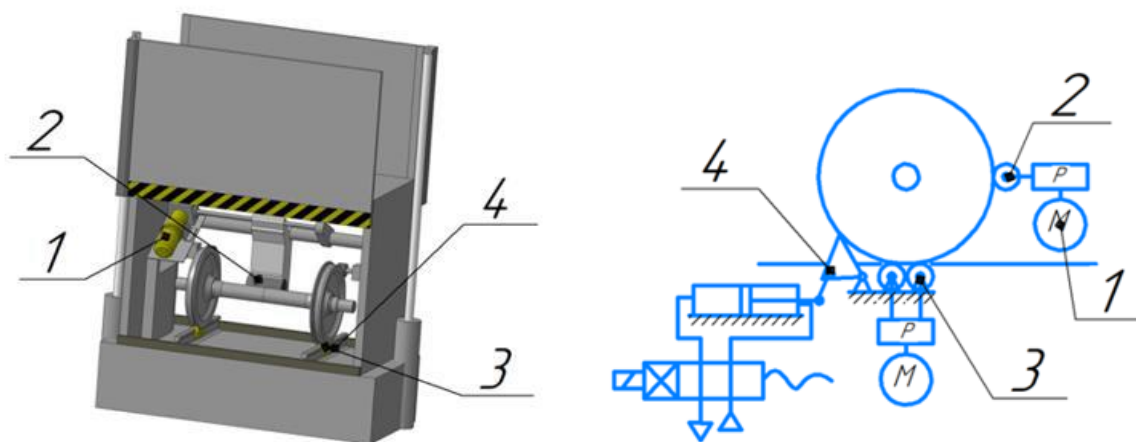
Рисунок 5 - Модель мийної машини

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		17

У пропонованій моделі кожух замінили стаціонарним корпусом 2 з дверима 3. У ній відкриття дверей відбувається за рахунок пневмоциліндра 4, а конструкція та робота гідростеми мийної машини 1 залишили без змін.

Дальше автори [3] відповідно до технологічного процесу ремонту та огляду колісних пар потрібно зробити очищення. Дана операція може виконуватись паралельно із обмивкою.

Механізм механічної очистки колісних пар приведений на рис. 6. Колісна пара через входні двері, що піднімаються вгору за рахунок пневмо – або електроприводу, подається на ролики механізму обертання. По напрямних підводяться щітки до осі та поверхонь катання колісної пари і проходить процес очищення від бруду. Після закінчення процесу очищення колісна пара виштовхується з машини. Загальний час очищення колісної пари 10-12 хв. Дані два процеси можна сумістити однією машиною, яка може містити і очищення і обмивку та керуватись в автоматичному режимі



1 – електропривод щіток; 2 – щітки; 3 – обертові ролики; 4 – виштовхувач

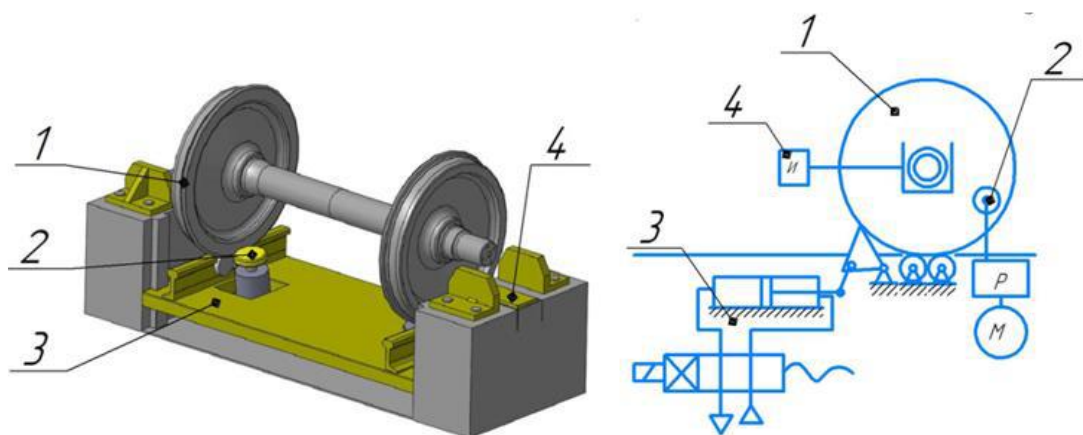
Рисунок 6 – Машина механічного очищення колісних пар:

Наступний етап ремонту та технічного діагностування колісної пари – це буксовий вузол. Для цього в праці [3] було запропоновано спеціальний автоматизований комплекс ОМСД-03 –вібродіагностики буксових вузлів колісних пар рухомого складу для вантажних та пасажирських вагонів (рис. 7). Стенд обертання колісної пари забезпечує:

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		18

- Розгін колісної пари до частоти не менше 280 об. /хв;
- гальмування та зупинку у заданому режимі;
- Вимірювання частоти обертання за допомогою спеціального оптичного датчика.

При використанні такої установки повністю виключено вплив людського фактора та технологічний процес діагностування. Режим автовимірювання в установці дозволяє в автоматичному режимі з урахуванням проведення обкатки колісної пари, виконувати весь цикл робіт. Ці операції на стенді зводять до мінімуму вплив людини весь процес діагностики, вимірювання проводяться на заданій постійній частоті обертання.



1 – колісна пара; 2 – приводний ролик; 3 – пневмопривід виштовхувача;
4 – датчики контролю

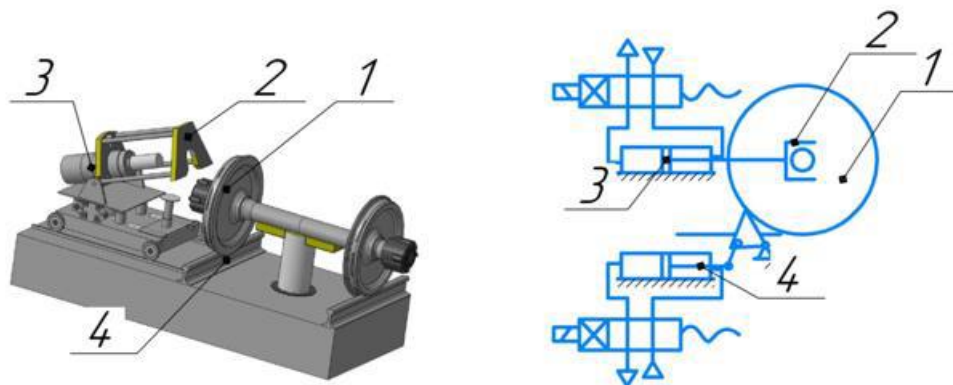
Рисунок 7 - Комплекс ОМСД-03:

До програмного комплексу (рис 7) діагностики механізмів (ПКДМ) також додана можливість вимірювання температури буксових вузлів за допомогою безконтактних пірометрів, результати яких враховуються у діагностиці. Комплекс ОМСД-03 оснащений автоматичним виштовхувачем колісної пари.

Дальше автори пропонують встановити пристрій для демонтажу буксових вузлів УДБ-2 (рис. 8), який призначений для демонтажу буксових вузлів та касетних підшипників (букс) з шийок осей вагонних колісних пар.

Типи осей, що підлягають обробці – усі типи за винятком колісних пар з дисковими гальмами. Тому для можливості проведення таких робіт потрібні деякі доробки в самому стенді.. Демонтаж внутрішніх кілець підшипників та

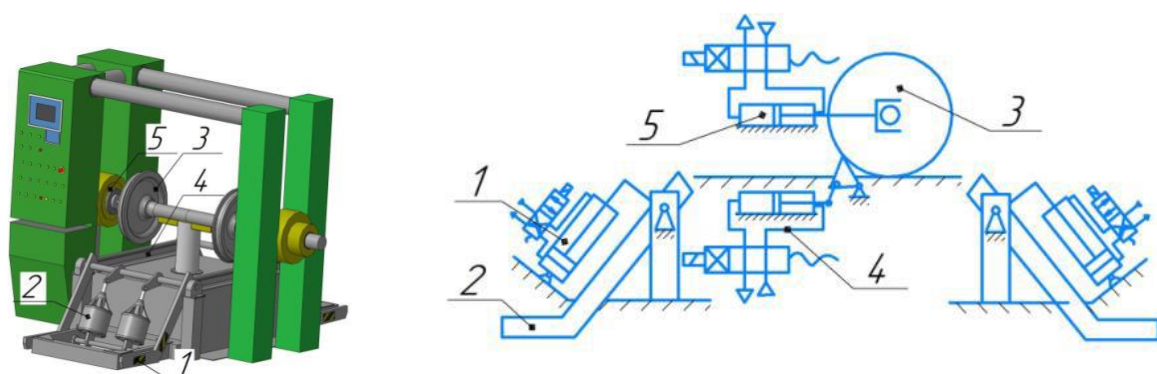
лабіринтного кільця з шийки осі проводиться в холодному стані. Установка комплектується спеціальним захоплюючим пристосуванням, що забезпечує різні варіанти технологій демонтажу, у тому числі для знімання вантажної букси у зборі, букси пасажирського вагона у зборі, внутрішніх кілець та лабіринтного кільця.



1 – колісна пара; 2 – захоплення; 3 – пневмопривід демонтажу; 4 – виштовхувач

Рисунок 8 - Пристрій для демонтажу буксових вузлів УДБ-2

Після розбирання відповідно потрібний спеціальний прес для монтажу букс ГД-503м (рис. 9) призначений для пресування буксового вузла на осі колісних пар типів РУ1-957, РУ1Ш-957, касетних підшипників на осі колісних пар РУ1-957, РУ1Ш-957, РВ2Ш. Забезпечується поелементне напресування, спільне напресування, напресування буксового вузла в зборі з підшипниками та корпусом букси. Передбачено напресування касетного підшипника.



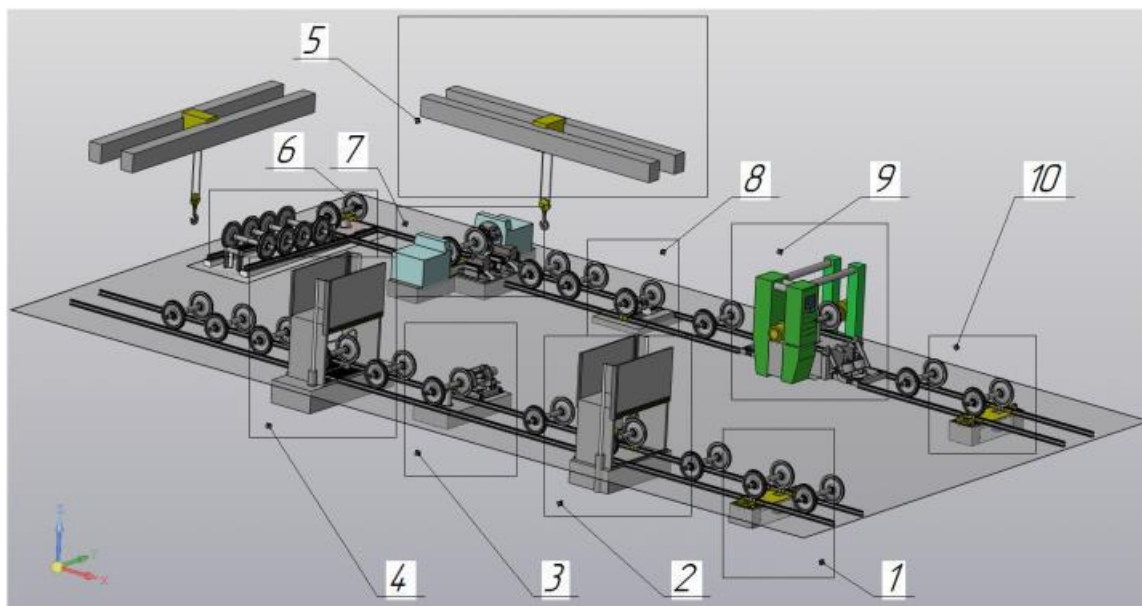
1 – пневмопривід; 2 – важіль підйому; 3 – колісна пара; 4 – механізм виштовхування; 5 – механізм розпресування

Рисунок 9 - Прес для монтажу букс ГД-503м

									Арк.	
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	0041.190523.01.ВКР.ПЗ					20

В даного пресу зусилля запресування у цифровому вигляді та діаграма відображаються на екрані монітора, параметри процесу запресування зберігаються у пам'яті комп'ютера з подальшою можливістю багаторазового перегляду на екрані та виведення на паперовий носій у вигляді документа-звіту.

За розробленою схемою автори змодельовали автоматизовану лінію (рис. 10), яка передбачає всі роботи по проведенню діагностування та ремонту колісних пар. Без врахування ремонту буксових вузлів, яка приведена на рис. 10.



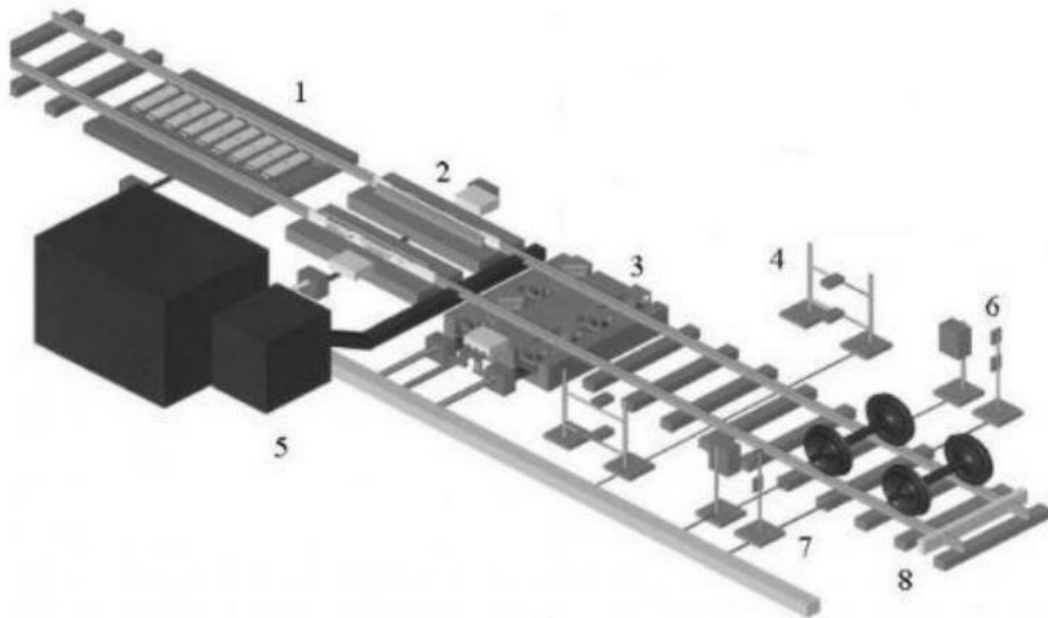
1 – позиція вхідного контролю ОМСД-03; 2 – позиція механічного очищення; 3 – позиція демонтажу буксового вузла; 4 – позиція обмивання колісних пар; 5 – позиція переміщення краном; 6 – позиція накопичення автоматичною подачею; 7 – позиція обточування; 8 – позиція неруйнівного контролю; 9 – позиція монтажу букс; 10 – позиція вихідного контролю МСД-03

Рисунок 10 - Модель автоматизованої лінії

Також слід звернути увагу на технічне діагностування колісних пар. Так у статті [16] розглянуті системи виявлення передаварійного стану буксових вузлів та колісних пар за допомогою безконтактного вимірювання температури перегрівання датчиками ІЧ-випромінювання та лазерними променями (профілографами). Сучасні системах моніторингу колісних пар у межах єдиного

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		21

комплексу можуть мати декілька модулів, які забезпечують отримання повної інформації про параметри колісної пари. Яскравий приклад такої системи може служити комплексна система WISE (США), яку показано на рис. 11. Дана система контролю колісних пар WISE окрім пристроїв, які виміряють профіль та діаметр колеса, включає ще додатково модулі з визначення дефектів коліс та вимірювання прокату й овальності. І такі системи доцільно використовувати, щоб пришвидшити та покращити ремонт та технічне обслуговування колісних пар пасажирських вагонів, швидкість яких буде зростати і відповідно вимоги до технічного стану теж.



1 – модуль вимірювання прокату та овальності; 2 – модуль визначення дефектів колеса; 3 – модуль WIS для виміру профілю й діаметра колеса; 4 – датчик положення складу; 5 – приміщення для розміщення контрольно-вимірювальної апаратури; 6 – модуль автоматичної ідентифікації рухомого складу; 7 – канал прокладання кабелів; 8 – датчик наявності сторонніх предметів

Рисунок 11 – Комплексна система контролю колісних пар WISE

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		22

2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛІСНОЇ ПАРИ ТА ЇЇ ОСНОВНІ НЕСПРАВНОСТІ

2.1 Загальні відомості та характеристики про колісну пару

Колісна пара є однією з головних та відповідальних частин вагону за допомогою якої направляється рух по рейках рухомого складу, сприймає всі навантаження, що передаються від вагону на рейки і назад. В загальному колісна пара складається з вісі та двох запресованих на неї коліс.

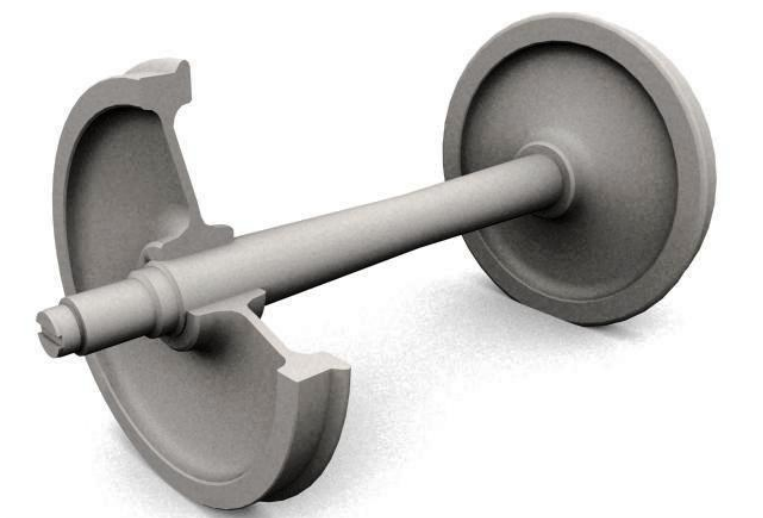


Рисунок 12 – Загальний вигляд колісної пари

Безпека руху поїздів та пасажирів багато в чому залежить від конструкції, матеріалу колеса та вісі, технології виготовлення і ремонту колісних пар в цілому, а також якості їх огляду. Конструкція та технічний стан колісних пар роблять вплив на плавність ходу, величину сил, що виникають при взаємодії вагону і колії та опір руху вагона.

Типи, основні розміри і технічні умови на виготовлення визначаються державними стандартами ДСТУ та ТУ, а зміст і ремонт – Правилами технічної експлуатації залізниць України і спеціальною інструкцією по огляду, ремонту і формуванню вагонних колісних пар, [6].

Під вагонами в експлуатації застосовуються такі типи колісних пар: РУ1Ш-957, РУ1-957, РВ3Ш-957. Тип колісної пари визнається типом вісі.

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		23

Відповідно до [4] колісні пари пасажирських вагонів, які експлуатуються з конструкційною швидкістю до 160 км/год, використовуються осі типу РУ1Ш та РУ1. Осі РУ1 після 1993 року не виготовлялись.

У пасажирських вагонах, які експлуатуються з конструкційною швидкістю від 120 до 160 км/год, використовуються осі РВ3Ш [5]. Ці осі мають на торцях чотири різьбових отвори М20.

У пасажирських вагонах, які експлуатуються з конструкційною швидкістю від 120 до 200 км/год, використовуються осі РВ1Ш. Ці осі мають на торцях чотири різьбових отвори М20. Розміри осей РУ1 та РУ1Ш наведені в табл. 1, основні розміри, що допускаються, для осей РВ1Ш та РВ3Ш

Таблиця 1 - Основні розміри нових осей

Показник	Тип осі			
	РВ1Ш		РВ3Ш	
	Номінальний розмір, мм	Граничне відхилення, мм	Номінальний розмір, мм	Граничне відхилення, мм
d_1	130	+0,052 +0,025	150	+0,090 +0,065
d_2	165	+0,20 +0,12	165	+0,20 +0,12
d_3	194	+2,0 -0,5	210	+2,0 -0,5
d_4	172	+3,0	166	-1,0
R_2	25	±1,0	25	±1,0
l_1	188	-1,85	188	-1,85
l_2	76	±1,0	76	+0,5 -1,5
l_3	310	+2,0	240	+2,0
L_1	2212	-	2212	-
L_3	1836	±1,0	1826	±1,0

2.2 Основні несправності колісної пари під час експлуатації

Головними причинами появи несправностей та дефектів колісної пари виступають: жорсткі умови експлуатації, неякісне рейкове полотно, екстрене гальмування при появі явища юзу та перегріву гальмівних колодок, неякісний матеріал колісної пари, (колеса), несприятлива взаємодія колеса з рейкою та зношеними колодками.

Також появі дефектів сприяють помилки обслуговуючого персоналу, що зумовлені втому, неухважністю, неякісним навчанням або незнанням; недотримання технологічних режимів; порушення технології виготовлення колісної пари; порушення режимів обробки; похибки засобів вимірювання, пов'язані з несвоєчасною їхньою перевіркою; недостатній контроль за технічними процесами та безпекою [

При виконанні даної частини дипломного проекту було проведено аналіз несправностей колісних пар за 2021р. Всі інші несправності, які виникали записувались в журнал форми ВУ 53, звідки і було взято інформацію, що до пошкоджень колісних пар.

Нижче наведено пошкодження згідно класифікатора [14].

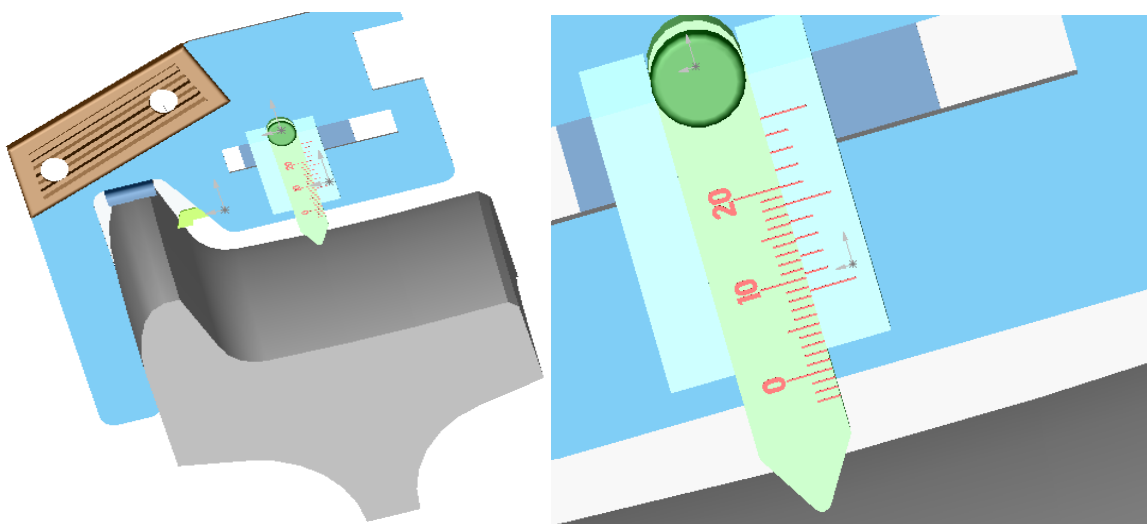


Рисунок 13 - Пошкодження 10 (рівномірний прокат більший за допустимий)

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		25

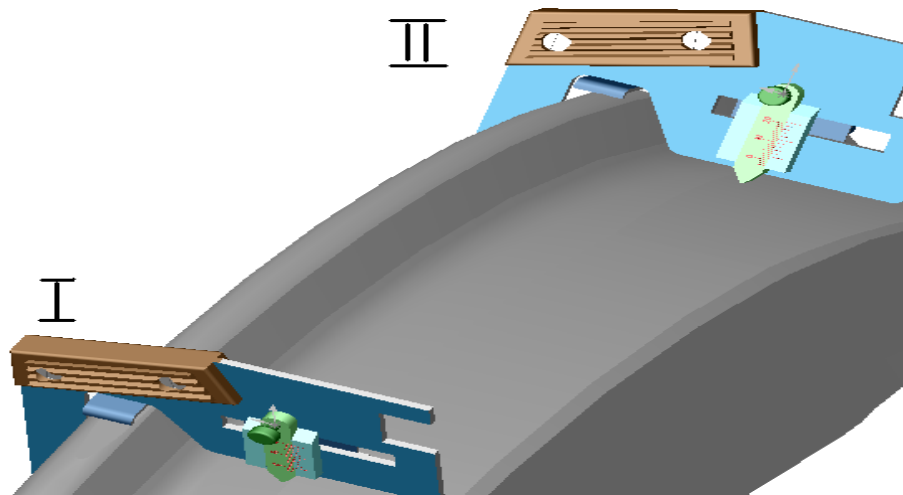


Рисунок 14 - Пошкодження 11 (нерівномірний прокат або неоднаковий прокат у перетинах I-I і II-II з різницею більше допустимої)

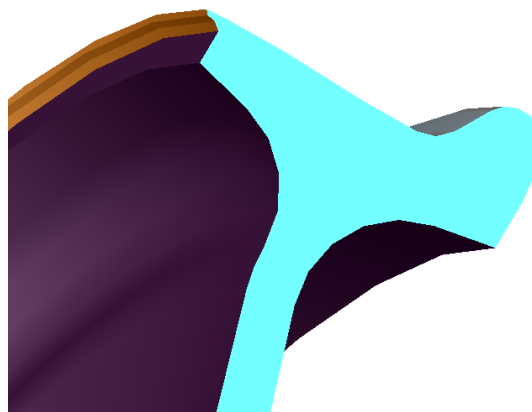


Рисунок 15 – пошкодження 12 (круговий наплив металу на фаску, що виходить за зовнішню грань колеса)

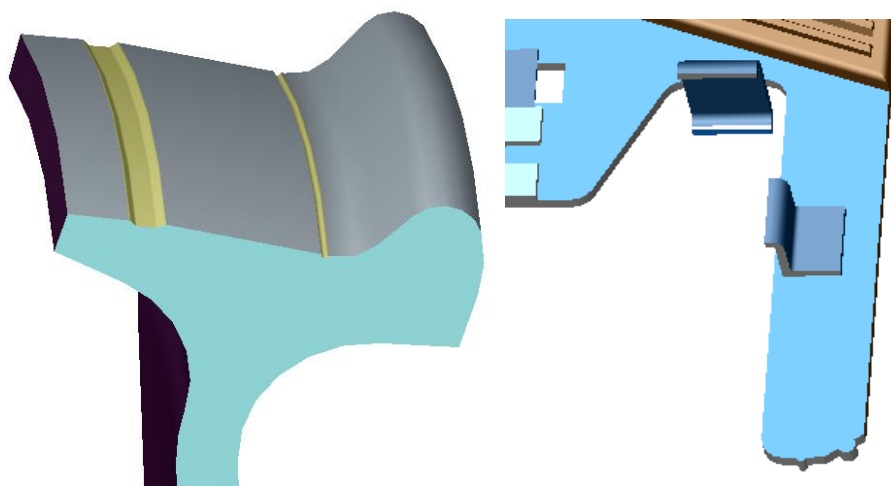


Рисунок 16 – Пошкодження 13 (кільцеві виробки або поглиблення від впливу гальмових колодок) більше допустимих розмірів

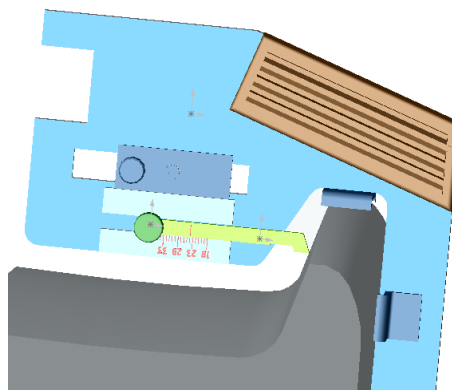


Рисунок 17 – Пошкодження 14 (тонкий гребінь або товщина гребеня менше допустимої)

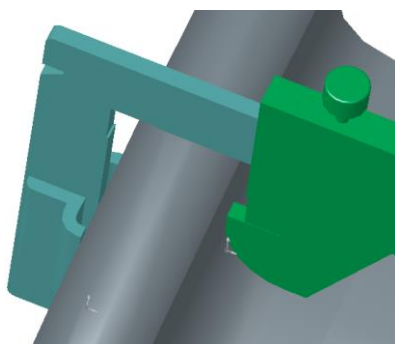


Рисунок 18 – Пошкодження 15 вертикальний підріз гребеня

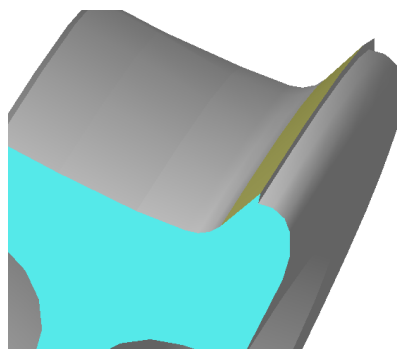


Рисунок 19 – Пошкодження 16 (гострий накат гребеня або виступ на сполученні підрізаної)

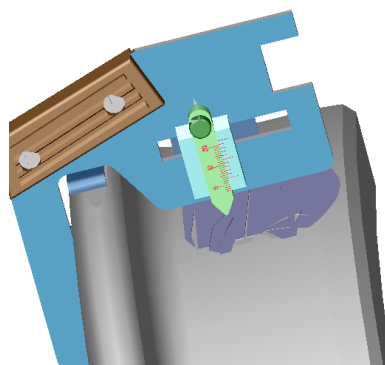


Рисунок 20 – Пошкодження 20 (повзун або плоске місце глибиною більше допустимої)

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

0041.190523.01.ВКР.ПЗ

Арк.

27

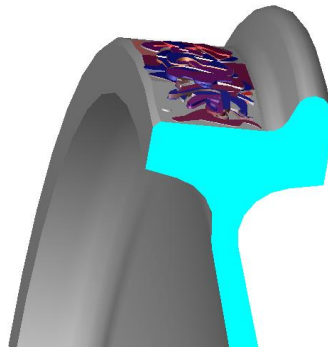


Рисунок 21 – Пошкодження 21 «навар» або ж зсув металу на поверхні обода колеса висотою більше за допустиму



Рисунок 22 – Пошкодження 22-1 вищербини по світлих плямах, повзунам, «наварам» (ділянки поверхні кочення, які викришилися більше допустимих розмірів чи з наявністю в них тріщин чи розшарувань, що йдуть в глибину металу)



Рисунок 23 – Пошкодження 22-2 вищербини по тріщинах від втоми (ділянки поверхні кочення, які викришилися більше допустимих розмірів чи з наявністю в них тріщин чи розшарувань, що йдуть в глибину металу)



Рисунок 24 – Пошкодження 22-3 вищербини по сітці термотріщин (ділянки поверхні кочення, які викришилися більш допустимих розмірів чи з наявністю в них тріщин чи розшарувань, що йдуть в глибину металу)

Значення статистичних даних по зібраних несправностях приведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Кількість пошкоджень колісних пар за 2021 рік

Номер (код) несправності	Місяці року											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
пошкодження 10	13	13	11	9	12	14	8	5	15	17	11	9
пошкодження 11	10	8	9	11	10	7	8	4	12	11	9	5
пошкодження 12	5	4	5	4	3	5	7	8	7	9	10	8
пошкодження 13	3	7	12	14	9	7	5	11	14	16	8	4
пошкодження 14	52	64	73	71	59	61	67	48	70	88	64	63
пошкодження 15	6	3	2	5	7	14	3	0	8	9	4	3
пошкодження 16	5	4	14	12	14	12	21	8	14	10	7	12
пошкодження 20	33	37	39	41	31	27	23	5	35	40	31	29
пошкодження 21	9	11	7	5	4	3	4	3	3	5	11	12
пошкодження 22	18	18	24	18	14	19	14	4	13	12	11	17
пошкодження разом	154	169	196	190	163	169	160	96	191	217	166	162
справні	20	26	28	27	37	17	16	0	30	12	26	24
загальна кількість	174	195	224	217	200	186	176	96	221	229	192	186

Згідно зібраних даних за 12 місяців 2021 року та за допомогою програми «STAT1» були визначені основні статистичні параметри та характеристики по

кожній з досліджуваних несправностей. Програма «STAT1» розрахувала наступні параметри, як : середнє вибіркове, вибіркOVA дисперсія, середнє квадратичнє відхилення. Результати розрахунків наведені в на рис.25 та рис. 26.

По отриманим даним з таблиці побудовані графіки залежності по кожній з цих визначених несправностей за 12 місяців попередньо року, які наведені на аркуші 8 та на рисунках даного розділу.

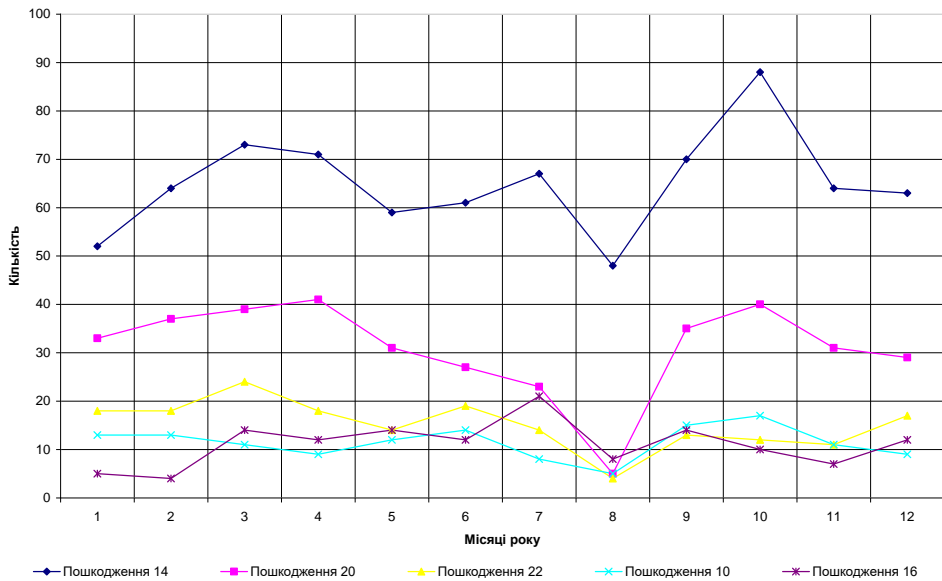


Рисунок 25 – Графік пошкоджень колісних пар по номерам 14, 20, 22, 10, 16

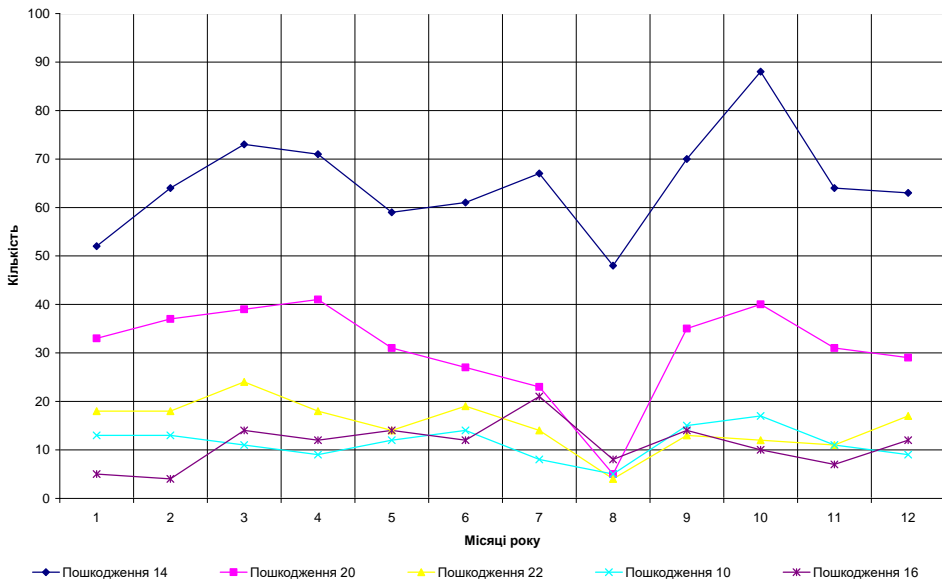


Рисунок 26 - Графік пошкоджень колісних пар по номерам 11, 12, 13, 14, 21

2.3 Висновки

Відповідно до цих графіків та розрахованих даних за допомогою програми «STAT1» можна зробити наступні висновки-результати, а саме:

- яка має бути найбільша кількість запасних частин по кожній із несправностей прогнозовано на короткий час (місяць, квартал);
- в яку пору року і коли необхідно приділяти особливу увагу до визначених частин колісної пари;
- в яку пору року потрібно збільшувати чисельність працюючих на відчипному ремонті (перехідні місяці весни та осені);
- найбільш вірогідні несправності та інші показники роботи даного підрозділу, що стосується колісних пар.

Після отримання даних (середнього вибіркового, відхилення та вибіркової дисперсії) можна сказати, що нормальний розподілу в нас не дотримується.

Це пов'язане з тим, що вибірка у нас є малою, отже робити загальні висновки про глобальне прогнозування ще рано.

Збільшуючи вибірку можна передбачити несправності та спрогнозувати їх на цілий поточний рік, що в свою чергу забезпечить плановану закупівлю відповідних запасних частин на відповідні місяці у відповідній кількості.

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		31

3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС РОБОТИ КОЛІСНОГО ЦЕХУ І ЙОГО ДІЛЯНОК ТА РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЦЕХУ

3.1 Технологія ремонту колісних пар

Колісні пари , що потребують ремонту , надходять з колісного парку в цех. Тут колісні пари піддають попередньому огляду, після чого виробляють демонтаж буксового вузла. Корпуси роликівих букс та деталі роликівого вузла направляють в мийну машину і колісні пари окремо . Також колісна пара піддається неруйнівному контролю (магнітопорошковий , ультразвукової , вихрострумівий контроль).

Залежно від обсягу виконуваних робіт встановлені наступні види ремонту колісних пар:

1. Середній ремонт (повне обстеження)
2. Капітальний ремонт
 - Без зміни елементів ;
 - Зі зміною елементів .
3. Поточний ремонт (звичайне обстеження).

При ремонті без зміни елементів колісні пари безпосередньо надходять на верстати, де виробляється обточування поверхні кочення і обробка шийок . Після механічної обробки їх подають на приймальний пункт, де повторно роблять дефектоскопію, таврують , фарбують і сушать.

При проведенні ремонту зі зміною елементів , колісні пари розпресовують на горизонтальному гідравлічному пресі в охолодженому стані.

Ремонт колісних пар зі зміною елементів допускає виконання зварювальних і наплавних робіт :

- Наплавка зношених гребенів суцільнокатаних коліс на автоматичних та напівавтоматичних установках під шаром флюсу ;
- Заварка вручну розроблених центрових отворів і отворів для болтів стопорних планок ;
- Наплавка вручну зношених торців осей .

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		32

Чистова обробка осей проводиться на універсальних токарно- гвинторізних верстатах. Для зміцнення накатки ці верстати обладнають спеціальним пристосуванням з гідравлічним або пружинно- важільним навантаженням роликів згідно (технологічна інструкція по зміцненню накочуванням роликами осей колісних пар) ТІ 32 ЦВ - ВНИИЖТ . Зусилля накочування має фіксуватися записами самопишучого пристрою.

Різниця діаметрів подступічних частин з одного і з іншого боку старопридатних осі не регламентується. Підматочні частини осей після обробки мають бути циліндричними без вм'ятин і забоїн по всій довжині. Відхилення , що виникають при обробці не повинні перевищувати вимог , зазначених у [6].

Для плавного заходу осі в маточину при запресовуванні зовнішній кінець підматочної частини обточується на конус з різницею діаметрів не більше 1 мм та довжиною 7 - 15 мм. Переходи від запресовочного конуса до циліндричної підматочній частини осі і від підматочної частини до середньої повинні виконуватися плавними , без уступів . Середина осі позначається керном . Після остаточної обробки перед запресовування підматочній частині нових і старопридатних осей повинні бути випробувані магнітним дефектоскопом .

Отвори маточин нових і старопридатних суцільнокатаних коліс повинні розточувати на верстаті до розміру діаметра подступічної частини осі з урахуванням необхідного для запресовування натягу. Отвори маточин коліс повинні бути циліндричними без вм'ятин і забоїн , концентричні обода , а їх вісь перпендикулярна зовнішньому торця маточини і внутрішніх гранях обода.

Запресовування колісних пар виконується в холодному стані на гідравлічних пресах за технологією , прийнятою при новому формуванні з обов'язковим записом індикаторної діаграми .

При формуванні колісних пар з нових елементів :

- Розміри елементів колісних пар при новому формуванні , а так само допустимі відхилення повинні відповідати ГОСТ 9036 , ГОСТ 22780 та кресленнями [6] додаток А , Б , В.

При запресовуванні коліс на осі величини кінцевих зусиль , а також форма

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		33

запресовочних діаграм і довжина сполучень повинні відповідати [6].

Нові колісні пари і нові осі , з яких формується колісні пари , повинні пройти приймальний неруйнівний контроль відповідно до РД 32.144-2000 , де має відзначатися в сертифікатах та інших документах , які підтверджують якість продукції.

Розміщення клейм і знаків на елементах сформованих колісних пар повинні відповідати ГОСТ 10791 , ГОСТ 30272 та [6].

Перевірка та приймання колісних пар:

- Кожна колісна пара після формування повинна бути перевірена майстром та інспектором - приймальником ВТК. При перевірці та прийманні колісної пари і її елементів необхідно встановити їх у відповідність вимогам цих діючих Інструкцій, кресленнями і стандартам. На прийнятій колісній парі після формування ставлять клейма і знаки. Елементи колісних пар повинні мати чітко позначені знаки маркування та таврування , передбачені стандартами і технічними умовами.

Відповідно до зв'язків в процесі огляду і ремонту колісних пар утворюються так звані їхні "кільцеві потоки", що функціонально зв'язують вагоноремонтне виробництво з колісними дільницями і цехами депо, ВКМ і заводів між собою. Графічно це представлено на рис.27.

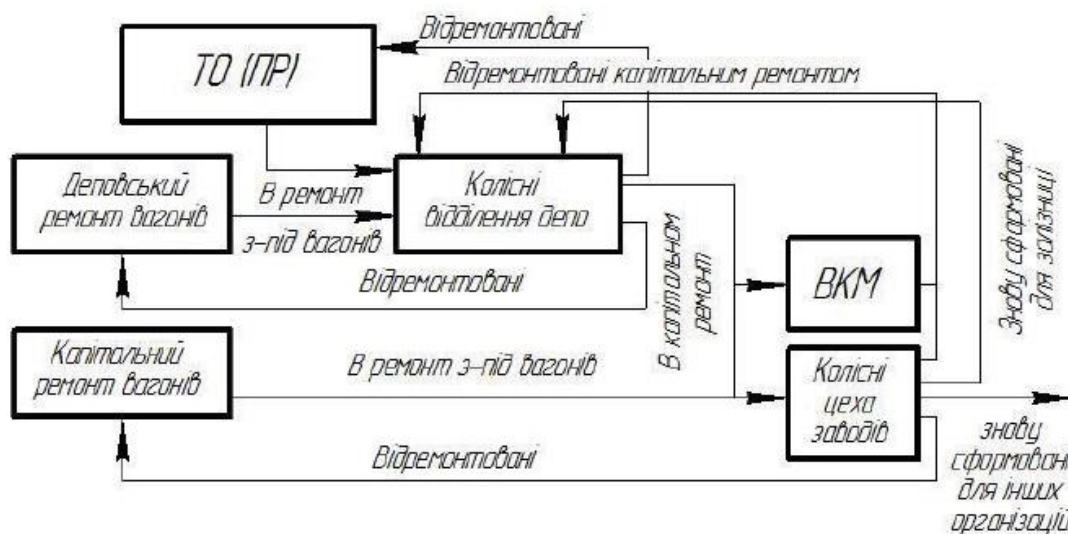


Рисунок 27 - Схема обертання колісних пар у процесі їх ремонту

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		34

Якщо розробити блок-схему ремонту колісних пар без зміни елементів то в загальному вона буде мати вигляд який приведений на рис. 28.



Рисунок 28 – Блок-схема ремонту колісної пари без зміни елементів

Спочатку ми подаємо колісну пару на накопичувач, а з накопичувача на дільницю демонтажу буксових вузлів де проводимо демонтаж букс. Далі краном мостовим (Q=2т) або спеціальним пристроєм (описаний в п.1.3) колісну пару подають до мийної машини типу для обмивки і очистки від бруду та мастила. Після обмивки колісну пару потрібно витримати до повного висихання і почистити скребком (кр. 9.30.5.018.00), салфеткою технічною

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		35

(ГОСТ 14253-85) від залишків бруду та іржі.

Після цього оглядають колісні пари візуально з метою виявлення ослаблення або зсуву маточини на осі, а також тріщин в елементах і встановлюємо на пристрій обертання КТ-86 для дефектації. Дефектацію проводимо по інструкції [6] такими шаблонами:

- Абсолютний шаблон Т 447.05;
- Штангенциркуль Т 447.02;
- Товщиномір Т 447.07;
- Шаблон для вимірювання вертикального підрізу гребня Т 447.08;
- Бандажний штангенциркуль Т 447.01;
- Мікрометр МК 125 (ГОСТ 6507-78);
- Штангенциркуль ШЦ 1-125-0.1 (ГОСТ 166-80);
- Пробка М12 ГОСТ 17758-72.

Наступним етапом процесу буде дефектоскопія. Спочатку проводимо магнітний контроль середньої частини вісі дефектоскопом МД-13ПР на пристрої для обертання КТ-86. За цим робимо ультразвуковий контроль осі колісної пари дефектоскопом УД2-12 з п'єзоелектричним претворювачем ПЕП П-131-25. Далі вручну переміщуємо колісну пару по колії для магнітного контролю внутрішніх кілець на шийці осі. Проводимо магнітний контроль на пристрої для обертання дефектоскопом МД-14 ПКМ. Якщо на колісній парі є відмітка «Брак різьби М110», то магнітний контроль внутрішніх кілець не проводимо, а попередньо знявши внутрішні кільця підшипника зі сторони забракованої різьби, подаємо на відновлення різьби М110.

Якщо на колісній парі виявлені якісь дефекти, які описані у пункті № 2, то колісна пара йде на ремонт.

Переміщуємо колісну пару краном мостовим (Q=5 тс) на дільницю термовідпалу, де, на індукційній установці для термообробки поверхні кочення колісних пар мод. ТИ2-100/10, проводимо термовідпал поверхні кочення колісної пари. Далі захватом для колісних пар ПТ-0526 захоплюємо колісну

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		36

пару і півкозловим краном (Q=2т) переміщаємо її до установки для наплавки гребеня колісної пари мод. УНГ-1М, де і проводимо наплавку гребнів колісної пари.

Виконавши наплавку, ми переміщуємо колісну пару краном мостовим (Q=5 тс) на токарну ділянку. На колесотокарному верстаті моделі КЖ 1836-М10 або «Рафамед» обточуємо, по копіру, поверхню кочення колісної пари.

Після ремонту переміщуємо колісну пару на дільницю для проведення неруйнівного контролю. Помістивши пристрій для обертання колісних пар КТ-86, проводимо магнітний контроль середньої частини вісі сухим способом дефектоскопом МД-13ПР. Далі проводимо магнітний контроль шийки (внутрішніх кілець) осі мокрим способом дефектоскопом ДКМ-1. Після цього дефектоскопом УД2-12 проводимо ультразвуковий контроль послідовно: гребенів коліс після наплавки; ободів коліс; поверхні кочення коліс; приободної зони коліс. А також проводять огляд і обміри за допомогою таких пристроїв:

- Абсолютний шаблон Т 447.05;
- Максимальний шаблон Т 447.03;
- Штанген Т 447.02;
- Товщиномір Т 447.07;
- Шаблон для вимірювання вертикального підрізу гребня Т 447.08;
- Бандажний штангенциркуль Т 447.01;
- Мікрометр МК 125 (ГОСТ 6507-78);
- Штангенциркуль ШЦ 1-125-0.1 (ГОСТ 166-80);
- Пробка М12 ГОСТ 17758-72.
- Набір щупів №4 ГОСТ 882-75;
- Кільце (ПР, НЕ) М110хц-6н ГОСТ 17765-72.

Остання операція це таврування проводять по інструкції [6].

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		37

3.2 Розрахунок параметрів та характеристик організації виробництва в колісному цеху

Основними вихідними даними для проектування параметрів потокової організації виробничого процесу в цеху є:

- виробнича програма цеху $N_{ц}$ по випуску об'єктів виробництва у плановому періоді;

- простій об'єкта ремонту T , тобто час від моменту надходження об'єкта на потік до моменту виходу з нього, що вимірюється в робочих днях або годинах.

Фронт роботи підрозділу Φ – кількість об'єктів потоку, що ремонтуються одночасно, визначається за формулою:

$$\Phi = \frac{N_{ц} \cdot T}{F_{річ}}, \quad (2)$$

де $N_{ц}$ – виробнича програма підрозділу;

$F_{річ}$ – фонд роботи підрозділу при двохзмінному режимі роботи;

T – час простою об'єктів в ремонті, $T = 4$ год.

$$\Phi_{п} = \frac{5880 \cdot 4}{4034} = 5,8 \text{ візків}$$

$\Phi_{п}$ – приймаю 6 колісних пар.

Після визначення фронту робіт обчислюємо параметри, які виявляють міру ритмічності й безперервності функціонування потоку, його такт і ритм.

Тактом потоку називається відрізок часу між випуском об'єктів ремонту або виробництва, які слідуєть один за одним. Він визначається за формулою:

$$r = \frac{F_{річ}}{N_{ц}}, \quad (3)$$

$$r = \frac{4034}{5580} = 0,72$$

Ритмом потоку R називається відрізок часу, через який повторюється випуск і запуск об'єктів на потік. Ритм і такт пов'язані між собою співвідношенням:

						Арк.
					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	38
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$$R = \frac{r}{k}, \quad (4)$$

де k – кількість об'єктів, які розміщуються в одній позиції й одночасно переміщуються в процесі виробництва, тобто розмір транспортної партії.

При розрахунку параметрів потокової організації, задаюць числом об'єктів $k=1$, при цьому враховуємо габаритні розміри об'єктів ремонту, нормативи відстані, по яких повинні переміщатися ці об'єкти.

$$R = \frac{0,72}{1} = 0,72$$

Ритм R і розмір транспортної партії k визначають кількість позицій потоку, що розраховується за формулою:

$$Q_{\text{поз}} = \frac{\Phi_{\text{п}}}{k}, \quad (5)$$

$$Q_{\text{поз}} = \frac{5,8}{1} = 5,8$$

[$Q_{\text{поз}}$] приймаю 6 позицій.

Уточнюємо фронт роботи $\Phi_{\text{пр}}$ і простій $T_{\text{п}}$ за формулами:

$$\Phi_{\text{пр}} = [Q_{\text{поз}}] \cdot k \quad (7)$$

$$\Phi_{\text{пр}} = 6 \cdot 1 = 6 \text{ візків}$$

$$T_{\text{п}} = R \cdot [Q_{\text{поз}}] \quad (8)$$

$$T_{\text{п}} = 0,72 \cdot 6 = 4,32 \text{ год}$$

Виробнича потужність потоку визначається за формулою:

$$M = \frac{\Phi_{\text{пр}} \cdot F_{\text{пріч}}}{T_{\text{п}}} \quad (9)$$

$$M = \frac{6 \cdot 4034}{4,32} = 5602,77 \text{ кол. пар}$$

Відносні відхилення параметрів складають:

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						39
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$$dT_{II} = \frac{T_{II} - T}{T} \cdot 100\% = \frac{4,32 - 4}{4} \cdot 100\% = 8\%$$

$$|dT_{II}| \leq 20\%$$

$$d\Phi_{np} = \frac{\Phi_{np} - \Phi_n}{\Phi_n} \cdot 100\% = \frac{6 - 6}{6} \cdot 100\% = 0\%$$

$$|d\Phi_{np}| \leq 5\%$$

$$dM = \frac{M - N_{II}}{N_{II}} \cdot 100\% = \frac{5603 - 5880}{5880} \cdot 100\% = 4,7\%$$

$$|dM| \leq 5\%$$

Як видно з розрахунків, відносні відхилення відповідають припустимим значенням і не перевищують 10%, а отже, цех може виконати ремонт заданої кількості колісних пар.

3.3 Вибір та визначення кількості необхідного технологічного обладнання

Розрахунок необхідної кількості обладнання для різних видів робіт проводиться за формулою:

$$C_{II} = \frac{Q \cdot h}{F_{obl} \cdot \eta_{зав}}, \quad (10)$$

де Q – річна програма ремонту вагонів, Q = 1395 вагонів;

h – розхід верстато-годин на вагон (згідно Норм);

Fobl – річний фонд часу роботи обладнання;

$\eta_{зав}$ – коефіцієнт використання обладнання, $\eta_{зав} = 0,85 \dots 0,95$ (ст. 217, 2)

Приймаємо $\eta_{зав} = 0,9$.

Необхідна кількість машин для обмивки і обдувки колісних пар рівна:

$$C_{II} = \frac{1395 \cdot 0,8}{3892,81 \cdot 0,9} = 0,31 \text{ шт.}$$

Приймаю кількість машин для обмивки і обдувки колісних пар – 1 шт.

Результати наступних розрахунків проводжу аналогічно, а результати

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		40

зводжу в таблицю 3.

Таблиця 3 - Обладнання для ремонту колісних пар пасажирських вагонів

Найменування технічного обладнання	Станкоємність, станко-год.			Кількість обладнання	
	на вагон	На колісну пару з лінії	На колісну пару нового формування	розрахункове	прийняте
1	2	3	4	5	6
1. Лінія потокова механізована з демонтажу роликів колісних пар	0,8	0,2	–	0,31	1
2. Прес гідравлічний	0,3	0,4	0,2	0,119	1
3. Верстат колесотокарний	1,5	0,2	–	0,597	1
4. Верстат токарно-накатний	0,5	0,1	–	0,199	1
5. Станок токарно-карусельний	0,2	0,2	0,4	0,08	1
6. Верстат спеціальний токарно-копіювальний	0,1	0,1	0,4	0,04	1
7. Верстат спеціальний токарно-копіювальний	0,04	0,04	0,2	0,016	1
8. Верстат токарно-гвинторізний	0,4	0,4	0,9	0,159	1
9. Станок токарно-накатний	0,1	0,1	0,4	0,04	1
10. Напівавтомат круглошліфувальний врізного і повздовжнього шліфування	0,1	0,1	0,3	0,004	1
11. Станок осенкатний	0,04	0,04	0,1	0,159	1
12. Станок токарно-гвинторізний з універсальними фрезерно-свердлильними головками	0,1	0,1	0,3	0,04	1
13. Комплект обладнання ремонтно-комплектуючого ділянки для ремонту роликів підшипників поточно-механізованих методом	0,8	0,2	0,2	0,319	1
14. Комплект обладнання ділянки для ремонту корпусів букс і деталей буксового вузла вагонних колісних пар поточно-механізованим методом	0,8	0,2	0,2	0,319	1
15. Лінія поточно-механізована для монтажу роликів букс	0,8	0,2	0,2	0,319	1
16. Стенд для дефектоскопіювання осей	0,1	0,1	0,1	0,04	1
17. Установка для магнітного дефектоскопіювання колісних пар і внутрішніх кілець роликів підшипників	0,4	0,1	0,1	0,159	1

Продовження таблиці 3

Найменування технічного обладнання	Станкоємність, станко-год.			Кількість обладнання	
	на вагон	На колісну пару з лінії	На колісну пару нового формування	розрахункове	прийняте
1	2	3	4	5	6
18. Стенд вимірювання осей	0,02	0,02	0,1	0,08	1
19. Комплект обладнання ділянки люмінесцентного контролю латунних сепараторів	2,8	0,7	–	1,115	2
20. Комплект обладнання ділянки для ремонту редукторно-карданних приводів генераторів ЦМВ	7,1	–	–	2.827	3
	22,3			8,87	9
21. Лінія потокова автоматична для фарбування і сушіння колісних пар	0,3	0,07	0,07	0,119	1
22. Трансформатор зварочний	0,1	0,05	–	0,04	1
Загалом					34

За допомогою вище отриманих результатів складемо перелік кількості обладнання, і дані занесемо в таблицю 4.

Таблиця 4 - Сумарна кількість обладнання відповідно до норм проектування

№ п/п	Найменування технічного обладнання	Кількість обладнання
1	Лінії	3
2	Станки	9
3	Стенди	2
4	Преси	1
5	Напівавтомати	1
6	Трансформатори	1
7	Установки	1
8	Комплектів обладнання	16
	РАЗОМ	34

3.4 Визначення складу та чисельності працівників колісного цеху

Контингент робітників, зайнятих в колісному цеху поділяють на такі категорії :

- Виробничі робочі , які за видами виконуваних робіт ділять на групи: токарі , карусельники , свердловщики , шліфувальники , пресувальники , слюсарі , дефектоскопісти , зварювальники ;
- Допоміжні робітники;
- Інженерно -технічні працівники (ІТП) ;
- Лічильно - конторський персонал (СКП) ;
- Молодший обслуговуючий персонал (МОП);
- Працівники технічного контролю (ПТК).

Чисельність виробничих працівників розраховується відповідно до методичних вказівок та норм проектування підприємств в залежності від виконуваних ними функцій , характером та обсягом робіт , а також форми оплати праці..

Кількість основних працівників визначається за формулою:

$$R_{осн.пр.} = \sum_{i=1}^n Q \cdot \frac{t}{F_{роб}} , \quad (11)$$

де $\sum_{i=1}^n Q$ - річна програма ремонту вагонів, $Q = 1395$ ваг.;

t – трудомісткість по професії (згідно Норм);

$F_{прац.}$ - річний фонд часу роботи робітників.

Розраховуємо кількість чистильників:

$$R_{чист.} = 1395 \cdot \frac{2,7}{4034} = 0,81$$

Приймаю кількість чистильників – 2 працівники.

Дальше розрахунки проводжу по аналогії з врахуванням трудомісткості по кожній із професій, а значення записую та зведу в табличній формі (табл.5).

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		43

Таблиця 5 - Чисельність працівників в колісному цеху

Найменування професій	Кількість обладнання	Кількість обладнання	
	на вагон	розрахункова	прийнята
1. Токар	2,7	0,81	1
2. Карусельщик	0,2	0,069	1
3. Свердловщик	0,1	0,035	1
4. Шліфовщик	0,1	0,035	1
5. Пресовщик	0,3	0,104	2
6. Слюсар	12,3	4,2	5
7.Дефектоскопист	0,5	0,173	1
8.Дефектоскопіст Люмінісцентног о контролю	2,8	0,968	1
9. Зварювальник	0,1	0,052	1
Сума			14

Оскільки, даний підрозділ працює у дві зміни уточнюємо кількість працівників по деяких професіях:

Токар – 2 працівники;

Карусельник – 2 працівники;

Сверлильщик – 2 працівники;

Шліфувальник – 2 працівники;

Слюсар – 6 працівники;

Дефектоскопіст – 2 працівники;

Дефектоскопіст люмінесцентного контролю – 2 працівники;

Зварювальник – 2 працівники

Отже, уточнена кількість основних працівників рівна:

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		44

$$\sum_{i=1}^n R_{осн.яв} = 22 \text{ прац.}$$

Списочна кількість основних працівників розраховується за формулою:

$$R_{осн.пр}^{чис.} = k \cdot \sum_{i=1}^n R_{осн.яв} \quad (12)$$

де k – коефіцієнт, який враховує відгули, відпустки працівників, $k = 1,06...1,11$.

$$R_{осн.пр}^{чис.} = 1,08 \cdot 22 = 23,7 \approx 24 \text{ прац.}$$

Визначаю кількість допоміжних робітників в колісному цеху:

$$R_{доп.} = k_1 \cdot R_{осн.пр}^{чис.} \quad (13)$$

де k_1 - процент від числа основних працівників в колісному цеху.

Кількість працівників технічного контролю і працівників бюро опису розраховується за формулою (13).

Визначаю кількість інших працівників в колісному цеху:

$$R_i = k_2 \cdot (R_{осн.пр}^{чис.} + R_{доп.}) \quad (14)$$

де k_2 – процент від загального числа працівників.

Розраховані значення за формулами (13), (14) зводимо в таблицю 6.

Таблиця 6 - Чисельність працівників в колісному цеху

Найменування категорій робітників	Процент від числа виробничих робітників	Процент від загального числа робітників	Прийняте число робітників
1. Допоміжні робочі	35,0	–	9
2. Інженерно-технічні працівники (ІТП)	–	10,4	3
3. Лічильно-контрорський персонал (ЛКП)	–	1,2	1
4. Молодший обслуговуючий персонал (МОП)	–	1,2	1
5. Працівники технічного контролю (ОТК):	6,0	–	2

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		45

Визначаємо сумарну кількість всіх працівників за формулою:

$$R_{\text{общ}} = R_{\text{яв}} + R_{\text{вс}} + R_{\text{ИТР}} + R_{\text{СКП}} + R_{\text{МОП}} + R_{\text{ОТК}}, \quad (15)$$

$$R_{\text{общ}} = 24 + 9 + 3 + 1 + 1 + 2 = 40 \text{ працівників.}$$

Отже, сумарна кількість працівників у візковому цеху складає 40 працівників.

3.5 Розрахунок розмірів і площ будівлі колісного цеху

Для сучасних колісних цехів найбільше застосування знайшов спосіб розташування верстатів по лінії і технологічному процесу. При цьому верстати встановлюються за група, послідовність розподілу окремих груп повинна відповідати технологічному процесу ремонту та нового формування колісних пар.

Розміри площ виробничих і допоміжних ділянок наведені в таблиці 7.

Таблиця 7 - Площі колісного цеху відносно до програми ремонту

Найменування	Вимірювач	Площа на вимірювач, м ²	Ширина, м	Довжина, м	Довжина (з урахуванням кроку колон), м	Прийнята площа, м ²
ВИРОБНИЧА ПЛОЩА						
1. Демонтажно-мийна ділянка	ділянка	385	24	16,05	18	432
2. монтажна дільниця	ділянка	280	24	11,67	18	432
3. Ділянка ремонту і комплектування підшипників	ділянка	342	24	14,25	18	432
4. Ділянка ремонту корпусів і деталей букс	ділянка	292	24	12,17	18	432
5. Ділянка Люмінесцентного контролю латунних сепараторів	ділянка	216	24	9	12	288

Продовження таблиці 7

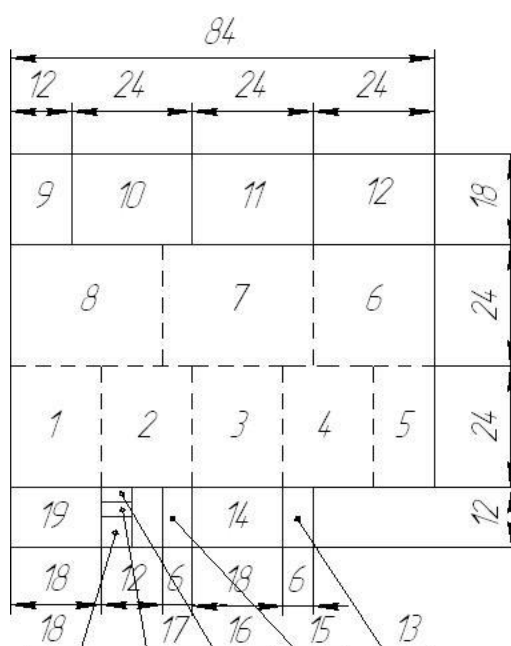
Найменування	Вимірювач	Площа на вимірювач, м ²	Ширина, м	Довжина, м	Довжина (з урахуванням кроку колон), м	Прийнята площа, м ²
6. Ділянка ремонту редукторно-карданних приводів	ділянка	500	24	20,83	24	576
7. Фарбувальна сушильна ділянка	ділянка	750	24	31,25	30	720
8. Інші ділянки	Метало металом станок і прес	783	24	32,625	30	720
Загальна виробнича площа						4032
ДОПОМІЖНА ПЛОЩА						
1. Комора допоміжних матеріалів	одиниця	4,4	3	1,47	6	18
2. Інструменталь-роздаточна комора	Вироб. обладнання	10	3	3,33	6	18
3. Механізований склад букс	Метал.ор із.верс.прес	68	12	5,67	6	72
4. Механізований склад підшипників	ділянка	144	12	12	12	144
5. Заточувальна ділянка	ділянка	10	6	1,67	6	36
6. Ділянка ремонту обладнання	заточний верстат	30	12	2,5	6	72
7. Складська площа внутріщева для колісних пар	Верст. ділянки ремонт. Облад.	286	18	15,88	24	432
8. Вентуст., трансф. Підстан. вбиральні	вагон	156	12	13	18	216
9. Склад колісних пар і елементів ЦМВ	вагон	390	18	21,67	24	432
10. Склад колісних пар для ліній	вагон	364	18	20,22	24	432

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		47

Продовження таблиці 7

Найменування	Вимірювач	Площа на вимірювач, м ²	Ширина, м	Довжина, м	Довжина (з урахуванням кроку колон), м	Прийнята площа, м ²
11. Склад колісних пар для нового формування	колісна пара	132,6	18	7,37	12	216
Загальна допоміжна площа						2088

По отриманим та розрахованим значенням будуємо план -схему колісного цеху (рис.29).



- 1 - демонтажно - мийна ділянка; 2 - монтажна ділянка ; 3 - ділянка ремонту та комплектовки підшипників; 4 - ділянка ремонту корпусів і деталей букс ;
 5 - ділянка люмінесцентного контролю латунних сепараторів ; 6 - ділянка ремонту редукторно - карданних приводів; 7 - інші ділянки ; 8 - фарбувальна - сушильна ділянка; 9 - склад колісних пар та елементів ЦМВ ; 10 - склад колісних пар для лінії ; 11 - склад колісних пар нового формування; 12 - складська площа внутрішньоцехова для колісних пар ; 13 - механізований склад букс ; 14 - механізований склад підшипників; 15 - ділянка ремонту обладнання ; 16 - комора допоміжних матеріалів; 17 - інструментально- роздавальна комора ; 18 - заточувальна ділянка; 19 - вентустановки , трансформаторні підстанції

Рисунок 29 - Компонувальна схема колісного цеху

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		48

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

При виконанні даної роботи я дослідила які типи колісних пар є в експлуатації під пасажирськими вагонами та перспективні напрямки та тенденції в технічному обслуговуванні та ремонті є при цьому

Провела збір статистичних даних по відповідних ушкодженнях колісних пар та відповідно до отриманих даних після визначення середньостатистичного та дисперсії для малих вибірок зроблено відповідні висновки.

Також при виконанні банківської роботи було проаналізовано та більш глибоко досліджено технологію ремонту колісної пари без зміни елементів та розраховано до програми ремонту підприємства ПК ВЧД-14 Ковель виробничі потужності колісного цеху з розрахунком основного обладнання та працівників відповідно до нормативних документів, які діють на підприємствах УЗ. Додатково розраховано площі приміщень основних та додаткових відділень та спроектовано план цеху, який приведений на відповідному кресленні.

Також намітила шляхи зміни та проведення модернізацій та змін в технологічному процесі за умови впровадження нової техніки та технологій, які на мою думку доцільно впроваджувати у виробництво.

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		49

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1.. Коршунов, С.Д. Методика расчетно-экспериментальных исследований кузовов современного подвижного состава / С.Д. Коршунов, А.Н. Скачков, С.Л. Самошкин, Д.И. Гончаров, А.С. Жуков // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2015. – № 4 (45) – С. 38-47.
2. Конструкция, техническое обслуживание и ремонт пассажирских вагонов: учебное иллюстрированное пособие: в 2 ч. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2013.
- 3.Рожкова Е.А. Разработка и моделирование автоматизированной линии ремонта колесных пар / Е.А. Рожкова, И.В. Ковригина, Д.Г. Налабордин // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2020. – № 3(67). –С. 32–40. – DOI: 10.26731/1813-9108.2020.3(67).32-40
4. ДСТУ ГОСТ 4835:2008. Колісні пари вагонів магістральних залізниць колії 1520 мм. Технічні умови (ГОСТ 4835-2006, IDT) [Текст]. – Чинний від 2008-10-01. –К. :Держспоживстандарт України, 2008. – 14с.
5. Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами пассажирских вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524 мм) [Текст] : утв. Советом по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества (протокол от 4-5 ноября 2015 г. № 63). – Введ. 2016-01-01. – М.: ОАО РЖД, 2015. – 275 с.
6. Інструкція з огляду, обстеження, ремонту та формування вагонних колісних пар [Текст]: ЦВ-ЦЛ-0062. – К.: ВД Мануфактура, 2006. – 102с.
7. Полякова В.С. Рожкова Е.А Разработка автоматизированной линии восстановления поверхности катания колесных пар //Наука и молодежь : сб. тр. IV Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Иркутск, 2018. С. 201–207.

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		50

8. Богданов, А. Ф. Эксплуатация и ремонт колесных пар вагонов [Текст] / А. Ф. Богданов, В. Г. Чурсин. – М. : Транспорт, 1985. – 270 с.
9. Богданов А. Ф., Иванов И. А. Восстановление профиля поверхности катания колёсных пар: учеб. пособие – СПб.: ПГУПС, 2000. – 158 с.
10. Аксенов В. А., Полиновский В. А., Смагин В. И. Технология обточки железнодорожных колесных пар без выкатки / Новосибирск: Издательство Сибирского государственного университета путей сообщения, 2006. – 122 с.
11. Богданов А. Ф., Ольброт Э. Ремонт колесных пар без выкатки / Железнодорожный транспорт: выпуск №5, 1985. – 30–34 с.
12. Організація і планування вагоноремонтного виробництва. ч1: Конспект лекцій /В.Г. Анофрієв; Дніпропетр. держ. техн. ун-т залізнич. трансп. – Дніпропетровськ; 2000 р. -139с.
13. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Организация, планирование и управление вагоноремонтным предприятием»./ К.Н. Фомкин – Днепропетровск: ДИИТ/, 1985 г. –32с
14. Класифікація несправностей вагонних колісних пар та їх елементів [Текст]: затв. наказом Укрзалізниці № 095-Ц від 15.03.2006 р. – К.: Укрзалізниця, 2006. – 79 с.
15. Елисеев С.В., Математические модели и анализ динамических свойств механических систем / С.В. Елисеев, Н.В. Банина, А.А. Ахмадеева и др. Деп. 08.12.2009, № 782-В2009.
16. Бурченков, В. В. Техническая диагностика состояния подвижного состава и перспективы ее развития в Западной Европе и США / В. В. Бурченков, О. В. Холодилов // Вестник Белорусского государственного университета транспорта : Наука и транспорт, 2017. – № 1(34). – С. 5–9.

					0041.190523.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		51