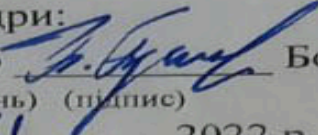


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Український державний університет науки і технологій

НАЦІОНАЛЬНА ШКОЛА МАЙСТЕРНОСТІ І ПРОФЕСІЙ
СНАМ, ФРАНЦІЯ

«ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО»

Завідувач кафедри:

д.т.н., професор  Боднар Б. Є.
(вчене звання, ступінь) (підпис) (ПІБ)

« 15 » XII 2022 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ
на отримання ОКР «магістр»
Спеціальність 273 «Залізничний транспорт»

ня програма «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ КОЛІСНИХ ПАР
УМОВАХ ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО ЛЬВІВ-ЗАХІД
ВІДПОВІДНО УМОВ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ

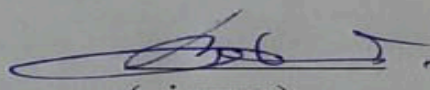
Виконав:


(підпис)

Василик Роман Валерійович
(прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник:

д.т.н., доцент
(вчене звання, ступінь)


(підпис)

Джус В.С.
(прізвище, ініціали)

Дніпро
2022

№ докум	Підпис	Дата

0032.206514.ДМР.2022.001

ЗАЯВА

Я, Вашник Роман Валерійович

(ПІБ повністю)

Студент групи 8-Інтер

Спеціальності 273 Залізничний транспорт

(код та назва спеціальності)

освітньої програми Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті

(назва освітньої програми)

Освітнього ступеня підготовки магістр

Заявляю, що моя випускна кваліфікаційна робота на тему:

"Розробка технології ремонту кілісних пар в умовах локомотивного депо Львів-Захід відповідно умов інтероперабельності"

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату. Всі запозичення з друкованих та електронних джерел мають відповідні посилання.

Прошу перевірити її на наявність академічного плагіату.

Я ознайомлений з чинним «Порядком перевірки кваліфікаційних випускних робіт здобувачів вищої освіти на виявлення текстових та графічних запозичень засобами перевірки на плагіат», згідно з якими виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску випускної кваліфікаційної роботи до захисту.

Дата

Підпис

Керівник

Підпис

Олександр В.С.

(ПІБ керівника)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Український державний університет науки і технологій

НАЦІОНАЛЬНА ШКОЛА МАЙСТЕРНОСТІ І ПРОФЕСІЙ
СНАМ, ФРАНЦІЯ

«ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО»

Завідувач кафедри:

д.т.н., професор _____ Боднар Б. Є.

(вчене звання, ступінь) (підпис) (ПІБ)

« ____ » _____ 2022 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ
на отримання ОКР «магістр»

Спеціальність 273 «Залізничний транспорт»

Освітня програма «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

Тема: **РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ КОЛІСНИХ ПАР В
УМОВАХ ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО ЛЬВІВ-ЗАХІД
ВІДПОВІДНО УМОВ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ**

Виконав:

(підпис)

Василик Роман Валерійович
(прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник:

к.т.н., доцент
(вчене звання, ступінь)

_____ Джус В.С.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Дніпро
2022

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
						1
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Український державний університет науки і технологій

НАЦІОНАЛЬНА ШКОЛА МАЙСТЕРНОСТІ І ПРОФЕСІЙ
СНАМ, ФРАНЦІЯ

«ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО»

Завідувач кафедри:

д.т.н., професор _____ Боднар Б.Є.

(вчене звання, ступінь) (підпис) (ПІБ)

« ____ » _____ 2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ**

Василик Роман Валерійович
(ПІБ)

1. Тема роботи

Розробка технології ремонту колісних пар в умовах
локомотивного депо Львів-Захід відповідно умов
інтероперабельності

затверджено наказом по університету _____ №1069 ст від «09» жовтня 2022 року

2. Термін подачі студентом закінченої роботи

«13» грудня 2022 року

3. Вихідні дані для роботи

Нормативно правові акти та нормативні документи в сфері залізничного рухомого складу, Директиви ЄС щодо залізничного транспорту, нормативні документи в сфері ремонту та утримання колісних пар

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу	Об'єм, %	Рекомендована кількість слайдів
Аналіз світового досвіду з оцінки показників динаміки і безпеки руху ТРС	20	2
Визначення вимірювальних критерій відповідності, встановлення та обґрунтування умов випробувань ТРС методи і засоби комп'ютерного моделювання	20	2
Технологічний процес обточки колісних пар	30	5
Технологія обточування колісних пар на верстаті моделі КЖ20МФ3 з числовим програмним керуванням	30	5

Студент _____ Роман Василик

Науковий керівник _____ Володимир Джуc

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		2

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І СЛОВНИК ТЕХНІЧНИХ ТЕРМІНІВ

ТРС	Тяговий рухомий склад
УЗ	Укрзалізниця
ЄС	Європейський Союз
ЧПУ	числове програмне управління
ПДВ	Податок на додану вартість
TSI	Технічні специфікації інтероперабельності
ДСТУ	Державні стандарти України
ГОСТ	Державний стандарт
РС	Рухомий склад
ТП	Технологічний процес
ТО	Технологічна операція
ЄСТД	Єдина Система Технологічної Документації
МВРС	Моторвагонний рухомий склад

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		3

ЗМІСТ

ВСТУП	5
I. АНАЛІЗ СВІТОВОГО ДОСВІДУ З ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ ДИНАМІКИ І БЕЗПЕКИ РУХУ ТРС	7
1.1 Досвід проведення динаміко-міцнісних приймально-здавальних випробувань локомотивів залізничних підприємств сучасними засобами контролю.....	7
1.2 Системи контролю лінійних параметрів елементів рухомого складу	14
II. ВИЗНАЧЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ КРИТЕРІЙ ВІДПОВІДНОСТІ, ВСТАНОВЛЕННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ УМОВ ВИПРОБУВАНЬ ТРС МЕТОДИ І ЗАСОБИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	43
2.1 Система показників динаміки, безпеки руху та впливу на колію ТРС.....	43
2.2 Аналіз параметрів, що є визначальними для збереження технічної та операційної сумісності залізничної системи колії 1520 мм на межі СНД-ЄС.....	46
III. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ОБТОЧКИ КОЛІСНИХ ПАР	56
3.1 Технологічний процес, терміни та визначення.....	56
3.2 Верстат колесотокарний з числовим програмним управлінням моделі КЖ20МФ3	71
IV. ТЕХНОЛОГІЯ ОБТОЧУВАННЯ КОЛІСНИХ ПАР НА ВЕРСТАТІ МОДЕЛІ КЖ20МФ3 З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ ..	79
4.1 Причини та гранично допустимі норми зносу.....	79
4.2 Загальні відомості про верстат колесотокарний моделі КЖ20МФ3	83
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	91
БІБЛІОГРАФІЯ	93
СПИСОК РИСУНКІВ	96
СПИСОК ТАБЛИЦЬ	98
АНОТАЦІЯ І КЛЮЧОВІ СЛОВА	99

					0032.206514.ДМР.2022.001			
Вим	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата				
Розробив	Василик Р.В.				Розробка технології ремонту колісних пар в умовах локомотивного депо Львів-Захід відповідно умов інтероперабельності	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Джус В.С.					У	4	102
Н. контр.						8 Інтер		
Затвердив	Боднар Б.Є.							

ВСТУП

Однією з основних складових виробничої структури залізниць України є локомотивне господарство, головним завданням якого є забезпечення процесу перевезень вантажів та пасажирів технічно справним рухомим тяговим складом. На локомотивне господарство припадає значна частина експлуатаційних витрат залізничного транспорту [1]. Тому від рівня технічного стану та інтенсивності оновлення тягового рухомого складу, умов його використання, системи ремонту, обслуговування та модернізації залежать результати діяльності залізничного транспорту загалом.

Тяговий рухомий склад залізниць України характеризується великою різноманітністю типів та серій. Основна частина цієї техніки закуповувалась і постачалася на дороги за радянських часів, що обумовлює фактичний термін її служби.

Аналіз вікового стану експлуатаційного парку тягового рухомого складу вказує на його критичне становище. У 2019 році знос електровозного парку складав 90%, за середнього віку локомотивів 40 років. По парку магістральних та маневрових тепловозів показник зносу становив 99% та 96% відповідно. При цьому середній вік локомотивів становив 34 роки для магістральних тепловозів та 29 років для маневрових. По суті йдеться вже не лише про моральний, а й майже про повний фізичний знос тягового рухомого складу залізниць України, що загрожує серйозними технічними, економічними та соціально-екологічними наслідками для транспортного комплексу та країни.

Тому на найближчу перспективу одним із першочергових завдань для залізниць України стає забезпечення швидкого оновлення та модернізації тягового рухомого складу. Це знайшло своє відображення у державних програмах [2] та у «Комплексній програмі оновлення залізничного подвижного складу України на 2008-2020 роки» [3], яка введена в дію наказом Міністерства транспорту та зв'язку від 14 жовтня 2008 р. №1259.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		5

Оновлення тягового рухомого складу може здійснюватись як за рахунок придбання нової техніки, так і за рахунок модернізації вже існуючої. В обох випадках це потребує значних капітальних вкладень, особливо коли розглядаються можливості придбання чи модернізації рухомого складу із залученням закордонних виробників. При цьому слід зазначити, що в галузі транспортного машинобудування Україна має власний науково-виробничий потенціал, який дозволяє організувати та освоїти, з урахуванням світового досвіду, виробництво та модернізацію тягового рухомого складу на сучасному технічному рівні.

Сучасні вимоги до техніко-експлуатаційних характеристик тягового рухомого складу (ТРС) за критеріями безпеки руху, надійності міцності, плавності ходу та допустимого впливу на шлях вимагають підвищеного рівня контролю за якістю ремонту ТРС [4].

У цій роботі досліджено технологію обточування колісних пар локомотивів «УЗ» та можливістю використання відповідної технології для обточування колісних пар локомотивів які працюють на колії шириною 1435мм.

Метою роботи є дослідження технології ремонту колісних пар в умовах локомотивного депо Львів-Захід відповідно умов інтеперабельності.

Об'єктами дослідження є колісотокарний верстат з числовим програмним управлінням (ЧПУ)

Предметом дослідження є технологія обточування колісних пар на верстатах з числовим програмним управлінням (ЧПУ).

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		6

РОЗДІЛ І. АНАЛІЗ СВІТОВОГО ДОСВІДУ З ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ ДИНАМІКИ І БЕЗПЕКИ РУХУ ТРС

1.1 Досвід проведення динаміко-міцнісних приймально-здавальних випробувань локомотивів залізничних підприємств сучасними засобами контролю

Проведення сучасних приймально-здавальних випробувань із застосуванням діагностичних приладів та пристроїв на зарубіжних підприємствах можна представити наступною схемою:



Рис. 1 – Діагностика локомотива

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		7

Взаємодія колеса та рейки є фізичною основою руху поїздів залізницями. Саме воно багато в чому визначає безпеку, а також такі найважливіші техніко-економічні показники, як маса та швидкість руху поїздів. За оцінками різних авторів, втрати, зумовлені зношуванням у системі колесо-рейка, становлять від 10 до 30 % потягів паливно-енергетичних ресурсів, що витрачаються на тягу.

У різних країнах світу регулярно проводяться наукові конференції, симпозиуми, семінари, присвячені проблемі взаємодії колеса та рейки.

Проблемою взаємодії, інтеперабельності, рухомого складу та залізничної колії, а також пари колесо-рейок протягом багатьох років займалися і продовжують займатися багато фахівців у цій галузі. В результаті наукових розробок та досліджень було видано багато наукових праць та книг як в Україні, так і в країнах співдружності та в Європейському Союзі. Деякі з них розглянуті у цьому розділі.

Для вирішення проблеми [5] взаємодії колеса з рейкою розглядалися методологічні аспекти побудови математичних моделей системи «екіпаж – тяговий електропривод – рейковий шлях», дана якісна та кількісна оцінка можливої відмінності динамічних процесів у тягових приводах 2-го та 1-го класів з різним розташуванням тягових редукторів щодо колісних пар, що рухаються в заданому напрямку, для квазістаціонарних режимів тяги і режимів буксування.

Викладаються способи оптимізації системи технічного обслуговування та ремонту коліс та рейок, що мають на меті забезпечення економічно ефективної роботи системи колесо-рейку.

Книга [6] присвячена викладу досвіду країн, що входять до Міжнародної асоціації вантажного руху з проблем колеса, рейки та їх взаємодії, які є фундаментальними для залізничного транспорту, що працює в умовах великих осьових навантажень, мас поїзда та вантажонапруги.

У книзі розглянуто загальні питання взаємодії рухомого складу та шляхи та вплив видів ресорного підвішування на роботу системи. Викладено основи

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		8

механіки контактної взаємодії колеса та рейки, застосовувані матеріали, методи управління тертям, а також види та причини пошкоджень коліс та рейок та рекомендації щодо їх зниження. Викладаються способи оптимізації системи технічного обслуговування та ремонту коліс та рейок, що мають на меті забезпечення економічно ефективної роботи системи колесо-рейка.

Наведені у книзі конкретні приклади показують, що процес оптимізації має бути заснований на системному підході, в якому слід одночасно розглядати одиницю рухомого складу, колесо, рейку та шлях загалом. Крім цього наведені таблиці, в яких представлено різноманітність умов експлуатації залізниць із широким діапазоном осьових навантажень, радіусів кривих та вантажонапруги.

Розглянуті конкретні приклади, і навіть згадані таблиці показують, що немає єдиного оптимального рішення, придатного всім умов. Різноманітність варіантів рішень вказує на множинність підходів, які слід вивчити перед тим, як приймати рішення для кожного окремого випадку.

Оскільки існує безліч можливих рішень, у частинах 2 і 3 книги міститься огляд сучасних рішень, що покращують взаємодію екіпажу та колії, а також роботу колеса та рейки.

Наведені у книзі конкретні приклади показують, що процес оптимізації має бути заснований на системному підході, в якому слід одночасно розглядати одиницю рухомого складу, колесо, рейку та шлях загалом. Крім цього наведені таблиці, в яких представлено різноманітність умов експлуатації залізниць із широким діапазоном осьових навантажень, радіусів кривих та вантажонапруги.

Розглянуті конкретні приклади, і навіть згадані таблиці показують, що немає єдиного оптимального рішення, придатного всім умов. Різноманітність варіантів рішень вказує на множинність підходів, які слід вивчити перед тим, як приймати рішення для кожного окремого випадку.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		9

Оскільки існує безліч можливих рішень, у частинах 2 і 3 книги міститься огляд сучасних рішень, що покращують взаємодію екіпажу та колії, а також роботу колеса та рейки.

У монографії [7] розглянуто проблеми моделювання контактної взаємодії у парі колесо-рейку. Розглянуто кілька методів визначення величини та розташування контактних зон, дослідження напружено-деформованого стану елементів пари. У тому числі особливе місце займає метод кінцевих елементів. Розрахунки, з використанням цього методу, дозволили уточнити багато аспектів контактної взаємодії, наприклад, вплив профілів взаємодіючих поверхонь на розподіл контактних напруг, внесок пластичного деформування в загальну картину ПДВ та ін. Польща.

У даній роботі [8] виконано систематичний опис основних режимів руху одиночної колісної пари та колісних пар у складі візків з урахуванням обмежень, які накладаються на їхній рух з боку рами візка та колії.

Отримані результати дозволять дослідити випадки прослизання по рейках поверхонь катання коліс, визначити причини інтенсивного зношування гребенів коліс у кривих малого радіусу, умови викочування гребеня колеса на головку рейки.

У статті [9] розглядається проблема зношування бандажів колісних пар. Представлено аналіз та виконано класифікацію факторів, що впливають на швидкість зносу колісних пар. Тертя є складним процесом, тому при дослідженні зносу слід враховувати велику кількість факторів, добір яких залежно від різних умов різний. Визначено методи підвищення терміну служби колісних пар. Відповідно до спільності ознак та характеру виконання вони розбиті на чотири групи: конструкційні, технологічні, експлуатаційні та зумовлені якістю змісту шляху. Запропоновано спосіб продовження терміну експлуатації колісних пар.

У статті [10] зазначено, що суттєво змінилося місце контакту колеса рухомого складу з рейками, що завдає колосальної шкоди залізницям колії 1520

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		10

мм. У статті наведено думки вчених щодо причин такого явища та надано деякі рекомендації. У цих умовах потрібно дбати не тільки про знос, а й про безпеку руху, що має пріоритетне значення. У цій статті наведено висновки та рекомендації, суть яких полягає в наступному:

- основна причина згаданих змін, яка завдає не лише колосальних економічних збитків галузі, а й рівня безпеки руху рухомого складу, полягає у невідповідності геометричних параметрів шляху параметрам коліс;

- посилити контроль за технічним станом рухомого складу при виході його з депівського ремонту та станом шляху в експлуатації;

- з метою встановлення основних причин істотної зміни колеса і рейки, що змінили взаємодію та впливають на економіку галузі, вважати за доцільне:

- виділити заплановану під капітальний ремонт дослідну ділянку колії довжиною 10...20 км, наприклад, з метою якнайшвидшого отримання попередніх результатів, поблизу станції Чортків Львівської залізниці, що має безліч кривих малого та середнього радіусів;

- тимчасово, на період спостережень, виключити на дослідній ділянці застосування «уніфікованої» колії та п'яти ступенів відступів розмірів утримання шляху від номінальних та повернутися до чотирьох ступенів;

- при капітальному ремонті дослідної ділянки повернутися до колишніх (до 1970 року) норм укладання та утримання шляху; за необхідності укласти дерев'яні шпали;

- якщо за результатами спостережень виявиться, що зношування бічної поверхні головок рейок перестане бути домінуючим, значить і зношування коліс по гребнях перестане бути основним;

- вжити відповідних заходів.

У монографії [11] наведено результати досліджень процесів у фрикційному контакті колесо-рейка. Теоретично, експериментально (на стенді) та в експлуатаційних умовах встановлені залежності та характеристики поведінки колісно-моторних блоків електровоза під час буксування. Виведено критерій

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		11

стійкості руху колісно-моторних блоків. Встановлено вимоги до розробки способів та засобів підвищення сили, що реалізується, тяги зі зчеплення. Наведено результати дослідної експлуатації електровозів ВЛ8 та ВЛ10 із пристроями підвищення зчеплення. Описано автоматизовану систему підвищення зчеплення. Розглянуто можливості розробок мікропроцесорних пристроїв підвищення зчеплення для електровозів постійного та змінного струму, а також для тепловозів.

У статті [12] розглядається завдання про контактну взаємодію, що виникає між рейкою і колесом, у разі нерухомого колеса, в процесі початку руху колеса і у разі кочення, що встановилося.

У статті [13] досліджено вплив твердості рейки та колеса на величину контактної площі за трьома осями контакту в головці рейки. Для цієї мети розроблено 3D-модель контакту з використанням методу кінцевих елементів. Створено також субмодель, оскільки для досягнення точності у розрахунках контактних параметрів модель базується на реальних профілях та розмірах колеса та рейки без урахування їх пошкоджень.

Наведений вище аналіз наукових праць – це лише невелика частина з багатьох наукових досліджень, присвячених проблемі взаємодії пари колесо-рейка, а також рухомого складу та залізничної колії. Він показує важливість цієї проблеми. Проведені дослідження та розрахунки у вище зазначених наукових джерелах наголошують і доводять необхідність проведення наукових досліджень та робіт, спрямованих на забезпечення безпеки руху поїздів та економії витрачається на тягу поїздів паливно-енергетичних ресурсів у частині взаємодії пари колесо-рейка.

Пристрій визначення навантаження від коліс колісних пар локомотивів УОНК-Л. Діагностичний комплекс ВАТ "Торговий дім Сибтензоприлад" (рис. 2) для визначення навантаження від колісних пар локомотивів для їх регулювання, має модульну конструкцію та складається з вимірювачів навантаження від коліс РДК-П за кількістю коліс електровоза (секції).

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		12



Рисунок 2 – Діагностичний комплекс УОНК-Л

Кожен вимірювач РДК-П складається з силоприймаючої платформи, що спирається на два тензодатчики, та вторинного мікропроцесорного пристрою. Вторинні прилади згруповані в шафу.

З вторинних приладів інформація про навантаження на колеса електровоза надходить на апаратно-програмний комплекс АРМ "Розважка", виконаний на базі персонального комп'ютера.

Принцип дії системи полягає в наступному:

Вантажоприймальний пристрій складається з декількох вимірювальних ділянок, кожна з яких сприймає навантаження від колеса колісної пари і передає її на тензометричні датчики. Датчики перетворюють навантаження електричний сигнал і по кабелю передають його на вторинний перетворювач, в якому відбувається посилення і масштабування сигналу, з подальшим перетворенням його в цифровий код. З вторинного перетворювача сигнал у цифровому вигляді надходить до комп'ютера, за допомогою програми, що управляє, перетворює отримані дані в одиниці вимірювання навантаження і відображає їх на дисплеї. Живлення на тензометричні датчики надходить із вторинного перетворювача.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		13

1.2. Системи контролю лінійних параметрів елементів рухомого складу

1.2.1 Система ARGUS. Вимірювальна система ARGUS (рис. 3, табл. I) вимірює та обстежує колеса рейкового рухомого складу у русі [14]. Установка довжиною 20 м працює у спеціалізованому депо Берлін-Руммельсбург, який обслуговує потяги ICE. Усі виміри потягом довжиною 400м, що рухається зі швидкістю близько 10км/год, виконуються протягом 3хв.



Рисунок 3 - Система ARGUS

При проходженні поїзда через встановлення всі колеса перевіряються за низкою параметрів. Результати вимірювань надходять до цеху ремонту за системою передачі даних. Блок інформації кожного колеса може бути виділено з допомогою системи ідентифікації. Всі результати вимірювань, дають повну інформацію про стан кожного колеса і колісних пар, вводяться в пристрій.

Доступ до даних для їх оцінки може бути дозволений комп'ютером вищого рівня. Результати вимірювань та розраховані за ними залишкові терміни експлуатації дозволяють планувати роботи з обточування коліс або заміни колісних пар. Маючи дані про стан профілю кожного колеса, можна заздалегідь задавати режим обточування на колесотокарному верстаті.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		14

Таблиця І – Технічні дані системи ARGUS

Розмір	Значення
Ширина колії	По технічному завданні
Швидкість проходження поїзда через установку, км/год:	
при змінах	3-12
без змін	30
Мінімальна відстань між осями візка, мм	1300
Максимальна осьове навантаження, т	40
Вимірювані діаметри коліс, мм	600-1300
Мінімальна довжина вимірювальної частини, м	20
Пауза між двома поїздами, с	60
Температурний діапазон експлуатації, °С	-15 ...+40
Вимірювальна база	промисловий ПК Intel x86
Середовище	Windows NT 4.0, SP5 або 6
Програмне забезпечення	Microsoft SQL 7.0
Об'єм пам'яті	данні для 1 млн. колісних пар

Система ARGUS складається з базового блоку (комп'ютера управління та контролю) та ряду модулів:

- ідентифікація поїзда;
- виявлення не округлостей та повзунів;
- вимірювання діаметра та відстані між внутрішніми гранями коліс;
- обміри профілю;

Ультразвукова дефектоскопія.

Вимірювальна установка, створена на базі системи ARGUS, монтується на відкритому повітрі та може експлуатуватися за температур, властивих для Центральної Європи. Датчики системи закриті захисними корпусами, які під тиском подається підігріте повітря. Установка відповідає найжорсткішим

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		15

вимогам щодо достовірності діагностичної інформації. З певними інтервалами часу провадиться калібрування вимірювальних пристроїв. Достовірність результатів вимірів перевіряється за допомогою ймовірнісних методів розрахунку.

Завдяки модульному принципу при відмові одного з компонентів інші зберігають працездатність. Установка працює автоматично без персоналу. Працездатність установки може бути перевірена дистанційно. Можливе також дистанційне усунення деяких несправностей.

Система ARGUS забезпечує можливість однозначного визначення приналежності кожного блоку вимірювальних даних колеса конкретної колісної пари. Для автоматизації процесу розпізнавання кожен поїзд та кожна одиниця рухомого складу оснащуються сигнальним електронним блоком, який за допомогою антени передає наданий йому ідентифікаційний номер. Ідентифікація поїзда здійснюється у той момент, коли сигнальний блок виявляється на відстані не більше 1м від приймального пристрою вимірювальної установки. За ідентифікаційним номером та інформацією датчика числа осей визначається належність блоку даних конкретного колеса.

Контроль коліс з метою виявлення неокруглостей та повзунів є основною умовою забезпечення безпеки руху, особливо для високошвидкісних поїздів. Неокруглість колеса може спричинити пошкодження шляху або ходової частини рухомого складу, зниження плавності ходу та збільшення небезпеки сходу з рейок.

Головним параметром, що вимірюється цим модулем, є відхилення від норми висоти гребеня. У багатьох випадках воно може бути мірою некруглості колеса та зміни його кола катання.

Принцип виміру – механічний. Використовується вимірювальна балка (рис. 4), опускання якої при натисканні на неї вершини гребеня протидіє тиск стисненого повітря. Вертикальний хід балки під час кочення колеса вимірюється за допомогою електромеханічного датчика.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		16

Сигнал із датчика передається в ЕОМ модуль, де він обробляється і реєструється як зміна ходу балки мінімум за один оберт колеса.

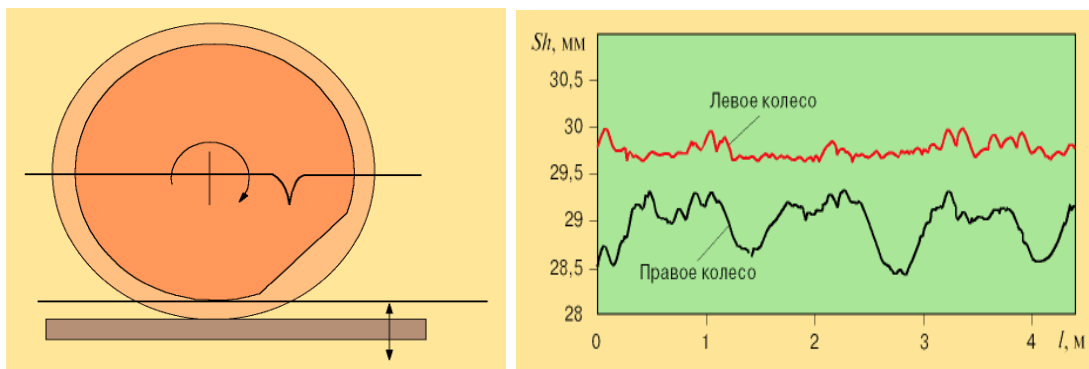


Рисунок 4 – Визначення висоти гребня та приклад виміру висоти гребня:

Sh – висота гребня; l – розвертки колеса по вершині гребня

На заключному етапі вимірянні величини перераховуються для умов коли вимірювальна балка і рейки ідеально рівні. Таким чином, коливання вимірюваних величин відобразатимуть лише зміни висоти гребеня колеса.

За кривою зміни висоти гребеня за один оберт визначають наявність некруглості або повзуна (рис. 4).

Зазначена крива використовується також виявлення полігонізації коліс, тобто тенденції до перетворення кола кочення на багатокутник. Ця інформація важлива для оцінки ступеня неокруглості коліс. Багатокутник у процесі кочення колеса може генерувати коливання з частотами, що відповідають власним частот візків або кузова. Для того, щоб уникнути можливих резонансів, форма кола кочення має бути приведена в норму.

Вимірювання діаметра коліс потрібне як на стадії виготовлення рухомого складу, так і під час технічного обслуговування. При обточуванні бандажів потрібно враховувати діаметри коліс сусідніх колісних пар. Значна різниця в діаметрах коліс однієї осі викликає підвищене зношування і сприяє збільшенню

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		17

рівня шуму при її кочення. У разі заміни колісної пари нова повинна мати колеса такого самого діаметра, як і демонтована.

Діаметр колеса визначають за радіусом закруглення одного сегмента колеса за допомогою світлових променів. Для цього (рис. 5) два лазери з V-подібним променем, що розходиться в одній площині, розміщують під досліджуваним колесом таким чином, щоб смуги світла, що падають на поверхню кочення, були паралельні площині кола вимірювання. Ці смуги фотографує розташована збоку цифрова камера.

Площина кола вимірювання проходить через поверхню кочення колеса посередині між світловими смугами, утвореними плоскими V-подібними променями двох лазерів. Спочатку визначаються діаметри двох кіл, утворених світловими смугами, після чого за допомогою лінійної інтерполяції визначається діаметр розташованого між ними кола виміру.

Зображення світлових смуг спотворюються оптично та за рахунок перспективи. Це спотворене зображення передається на ЕОМ модулі та за допомогою відповідної трансформації перетворюється на неспотворене. Для того, щоб цей процес був виконаний без порушення масштабу, параметри трансформації калібровані на сегменті колеса, діаметр якого відомий.

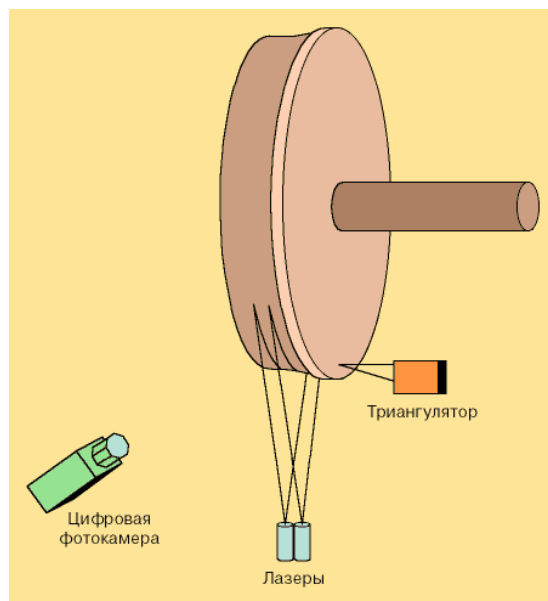


Рисунок 5 – Схема виміру діаметра колеса

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		18

Відстань між внутрішніми гранями коліс визначають за допомогою оптичної вимірювальної системи. Для цього визначають відстань між нерухомим датчиком, встановленим на осі колії та внутрішніми гранями коліс. Отримані величини є основою розрахунку відстані між внутрішніми гранями коліс і осьової координати площини кола вимірювання.

Триангуляційний пристрій, що використовується для вимірювань, посиляє лазерний промінь на внутрішню грань колеса, де слідує променю, спостерігається як точка, що світиться. Встановлена збоку оптична система фіксує розташування цієї точки. Координата зображення на світлочутливій смужі індикатора відповідає відстані до об'єкта вимірювання.

Зміна профілю колеса обумовлюється його зносом у зв'язку з втратою матеріалу поверхнею катання. Ходові якості колісної пари визначаються такими основними параметрами: висотою та товщиною гребеня, поперечним розміром q_r , що використовується як основа для розрахунку величини підрізу гребеня, відстанню між внутрішніми гранями коліс та еквівалентною конусністю (рис. 6).

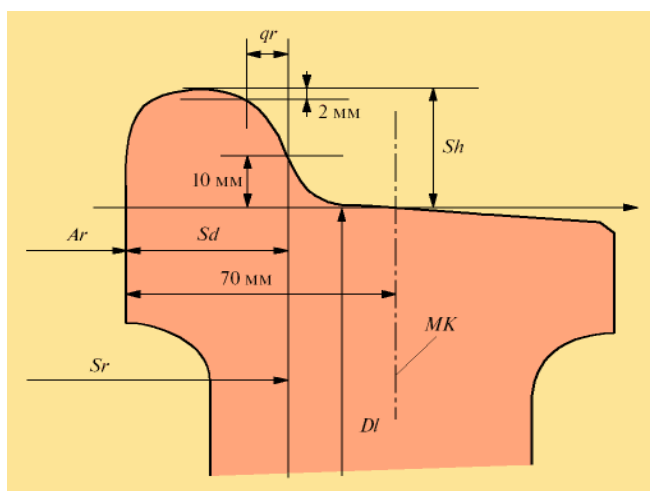


Рисунок 6 – Основні розміри профіля колеса

Модуль обміру профілю дає можливість постійно контролювати зазначені розміри та оцінювати їх зміни у функції часу роботи. Таким чином, ця операція разом з вимірюванням діаметра дозволяє визначати залишковий пробіг і, відповідно, з високою точністю прогнозувати термін наступного обточування

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		19

колісної пари. Наявність даних про величину зношування є обов'язковою умовою надійного планування робіт з технічного обслуговування.

Обмір профілю виконується тим самим методом, що й вимірювання діаметра (рис. 7). Для цього один лазер з плоским У-подібним променем встановлюється нижче, колеса променя, що котиться так, що площина променя виявляється строго перпендикулярною напрямку руху колеса. Лінія перетину площини променя з профілем колеса фіксується цифровою фотокамерою і цифровому вигляді передається на ЕОМ модулі, де зображення обробляється з метою усунення спотворень. Після цього ЕОМ генерує результуючий блок даних, які відповідають реальним параметрам профілю. Далі виводиться графічне відображення профілю, яким визначають всі зазначені параметри.

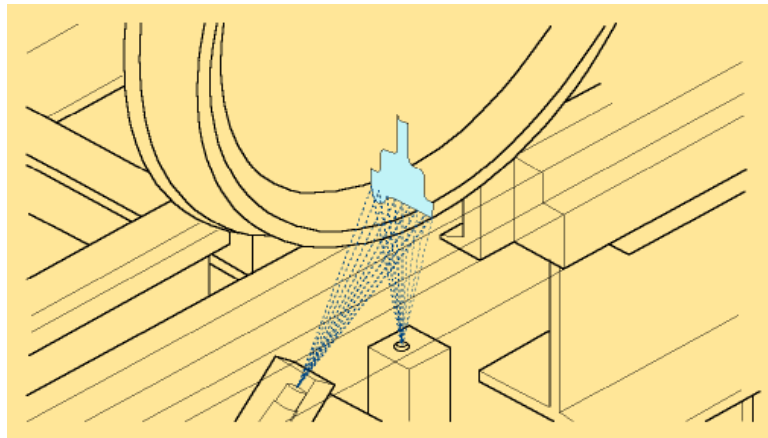


Рисунок 7 – Вимір профіля колеса

Ультразвукове дослідження поверхні кочення колеса на наявність пошкоджень відноситься до розряду методів контролю, що не руйнує. Воно виконується під час руху рухомого складу із мінімальними витратами часу. Ультразвуковий метод дозволяє визначати також ті дефекти, які в подальшій експлуатації заковуються і не можуть бути виявлені під час огляду. Новий метод розроблений Інститутом неруйнівних випробувань (IZFP), Саарбрюккен, разом із залізницями Німеччини.

Стан поверхні катання досліджується за допомогою ультразвукових імпульсів частотою 400кГц, які надсилають на поверхню кочення колеса

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		20

випробувальною головкою. Для цього не потрібно передавального середовища. Електромагніт генерує відповідне поле, що підмагнічує, і одночасно притискає випробувальну головку до колеса. Імпульс розповсюджується в колесі у вигляді поверхневих хвиль, багато разів оббігає його по колу в обох напрямках (рис. 8).

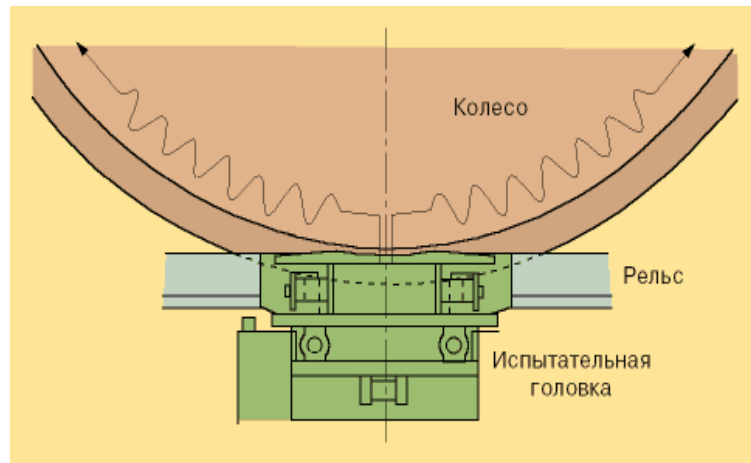


Рисунок 8 – Поширення імпульсів в колесі при ультразвуковій дефектоскопії

Дефект у колесі генерує відбитий луна-сигнал. Тріщина розташована перпендикулярно напрямку поширення ультразвукового імпульсу і що йде на глибину 7 мм, вже в змозі викликати відображення сигналу. Відбитий від дефекту ехо-сигнал і звані донні сигнали, оббігають повне коло, реєструються котушкою, приймаються і передаються. При цьому корисний сигнал посилюється, проходить через електронний фільтр, після чого надходить до ЕОМ модулів. Тут він оцінюється за різними критеріями, у тому числі за ступенем ослаблення, амплітудою тощо.

Якщо колесо, що випробовується, не має дефектів, на котушку приходять донні ехо-сигнали з рівними інтервалами, що відповідають повному часу оббігання. За наявності дефекту відбиті від нього ехо-сигнали мають час проходження, що не відповідає повному циклу. Співвідношення амплітуд відбитого від дефекту і донного сигналів є мірою глибини тріщини на поверхні кочення. За допомогою контрольних колісних пар емпірично отримують

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		21

кількісні критерії, за якими встановлюють граничні значення для вибракування колеса.

Вимірювальні модулі підпорядковані базовому, який керує їх роботою та контролює виконувани на рухомому складі вимірювання та випробування. Він визначає стан усієї системи (готовність до роботи, режими вимірювань та випробувань, наявність впливу блокуючого несправності) та контролює працездатність вимірювальних модулів. Рейкові педалі на вході та виході установки посилають сигнали базовому модулю про проходження поїзда через вимірювальну ділянку. Після виконання вимірювань усі результати надходять у базовий модуль і містяться у банку даних ЕОМ. Усі модулі, банк даних, базовий модуль та робочі станції об'єднані в мережу (рис. 9).

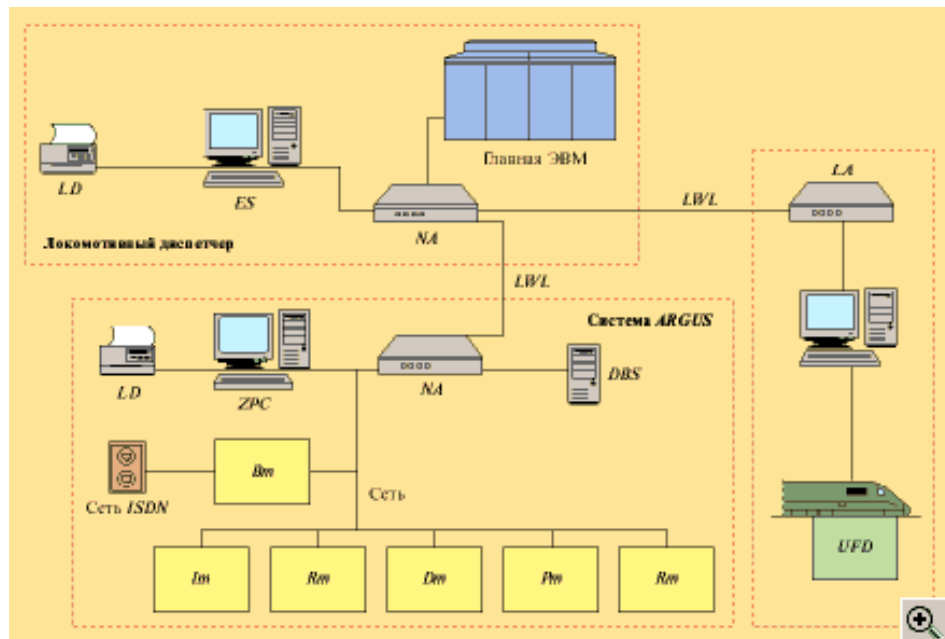


Рисунок 9 – Об'єднання в мережу вимірюючих та випробувальних модулів, базового модуля та робочих місць персоналу:

- LD - Лазерний принтер;
- ES – зовнішнє робоче місце;
- NA – мережевий пристрій;
- LWL - волоконно-оптичний кабель;
- ZPC - центральний ПК;
- DBS – банк даних;

- Bm - базовий модуль;
- Im - модуль ідентифікації;
- Rm – модуль виявлення некруглостей та ползунів;
- Dm - модуль виміру діаметрів коліс;
- Pm - модуль обміру профіля;
- Pm – модуль виявлення тріщин;
- UFD - колесотокарний станок

Банк даних служить для збереження інформації та контролю права доступу до неї. Дані з кількох установок ARGUS та колесотокарних верстатів, розподілених по мережі, можуть концентруватися в одному банку даних.

Базовий модуль, банк даних, елементи управління системи, а також ЕОМ окремих модулів розміщуються в контейнерах з контрольованою атмосферою, які скомпоновані в шафі для приладів. Там же розміщуються регульовані залежно від температури пристрою подачі та фільтрації стисненого повітря, що забезпечують охолодження незабрудненим повітрям та чистоту обладнання, розміщеного під рейками вимірювального шляху.

Для управління колесотокарними верстатами в банк даних поміщена інформація про режими обробки коліс та їх розміри. Це значно прискорює процес обточування, оскільки відповідні дані як програми вводяться в верстат безпосередньо перед обробкою. При обробці кожної колісної пари враховуються допуски всіх осей візка і, відповідно, локомотива. Завдяки цьому відпадає необхідність у тривалій та дорогій процедурі попереднього обмірювання всіх колісних пар перед обточуванням.

З кожного персонального комп'ютера управління, з'єданого через мережу із системою ARGUS, можна перевіряти стан вимірювальної установки, керувати її роботою та контролювати результати вимірювань. Один комп'ютер встановлений на пульті локомотивного диспетчера в депо, інший входить у комплект робочого місця установки ARGUS.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		23

Для візуалізації та оцінки даних використовується спеціальна програма. Вона складається з окремих програмних модулів, які можна використовувати незалежно один від одного. Основні обов'язкові дані, що відображають конфігурацію поїзда, граничні розміри та види вимірювань, містяться у банку даних.

Програма містить такі модулі:

- відображення даних системи ARGUS та колесотокарного верстата для кожного поїзда може бути виведено на екран або надрукований протокол обмірювання всіх колісних пар поїзда або окремої одиниці рухомого складу. Величини, що виходять за межі допусків, відображаються при відображенні;

- історії колісної пари та прогнозу. Користувач може вивести на екран як результати останніх вимірів, і інформацію про історію колісної пари. Це дозволяє користувачеві отримати прогноз про те, яка колісна пара і коли має бути відправлена на обточування;

- інформації про типи колісних пар та серію рухомого складу. За цього модулю можуть бути зареєстровані дані про нові серії, внесені виявлені зміни існуючих, а також виключені застарілі серії, виведені з експлуатації;

- експлуатаційних розмірів та встановлених граничних значень, які потрібно дотримуватись при обробці. Модуль служить для введення даних, що залежать від типу колісної пари та обмірів, що є критеріями при, а також величин допусків. Для кожного розміру колісної пари типу повинні існувати припустимі значення, за межами яких колісна пара відображається як дефектна. При вимірах встановлюють тип колісної пари та вибирають відповідні допустимі розміри;

- Конфігурації поїзда, колісної пари. Цей модуль служить для виводу відомостей про кількість та розташування вагонів у складі поїзда, а також колісних пар та порядку їх розташування. Дані конфігурації можуть бути не тільки імпортовані з периферії через спеціальний інтерфейс, але також задані або змінені вручну оператором системи ARGUS.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		24

Установка для обміру коліс, що використовується в даний час, забезпечує експлуатаційну готовність на 95%. Діагностичні пристрої, змонтовані під рейками, витримують усі навантаження, пов'язані з рухом поїздів, та не вимагають великих витрат на технічне обслуговування. Експлуатаційні витрати на встановлення невеликі завдяки дистанційному управлінню та безконтактним методам вимірювань.

Регулярне зняття характеристик транспортних засобів з їхньою оцінкою є основою надійного та економічного технічного обслуговування за станом і вже широко застосовується на повітряному транспорті. В умовах залізничної експлуатації регулярний контроль, наприклад, тягового тракту міг би значно знизити витрати на проведення профілактичних робіт з технічного обслуговування без шкоди для безпеки руху. Очікується, що порівняльний потенціал економії при підвищеній безпеці руху може бути досягнутий також при регулярному контролі ходової частини.

За наявності системи обміру може бути складений короткий або довгостроковий прогноз поведінки кожного з контрольованих параметрів, наприклад, зміни висоти гребеня певної колісної пари протягом двох тижнів. Прогноз дозволяє визначати залишковий термін експлуатації кожної колісної пари та планувати заходи щодо ремонту. Крім того, за допомогою прогнозів можна планувати завантаження верстатного парку депо, виробництво запасних частин та резерв рухомого складу.

Система URADA. Ця система (рис. 10) виконує автоматичний вимір важливих геометричних параметрів колісної пари, веде протокол результатів. Контроль здійснюється під час переїзду поїзда через установку. Система URADA характеризується такими перевагами: відтворюваність даних; можливість контролю коліс різного діаметра та профілю; мінімальні експлуатаційні витрати; компактна та міцна конструкція; стійкість до атмосферних впливів.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		25

Параметри, що контролюються цією системою, наведено на рис. 18. Тут позначено: q – кривість гребеня; A_r – відстань між внутрішніми гранями; S_r – ширина колії; Sh – висота гребеня; Sd – ширина гребеня; D – діаметр колеса.

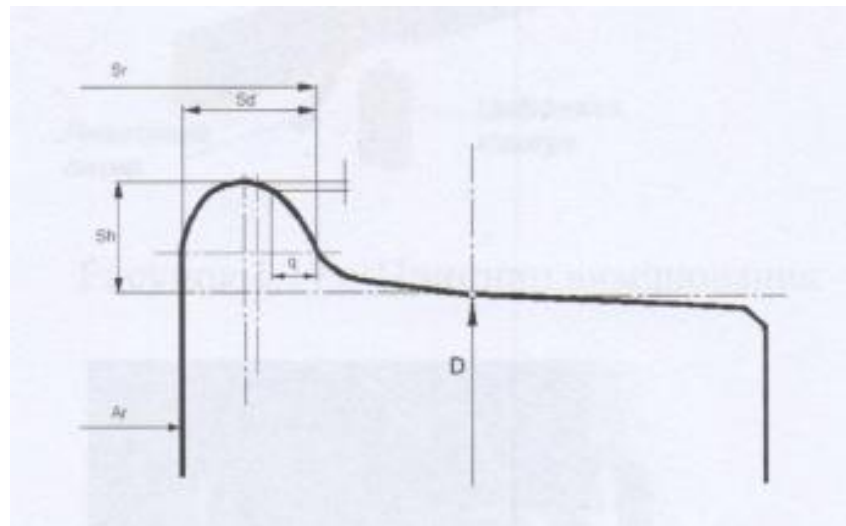


Рисунок 10 – Вимірювані параметри

Проводячи аналіз оптичного уявлення отримують важливі дані профілю та результат зберігається у базі даних. За допомогою цих даних можна зробити оцінку ступеня зношування колеса.

Процес виміру полягає в наступному. За допомогою системи ідентифікації здійснюється розпізнавання поїзда, а також напрямку руху. Система наводиться у стан готовності. Далі відбувається процес вимірювання за максимальної швидкості руху поїзда 15 км/год.

На висоті рівня головки рейки попереду та ззаду установки розміщено 4 лазерні детектори положення колеса (рис. 11). У процесі перекочування колеса через установку воно спочатку затіняє перший лазерний детектор положення, потім затіняється інший. У той момент, коли обидва лазерні детектори положення будуть затінені на однакову величину, запускається процес вимірювання - камера фотографує освітлену лазером лінію на обід. Знімки надсилаються до комп'ютера для обробки.

Запуск процесу вимірювання при наближенні поїзда може здійснюватися вручну або автоматично. Дозвіл на проїзд поїзда через установку надається за

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		26

допомогою сигнальної установки, що входить до постачання. За допомогою двох індуктивних датчиків, розташованих перед установкою, здійснюється підрахунок колісних пар та визначення швидкості руху поїзда.

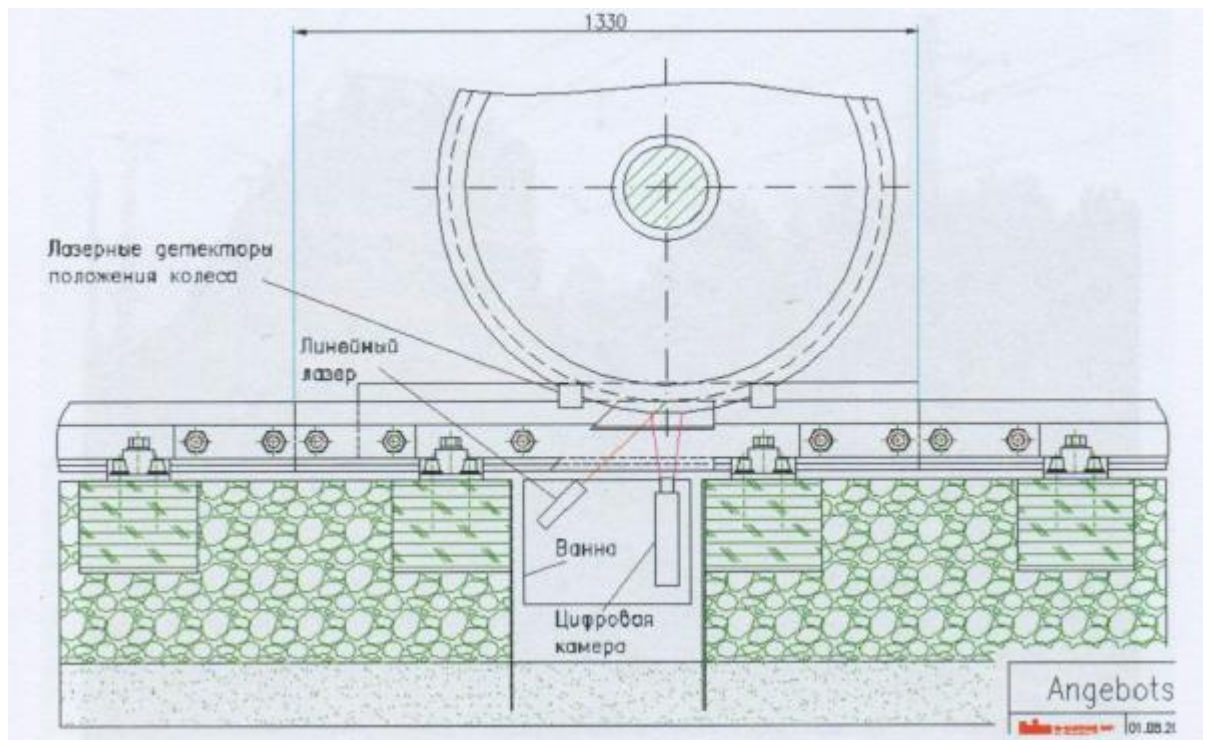


Рисунок 11 – Схема установки URADA

Система "КОМПЛЕКС". Автоматизована діагностична система контролю параметрів колісних пар локомотивів «КОМПЛЕКС» (рис. 12 та 13) призначена для виявлення під час руху поїзда зносу цілокатних коліс та роликів букс із пошкодженим торцевим кріпленням [15]. Отримана інформація передається до найближчого пункту технічного обслуговування.

Принцип дії системи заснований на безконтактному лазерному контролі геометрії тривимірних об'єктів, що рухаються за допомогою триангуляційних датчиків положення. За допомогою системи здійснюється безконтактне вимірювання геометричних параметрів колісних пар рухомого складу під час руху поїзда при швидкостях до 60 км/год у різних кліматичних умовах. При цьому контролюються такі параметри: товщина та ширина обода колеса;

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		27

відстань між внутрішніми гранями коліс; товщина гребеня; сума товщин гребенів; рівномірний прокат; діаметр колеса; дефекти поверхні катання; зсув букси.



Рисунок 12 - Система «КОМПЛЕКС»

Колесо під час руху перетинає пучок лазерного випромінювання. При цьому відбувається сканування пучком обода колеса. Зображення плями випромінювання поверхні катання через об'єktiv проектується на лінійку лінійних фотодатчиків з перенесенням заряду.

Положення плями на лінійці перенесенням заряду відповідає відстані від датчика до певної точки обода. Швидкість руху поїзда визначається за допомогою датчика індукційного числа осей. Відомою відстанню від поверхні катання обода колеса до датчика і швидкості руху комп'ютер розраховує профіль та інші параметри колеса.

Поверхня кочення колеса характеризується блиском, шорсткістю та складною конфігурацією. Це вносить суттєві труднощі та знижує точність вимірів. Оптичне випромінювання, відбите від об'єкта, характеризується

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		28

складним просторовим розсіюванням інтенсивності в результаті інтерференції світла, відбитого від окремих нерівностей на поверхні катання.

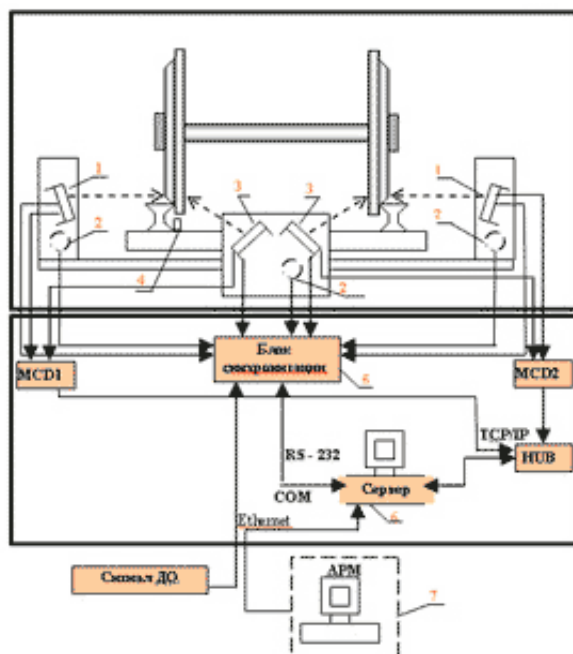


Рисунок 13 - Структурна схема системи «КОМПЛЕКС»

- 1 – датчики колісних пар, зовнішні (правий, лівий);
- 2 – датчик температури для термостабілізації системи;
- 3 – датчики колісних пар, внутрішні;
- 4 – індуктивні датчики

Зі збільшенням відстані від поверхні картина розподілу інтенсивності відбитого випромінювання змінюється, переходячи від дрібноп'ятнистої до сукупності великої кількості окремих різноспрямованих пелюсток у дальній зоні. Розмір лазерної плями на поверхні катання колеса поряд з розміром шорсткості вимірюваної площини визначає кількість пелюсток і, відповідно, неоднорідність індикатриси розсіювання. Розмір шорсткості у площинах, близьких до площині падіння променя, визначає ширину індикатриси розсіювання, на яку впливає також кут падіння (при збільшенні кута індикатрису звужується).

Складна форма поверхні зумовлює різний характер розсіювання відбитого сигналу (рис. 14).

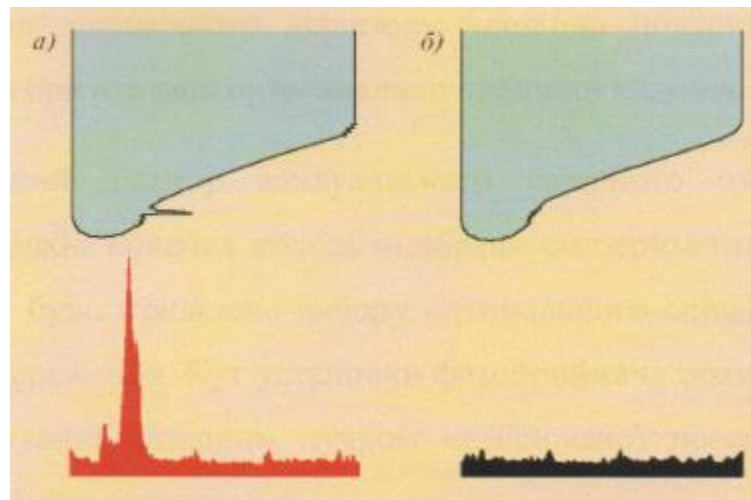


Рисунок 14 – Зображення профіля колеса та діаграми інтенсивності випромінювання на лінійці з перенесенням заряду:

а - без зворотнього зв'язку;

б - зі зворотнім зв'язком;

У районі прокату поверхня кочення має профіль циліндричної лінзи, а в районі гребеня - профіль, що є комбінацією двох циліндричних лінз. Напрямок та розподіл інтенсивності відбитого лазерного пучка безпосередньо залежить від форми поверхні та визначається як кутом падіння пучка, так і радіальним та азимутальним кутами його відображення. Динамічний діапазон оптичного сигналу на лінійці з перенесенням заряду істотно залежить від форми та якості поверхні.

У разі вимірювання профілю колеса динамічний діапазон оптичного сигналу на лінійці з перенесенням заряду без вживання спеціальних заходів буде динамічнішого діапазону самої лінійки з перенесенням заряду з урахуванням необхідного перевищення рівня сигналу над рівнем шуму. У цьому спостерігається різке спотворення профілю колеса. Для кількісної оцінки цього явища та зняття залежності інтенсивності відбитого сигналу від положення пучка лазерного випромінювання на поверхні катання використано схему, але з датчиком, який переміщається. З метою звуження динамічного діапазону

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		30

площина поляризації падаючого лазерного пучка орієнтована ортогонально площині падіння.

Раціональний діаметр зондуючого лазерного пучка для даної шорсткості поверхні катання колеса підібраний експериментальним шляхом. Особливу увагу було приділено вибору оптимального співвідношення кутів падіння та спостереження. Кут установки фотоприймача повинен бути таким, щоб при скануванні лазерним пучком вимірюваної поверхні зміна кута спостереження була мінімальною.

При роботі в польових умовах сильний вплив на роботу фотоприймача надає зовнішнє освітлення, оскільки яскраве сонячне світло знижує співвідношення сигнал/шум та сприяє появі помилок. Для усунення цього явища застосовується вузькосмуговий інтерференційний фільтр.

Для якісної оцінки стану колісної пари в русі необхідно знати не тільки профіль колеса, але і кут його набігання на рейку. Тому при скануванні лазерним променем поверхні колеса визначається кут набігання колеса на рейку. Цей параметр є одним з основних, що визначають зношування колеса. Своєчасне виявлення колісних пар із збільшеним кутом набігання та їх заміна, за даними компанії WID (Канада), дозволяє на 10% збільшити термін служби колісних пар.

Система MULTIRAIL. Ця система (і її модифікації) призначена для безперервного моніторингу навантаження на колесо, вісь, локомотив, дефектів коліс з одночасною підтримкою комерційних програм за допомогою високоточного зважування локомотивів у русі.

На основі досвіду вивчення взаємодії між колесом та залізничною рейкою, особливостей динаміки залізничних поїздів, SCHENCK PROCESS розробив нову систему вимірювань – вагову шпалу SCHENCK. Дві однакові високоточні вагові балки типу DMR вмонтовані в вагові залізобетонні шпали безпосередньо під рейками. Вагові шпали SCHENCK інтегровані безпосередньо в залізничну колію так само, як і звичайні стандартні шпали.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		31

Вагові балки та залізобетонні шпали з'єднуються без будь-яких пружинних та інших конструктивних елементів. Тим самим підвищується точність виміру головної вертикальної складової сили.

Автори розробки технології MULTIRAIL відзначають такі її переваги перед традиційними технологіями зважування:

- відсутність різкої зміни жорсткості в рейковій колії;
- Швидке зважування в русі з передачею даних на існуючі центральні системи;
- Відсутність зазорів між рейками (важлива характеристика застосування для завдань зважування на магістральних та другорядних залізничних коліях);
- необмежена транзитна швидкість;
- Відсутність котловану для монтажу, укладання на подушці із щебеню, забезпечуючи тим самим економію місця та фінансових витрат.

Для виявлення локальних пошкоджень на колесі є система MULTIRAIL WheelScan (рис. 15). Ця система побудована на базі вагових шпал із високоточними балочними датчиками.

Вагові шпали приєднують до багатоканальної електроніки SCHENCK, заснованої на ПК (рис. 16). Мінімум 4 канали забезпечують отримання необхідної інформації з достатньою швидкістю сканування та відповідною точністю та повторюваністю. Операційна система, що використовується в програмі Disoware Wheelscan, сумісна з Windows.



Рисунок 15 - Система MULTIRAIL WheelScan

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		32

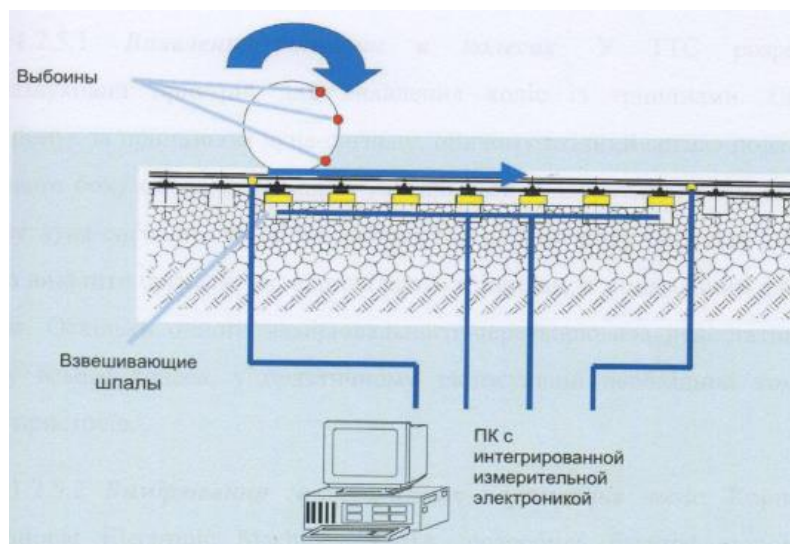


Рисунок 16 - Схема функціонування системи MULTIRAIL WheelScan

Таким чином, система MULTIRAIL WheelScan дає можливість заощаджувати витрати за рахунок:

- швидкої ранньої діагностики потенційних та фактичних ушкоджень коліс;
- попередження ушкоджень колії;
- діагностики в онлайн-режимі;
- Визначення економічних інтервалів для профілактичних робіт на шляхи;
- скорочення витрат на персонал
- Швидкої установки системи шляхом заміни шпал;
- ідентифікації одиниць залізничного транспорту, які мають потенційну небезпеку ушкодження.

Комплексні системи контролю

Виявлення тріщин у колесах. У ТТС розроблено ультразвуковий пристрій для виявлення коліс із тріщинами. Система працює за принципом ехо-сигналу, причому вхідний сигнал подається з лицьового боку обода, а вихідний уловлюється зі зворотного боку. Шляхом аналізу ехо-сигналів, що відбиваються від різного роду дефектів у металі, можна виділити сигнали, що відповідають тріщинам, з мінімальним шумом фону. Оскільки одного вимірювального

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		33

перетворювача недостатньо для охоплення всього колеса, практично необхідно необхідний комплект таких пристроїв.

Вимірювання геометричних параметрів коліс. Корпорація International Electronic Machines, США, розробила багатофункціональну систему вимірювання геометричних параметрів коліс: профілю та діаметра поверхні катання, товщини обода, висоти, товщини та кута нахилу гребеня (WIS). Система WIS здатна також розпізнавати овальність, повзунки, дефекти на поверхні і в металі, сумісна з більшістю пристроїв аналогічного призначення, що використовуються в даний час. У цій системі використано високошвидкісний лазерний сканер. Програмне забезпечення системи забезпечує обробку отриманих зображень, аналіз графічної інформації та переведення її у цифровий вигляд відповідно до заданого формату протоколу вимірювань.

Для виявлення дефектів у металі застосовано метод електромагнітної акустичної трансдукції (EMAT), що дозволяє спрямовувати ультразвуковий сигнал у колесо і приймати зворотний сигнал без необхідності контактної рідини. Цим методом розпізнаються такі дефекти, як термічні тріщини, відшаровування металу, задирки, вибоїни тощо. Повзунки та овальність коліс виявляються за допомогою оптичних датчиків та акселерометрів, встановлених на рейці. Система WIS зручна для інтеграції у загальну систему технічного обслуговування та ремонту рухомого складу.

Система сканування заснована на застосуванні пристроїв для вимірювання товщини обода, висоти, товщини гребеня коліс та кута набігання колісної пари в реальному часі під час руху рухомого складу зі швидкістю до 30 км/год. Передавач направляє промінь світла поперек шляху приймача. Коли колесо перетинає цей промінь, автоматично включаються встановлені по обидва боки шляху блоки просвіткового освітлення, що направляють імпульси світла від лазерних джерел на поверхню кочення обох коліс колісної пари. Встановлено також по обидва боки шляху відеокамери, які знімають та записують зображення коліс у відбитому світлі. Отримані зображення обробляються розташованим тут

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		34

комп'ютером, у результаті створюється база даних, що містить цифрову інформацію у двох осях координат. Ця інформація передається до центрального комп'ютера системи, де остаточно формується профіль коліс та оцінюється з точністю до 0,05мм. Профіль зіставляється з вихідним, за результатами порівняння визначається зношування колеса, відомості про яке направляються в службу рухомого складу.

Електронна скоба призначена для вимірювання діаметра кола катання колісних пар залізничного рухомого складу (локомотивів, вагонів, метро, трамваїв), проведення контролю з допуску та розбракування при їх технічному обслуговуванні, огляді та ремонті. Скоба дозволяє проводити вимірювання безпосередньо на рухомому складі, без викочування колісних пар.

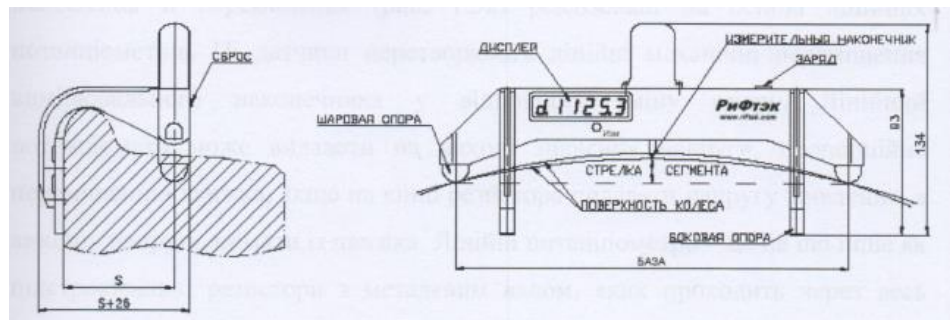


Рисунок 17 - Скоба для виміру діаметра коліс

Вимірювання діаметра проводиться без повного охоплення колеса шляхом трьох точок. Метод виміру заснований на розрахунку діаметра за відомою довжиною хорди (відстань між центрами кульових опор) сегмента, який утворюється при встановленні скоби на колесо, та вимірююї за допомогою перетворювача переміщення висоти (стрілки) цього сегмента.

Системи контролю за геометричними параметрами. В даний час при обробці виробів з поверхнями складної форми, точності виконання яких пред'являються високі вимоги, застосовуються універсальні або спеціальні вимірювальні засоби, що здійснюють дискретний контроль положення точок або окремих перерізів поверхонь, що обробляються. Зазвичай такі вимірювальні прилади є складними технічними пристроями, оснащеними щупом, що рухається по поверхні від точки до точки і при цьому фіксує абсолютне відхилення

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		35

голівки щупа від певного базового положення. Іноді замість щупа застосовується набір стрижнів. Універсальні пристрої, побудовані на цій основі, вимагають створення спеціальних технічних конструкцій, гарного захисту від вібрацій. Як правило, ці пристрої складні в експлуатації, особливо при вимірюванні внутрішніх розмірів або відстаней між отворами.



Рисунок 18 - Системи сканування геометричних параметрів деталей

У цьому пристрої щуп пересувається за допомогою електромеханічної системи вздовж контрольованої поверхні. У щупі розміщується датчик (потенціометричний або фотоелектричний растровий), що реєструє відносні відхилення контрольованої поверхні під час руху від точки до точки. Система переміщення щупа стежить систему, вихідні координати якої визначають геометричні розміри вимірюваної поверхні. У сучасних системах такого класу похибки визначення координат точок, що лежать на поверхні, становлять від 2 до 50 мікронів, залежно від діапазону вимірів. У силу наявності механічних вузлів, дані системи мають малу швидкодію та великі габаритні розміри.

Для збільшення точності вимірювань та корекції нелінійності осьових координат застосовуються складні програмні алгоритми корекції координат, що вводять велику кількість поправочних коефіцієнтів. Перед введенням в

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		36

експлуатацію необхідно проводити калібрування обладнання, в результаті якого формується матриця поправних коефіцієнтів. До переваг таких систем є можливість повної автоматизації процесу вимірювання та виключення впливу оператора на результат вимірювань.

На сьогоднішній день подібні системи широко застосовуються в автомобільній промисловості при виробництві кузовів для прототипів, а також контролю якості виробництва кузовів та багатьох інших частин і вузлів автомобілів(рис. 19).



Рисунок 19 - Система контролю геометричних параметрів

У залізничній сфері методи контактного сканування застосовують для вимірювання профілю коліс (рис. 20), зносу гальмівних дисків та профілю рейок.

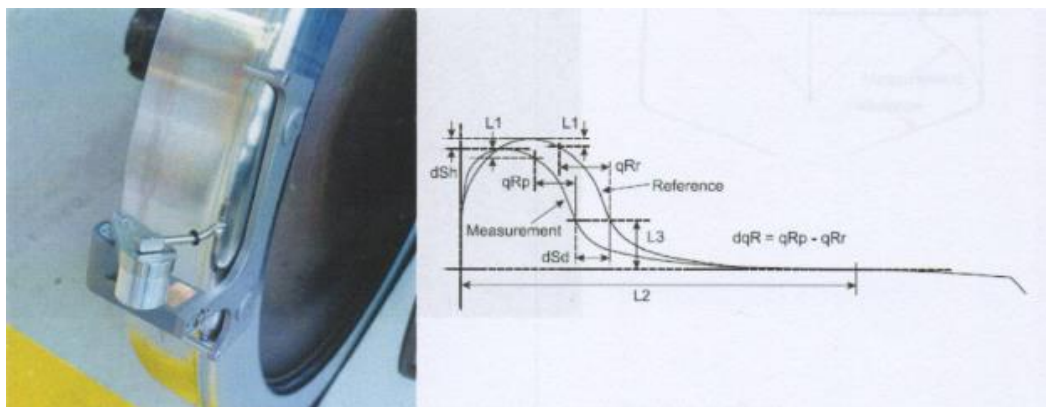


Рисунок 20 - Контактне сканування профіля колеса

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		37

Безконтактні методи виміру лінійних параметрів. Безконтактний метод вимірів заснований на тому, що чутливий елемент приладу не приводиться в контакт із об'єктом виміру. Безконтактні методи вимірювань використовують у тих випадках, коли механічний контакт з об'єктом недоступний, наприклад, при вимірюванні товщини полімерних плівок та покриттів у процесі їхнього виробництва.

Перші безконтактні датчики відстані видавали інформацію лише про наявність чи відсутність предмета перед датчиком як дискретного сигналу ON/OFF. Ці найпростіші датчики досі застосовують у різних галузях промисловості. У той самий час на вирішення складніших завдань автоматизації технологічних процесів інженерам потрібна додаткова інформація про становище об'єктів виміру. З цією метою були розроблені датчики, що дозволяють визначати відстань до об'єкта та його положення за допомогою аналогового виходу, сигнал на якому пропорційний відстані до об'єкта, що вимірюється. Такі датчики можуть бути використані для визначення відстані до об'єкта, вимірювання товщини, вимірювання нахилу та деформації, вимірювання профілю виробу, центрування та вимірювання діаметра.

У датчиках вимірювання відстані можуть реалізовуватися різні принципи вимірювань: індуктивний, ультразвуковий, ємнісний, оптичний та інші. Однак вони мають електричний вихідний сигнал, величина якого пропорційна відстані до об'єкта, що вимірюється.

Ультразвукові датчики. Як і радіолокаційний метод вимірювання відстаней, ультразвуковий заснований на принципі вимірювання часу проходження сигналу з тією різницею, що як зондуєчий імпульс використовується не радіоімпульс, а ультразвуковий імпульс.

Прилади, засновані на ультразвуковому методі вимірювань (рис. 21), складаються з імпульсного акустичного генератора, акустичного приймача та обчислювального пристрою, що визначає розміри об'єкта на основі

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		38

zareestrovanoogo intervalu chasu miZh vipromiNyovanniam zvukovogo impulyesu ta yogo priyomom.



Рисунок 21 - Ультразвукові датчики відстані

У момент часу T_0 ультразвуковий передавач випромінює сигнал - пачку імпульсів тривалістю Dt , який поширюється у навколишньому середовищі зі швидкістю звуку C . Коли сигнал досягає об'єкта, частина сигналу відбивається та надходить у приймач у момент часу T_1 . Електронна схема пристрою обробки сигналу визначає відстань до об'єкта, вимірюючи час $T_1 - T_0$.

Індуктивні датчики. Прості завдання контролю лінійних параметрів механічних систем можна вирішити за допомогою індуктивних датчиків, які мають аналоговий вихід (рис. 22). Вихідним сигналом таких датчиків може бути струм, напруга чи частота, пропорційні відстані до об'єкта. У аналогових датчиках вихідний сигнал лінійно залежить від відстані до обговореного об'єкта у всьому робочому діапазоні.

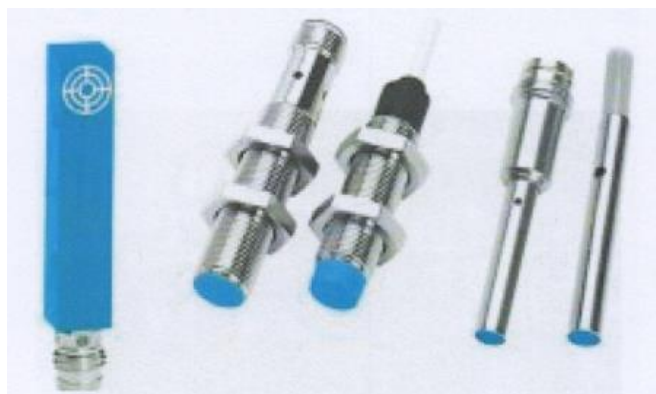


Рисунок 22 - Індуктивні датчики відстані

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		39

Індуктивні датчики засновані на перетворенні лінійних переміщень зміну індуктивності котушки. Перевагами індуктивного методу вимірів є: безперервність виміру; можливість реєстрації величин, які безперервно змінюються, що необхідно під час контролю параметрів зубчастих коліс, переміщень вузлів верстатів тощо; можливість відліку дійсних відхилень вимірюваної величини за шкалою приладу; дистанційність вимірів; висока чутливість та простота конструкції датчиків. Недоліками методу є відносна складність електричних схем включення датчиків та вплив відхилень параметрів схеми на результати виміру.

Індуктивні датчики відстані визначають відстань до провідних металевих об'єктів, таких як сталь, алюміній, латунь, та знайшли застосування на залізничному транспорті (рис. 23). Оскільки принцип роботи індуктивних датчиків заснований на визначенні струмів взаємної індукції, такі датчики дуже стійкі до впливу неметалічних предметів та перешкод, таких як, наприклад, пил або олія. Сучасні технології дозволяють створити індуктивний датчик з аналоговим виходом, який має діаметр всього 6 мм і відстань, що вимірюється 2 мм. Такі датчики з високою роздільною здатністю та швидким часом відгуку застосовуються в більшості високошвидкісних завдань.



Рисунок 23 – Ідентифікація і підрахунок кількості колісних пар проїждяючого поїзда з допомогою індуктивного датчика.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		40

Разом з тим, незважаючи на високу точність, поділ та час відгуку, суттєва нелінійність, що становить 3% - 5%, є певною проблемою. Щоб подолати цей недолік, деякі виробники визначають вихідний сигнал датчика як поліномну функцію, що математично описує сигнал, і тим самим дає можливість запрограмувати за допомогою такої функції більшість сучасних контролерів для більш точного алгоритму вимірювання.

Проблеми з лінійністю можуть бути вирішені з використанням інтегрованого в датчик мікропроцесора. Такий метод дозволяє зробити лінеаризацію вихідної характеристики датчика та суттєво знизити нелінійність. Наприклад, індуктивний датчик діаметром 12 мм і відстанню виміру 0-4 мм, з вбудованим мікропроцесором має лінійність краще, ніж 0,4%.

Лазерні інтерферометри мають великий діапазон вимірів та точність кілька нанометрів, проте ці прилади дуже дорогі та складні в експлуатації. Датчики з розсіяним відображенням та аналоговим виходом можуть вимірювати відстані в широких межах, але оскільки вони працюють з відбитим світлом, то можуть бути проблеми з вимірюванням відстаней до пофарбованих або відбивають об'єктів. Оптичні датчики радарного типу, переважно лазерні, можуть вимірювати великі відстані, проте принцип їх роботи, заснований на вимірі часу розповсюдження світла від датчика до об'єкта і назад, дозволяє вимірювати з обмеженим дозволом. Тріангуляційні та конфокальні датчики мають робочий діапазон від часток мікрон до кількох десятків метрів. Вони працюють з об'єктами малого розміру (до десятків метрів), що мають різний колір, складну структуру поверхні і з високою швидкістю. Тому тріангуляційні та конфокальні все частіше застосовуються в промисловості особливо в автоматизованих установках вимірювання лінійних параметрів механічних систем.

Лінійні тріангуляційні датчики. Датчики типу лазерних лінійних сканерів, що використовують принцип оптичної тріангуляції, широко застосовуються для двовимірного контролю профілів робочих поверхонь залізничних коліс та рейок (рис. 24).

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		41

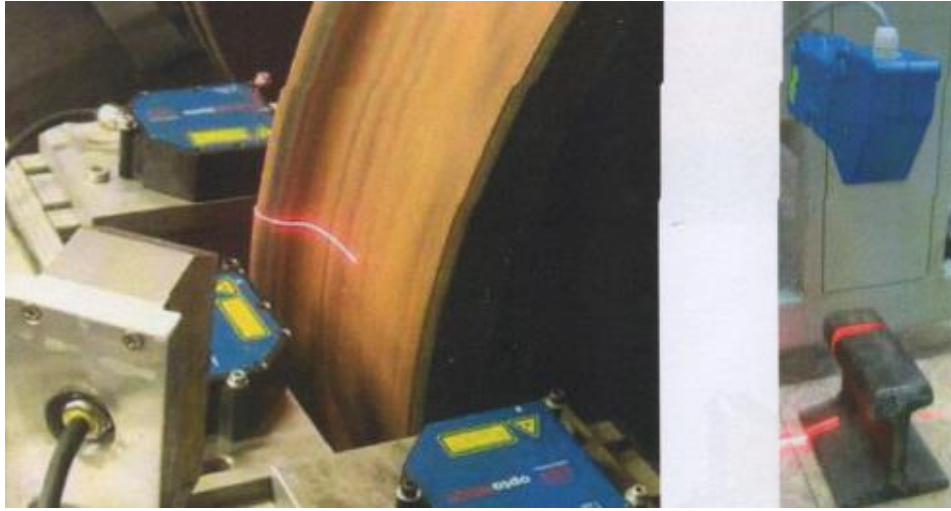


Рисунок 24 – Лінійні триангуляційні лазерні датчики

На відміну від точкових датчиків за допомогою лінійної оптики на поверхню об'єкта проектується лазерна лінія. Відбите світло через високоякісну оптику передається на CMOS-матрицю та обробляється у двох вимірах. Разом з інформацією про відстань (вісь Z) реєструється також точне положення кожної точки лазерної лінії (вісь X). За допомогою контролера здійснюється обробка результатів. При вимірі розмірів рухомих об'єктів можливе отримання 3D-зображення.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		42

**РОЗДІЛ II. ВИЗНАЧЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ КРИТЕРІЙ
ВІДПОВІДНОСТІ, ВСТАНОВЛЕННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ УМОВ
ВИПРОБУВАНЬ ТРС МЕТОДИ І ЗАСОБИ КОМП'ЮТЕРНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ**

2.1 Система показників динаміки, безпеки руху та впливу на колію ТРС

Динамічні показники. Динамічні властивості ТРС оцінюють за такими показниками:

- характеристики безпеки руху;
- Показники плавності ходу;
- Частоти згинальних коливань кузова;
- Коефіцієнти вертикальної динаміки;
- горизонтальні поперечні сили, що діють на колісну пару сторони обресорених частин екіпажу (буксові сили)
- Прискорення кузова та рам візків.

За основні показники, що характеризують безпеку руху ТРС, приймаються:

- Критична швидкість руху $V_{кр}$;
- Коефіцієнт запасу стійкості проти сходу коліс з рейок ксс;
- Коефіцієнт запасу стійкості від перекидання ксп.

Критична швидкість досліджуваного ТРС $V_{кр}$ визначається шляхом комп'ютерного моделювання його просторових коливань.

Необхідною умовою забезпечення динамічних якостей ТРС, які потрібні, є дотримання принципу перевищення критичної конструкційної швидкості, тобто $V_{кр} > V_{к}$

Тому вибір конструкційної схеми та параметрів екіпажної частини під час проектування ТРС має відповідати правилу.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		43

За величинами коефіцієнта запасу стійкості проти сходу коліс із рейок оцінюються умови безпеки руху ТРС з конструкційними швидкостями до 160 км/год.

Визначення показників плавності ходу в кожному з розрахункових інтервалів швидкостей руху здійснюють згідно з ГОСТ УІК 513:2004.

З метою забезпечення вимог до комфортності перша власна частота згинальних коливань кузова ТРС у вертикальній площині не повинна бути нижчою за 8 Гц. Ця частота повинна перевищувати власні частоти вертикальних коливань рам візків не менше ніж на 40%

Допускається визначення коефіцієнтів вертикальної динаміки по прогинах ресора підвішування по сходах. При цьому статичні прогини ресор підвішування для відповідних ступенів можуть бути взяті з розрахунків, виконаних розробником, або за даними тарифовочних робіт.

Для оцінки умов безпеки руху ТРС, конструкційна швидкість яких перевищує 160 км/год додатково необхідно застосовувати такі показники безпеки руху:

а) критерій стійкості рухомого складу від сходу з рейок у вигляді відношення бічної сили Y до вертикальної Q , що діють на напрямне колесо;

б) критерій стійкості рейково-шпальної решітки від зміщення внаслідок дії ТРС на залізничну колію сумарних напрямних сил. Максимально допустима (критична) величина цього показника становить;

У випадках, коли випробуванням піддається модифікований локомотив або коли змінюються умови експлуатації, рекомендується спрощена процедура ходових випробувань, за якою передбачається два способи оцінки умов безпеки руху:

а) визначення сумарної бічної буксової сили (на колісну пару) H , граничне значення якої для ТРС становить:

б) вимірювання горизонтальних поперечних прискорень рами візка та горизонтальних поперечних та вертикальних прискорень кузова.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		44

У разі випробувань ТРС за спрощеною процедурою оцінка показників, яка при цьому не визначається шляхом вимірювань, повинна виконуватись методами математичного моделювання його динаміки.

Основні елементи ТРС та вузли кріплення обладнання повинні перевірятися на відсутність резонансних коливань у русі та при роботі розміщеного у кузові обладнання.

Показники впливу по колії. При випробуваннях відремонтованого та модернізованого ТРС методами та засобами комп'ютерного моделювання розрахунковий рівень його силової взаємодії з колією повинен забезпечувати безпеку руху за показниками, які характеризують:

- а) стійкість колеса від вповзання на головку рейки;
- б) стійкість рейкошпальної решітки від зміщення;
- в) міцність верхньої будови колії.

Нормативні вимоги до ТРС до дії на колію повинні виконуватися як у режимах тяги та вибігу, так і при гальмуванні та підштовхуванні.

Визначення розрахункових показників, що характеризують дію ТРС на колію, повинно проводитись за нормативних допусків, які відповідають гіршим умовам взаємодії коліс та рейок.

Граничні значення показників дії ТРС по колії такі:

- максимальна напруга в кромках підошви рейок від згинання і кручення, що визначаються з ймовірністю 0,994 не повинні перевищувати 200 МПа - у рейкових решітках безстикового шляху будь-якої довжини і 240 МПа - у рейках типу Р50 і більш важких з довжиною 25 м і 12,5 м;

- напруга в кромках підошви дотепників стрілочних переходів не повинна перевищувати 275 МПа;

- динамічні напруги в дерев'яних шпалах на зминання в зоні підкладки не повинні перевищувати 2,2 МПа та в баласті під шпалою 0,5 МПа при щебеновому баласті та 0,3 МПа при гравійному та піщаному баласті;

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		45

- відношення максимального горизонтального навантаження до середнього вертикального навантаження рейки на підкладку, яке характеризує поперечну стійкість шляху від зсуву, не повинно перевищувати 1,4 для шляху на щибеновому баласті та 1,1 для шляху на пісочному та гравійному баласті;

- бічне навантаження колеса на рейку при міцності роздільних рейкових милиць не повинні перевищувати 100 кН;

- горизонтальні поперечні (буксові) сили, що діють на колісні пари з боку надресорної будови при входженні ТРС у криві, не повинні перевищувати 40% величини статичного осьового навантаження при щибеновому баласті та 30% - при пісочному та гравійному баласті;

- бічні та буксові сили на стрілочних перекладах не повинні перевищувати 120кН та 100 кН відповідно;

- Рівень розрахункових напруг на основному майданчику земляного полотна не повинен перевищувати 0,12 МПа.

2.2 Аналіз параметрів, що є визначальними для збереження технічної та операційної сумісності залізничної системи колії 1520 мм на межі СНД-ЄС.

5.2.5.1 Колісна пара(Wheelsets)

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра в усіх країнах імовірно однакові, оскільки використовуються однакові норми для розрахунку та оцінки міцності конструкції візків, але вичленувати комбінацію параметрів неможливо через недостатність наданої інформації.

Латвія

Усі елементи вагонів повинні забезпечувати безпечний рух поїздів із встановленою максимальною швидкістю.

Кожна колісна пара повинна відповідати технічним нормам щодо формування, огляду, ремонту та утримання колісних пар рухомого складу.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		46

Словаччина

Визнається ПС, що прибуває із системи колії 1520 мм згідно 1111В. У разі виробництва власного ПС застосовуються пам'ятки МСЗ.

Україна

Механічні та геометричні параметри нових колісних пар наведені у ДСТУ ГОСТ 11018.

В експлуатації колісні пари повинні відповідати ВНД 32.0.07.001-2001 та ПТЕ. Ці вимоги показаноу таблиці II:

Таблиця II – Колісна пара(Wheelsets), вимоги нормативних документів

Білорусь	ГОСТ 11018-2000 «Тяговий рухомий склад залізниць колії 1520 мм. Колісні пари. Загальні технічні умови» РД РБ БЧ 17.001-97 «Інструкція з формування, ремонту та утримання колісних пар тягового рухомого складу залізниць колії 1520 мм»
Латвія	03.08.2010. КМ ЛР "Правила технічної експлуатації залізниць", №724
Литва	ADV-001 «Положення про технічну експлуатацію ж. д.» Т/108 „1520 mm plocio vezes traukos riedmenų asirūpinimo formavimo remonto ir priežiūros instrukcija“ («Інструкція з формування ремонту та догляду за колісними парами рухомого складу колії 1520 мм»)
Польща	
Словаччина	МСЖД ППВ
Україна	ЦРБ-004 «Правила технічної експлуатації залізниць України» ДСТУ ГОСТ 11018:2005 Тяговий рухомий склад залізниць України колії 1520 мм І Колісні пари Загальні технічні умови □ ВНД 32.0.07.001-2001 Інструкція з формування та утримання колісних пар тягового рухомого складу залізниць України колії 1520 мм Норми для розрахунку та оцінки міцності несучих елементів, динамічних якостей та впливу на шлях екіпажної частини локомотивів залізниць МПС колії 1520 мм» Норми розрахунку та оцінки міцності несучих елементів та динамічних якостей екіпажної частини моторвагонного рухомого складу залізниць МПС колії 1520 мм

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		47

Механічні та геометричні характеристики колісних пар (Mechanical and geometrical characteristics of wheelsets)

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра у всіх країнах імовірно однакові. Механічні та геометричні параметри нових колісних пар наведені у ГОСТ 11018.

Основні номінальні розміри колісних пар наведено на рис. 25 та у таблиці III.

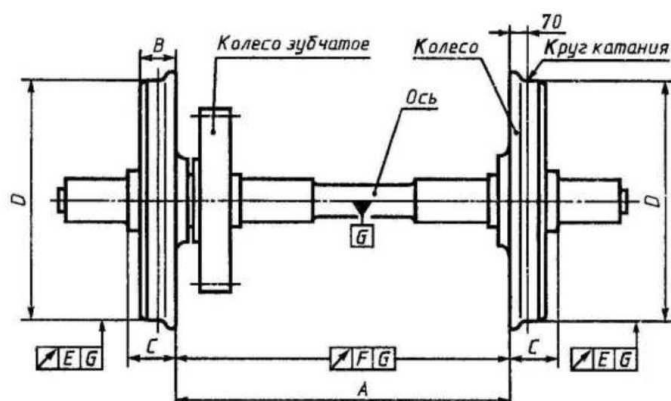


Рисунок 25 - Схема колісної пари згідно вимог нормативних документів

Таблиця III – Номінальні розміри колісних пар, вимоги нормативних документів

Параметр	Номінальні розміри, мм	
	Локомотиви	Моторвагонний рухомий склад
A	1440	1440
B	140	130
D	ГОСТ 3225	ГОСТ 9036 и ГОСТ 5000

Відповідно до вимог ПТЕ залізничного. Латвії регламентується відстань між внутрішніми гранями ненавантаженої колісної пари:

- для рухомого складу зі швидкістю руху до 120 км/год – $A = 1440$ мм (допуски +3 мм; – 3 мм)
- для рухомого складу зі швидкістю руху від 121 км/год до 140 км/год – $A = 1440$ мм (допуски +1 мм; – 3 мм)

Забороняється випускати в експлуатацію і допускати до руху в поїздах рухомий склад з тріщиною в будь-якій частині осі колісної пари або тріщиною в обід, диск і ступицю колеса.

(№ L29/97)

Забороняється допускати до поїздів тяговий рухомий склад (ТРС) з колісними парами, що мають хоча б один з наступних дефектів або відступів:

- вищірбину або вм'ятину на вершині гребеня довжиною понад 4,0 мм;
- різницю прокатів у лівій та правій сторони колісної пари понад 2 мм;
- ослаблення бандажа на колісному центрі, зубчастого колеса на осі або ступиці колісного центру, пальців тягового приводу в отворах припливів колісного центру, цілокатного колеса або колісного центру на осі;
- різницю діаметрів коліс у комплекті секції тепловоза для пасажирського руху та електричного мотор-вагонного РС понад 12 мм, а в комплекті секції тепловоза для вантажного руху – понад 20 мм;
- гострі поперечні ризики та задираки на шийках та передпідступних частинах осей;
- протерте місце на середній частині осі локомотива глибиною понад 4,0 мм, а на осі моторвагонного рухомого складу – понад 2,5 мм;
- ослаблення бандажного кільця більш, ніж у 3-х місцях: за його колом сумарною довжиною ослабленого місця понад 30 % загальної довжини кола кільця — для локомотивів та понад 20 % для МВПС, а також ближче 100 мм від замку кільця;
- тріщини в обід, диск, ступиця і бандаже колеса ТРС.

(№ DR 71/2005)

Забороняється випускати в експлуатацію та допускати до прямування в поїздах вагони (примітка: у тому числі і пасажирські) за наявності наступних зносів та пошкоджень колісних пар, що порушують нормальну взаємодію колії та рухомого складу:

- тріщини у будь-якій частині осі та колеса;

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		49

- протертості середньої частини осі глибиною понад 2,5 мм (5 мм за діаметром);
- сліди контакту з електродом або електрозварювальним дротом у будь-якій частині осі;
- зсув колеса;
- ослаблення посадки колеса на осі. Ознакою ослаблення посадки колеса на осі є розрив фарби по всьому периметру з виділенням з-під маточини із внутрішньої сторони колеса іржі або олії. Колісна пара не бракує, якщо при розриві фарби не спостерігається виділення з-під маточини колеса іржі або олії.

При випуску вагонів із усіх видів ремонту забороняється підкочувати під вагони або залишати під ними колісні пари у пасажирських та вантажних вагонах:

- за наявності дефектів та несправностей, що не допускають проходження вагона в поїздах;
- з необточеними середніми частинами осей;
- за відсутності або неясності знаків та клейм, що стосуються виготовлення осі, формування колісної пари або повного огляду;

Примітка. Справні колісні пари, що постачаються за імпортом і не мають приймальних клейм, дозволяється підкочувати під вагони за всіх видів ремонту

- з отворами в дисках для води;
- з осями, виготовленими 15 і більше років тому, без повного огляду, (виключення: поточний відчіпний ремонт);
- з редуктором від торця шийки осі, що мають діаметр підступової частини менше 182 мм, або середньої частини менше 160 мм, або з ненакатаною середньою частиною (для пасажирських вагонів, що звертаються зі швидкостями руху не більше 140 км/год);
- осі, що пропрацювали з редуктором на кожній шийці, більше чотирьох років;

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		50

- з різницею діаметрів коліс по колу катання більше 10 мм в одному візку або 20 мм у двох візків;

Литва

Відстань між внутрішніми гранями бандажів ненавантажених колісних пар має дорівнювати 1440 мм. Для поїздів зі швидкістю руху понад 120, але не понад 140 км/год у локомотивів та вагонів ця відстань може бути на 3 мм більшою або на 1 мм меншою. А для поїздів, швидкість яких не перевищує 120 км/год – на 3 мм більше або на 3 мм менше.

Для перспективного рухомого складу – вимоги TSI LOC&PAS.

Словаччина

Вимоги пам'ятки МСЗ 510-2 для діаметра та ваги колісної пари (та інші пам'ятки). ППВ.

Україна

Механічні та геометричні параметри нових колісних пар наведені у ДСТУ ГОСТ 11018.

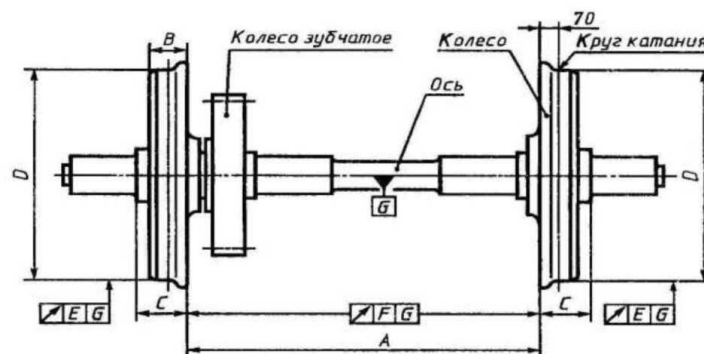


Рисунок 26 - Схема колісної пари згідно вимог ДСТУ ГОСТ 11018

Таблиця IV – Номінальні розміри колісних пар, вимоги ДСТУ ГОСТ 11018

Параметр	Номинальные размеры, мм	
	Локомотивы	Моторвагонный подвижной состав
A	1440	1440
B	140	130
D	ДСТУ 3717	ГОСТ 9036 и ДСТУ 3717

Таблиця V – Вимоги нормативних документів, ГОСТ 11018

Беларусь	ГОСТ 11018-2000 «Тяговий рухомий склад залізниць колії 1520 мм. Колісні пари. Загальні технічні умови» ГОСТ 3225-94 «Бандажі чорнові для локомотивів залізниць колії 1520 мм. Типи та розміри» ГОСТ 9036-88 «Коліса цільнокатані. Конструкція та розміри» ГОСТ 5000 «Бандажі чорнові для вагонів та тендерів залізниць колії 1520 мм. Розміри»
Латвія	03.08.2010. КМ ЛР "Правила технічної експлуатації залізниці", №724 „Інструкції щодо формування, ремонту та утримання колісних пар тягового залізничного рухомого складу (для ширини колії 1520 мм)” ЛДз від 01.09.2010. № D-3/450 „Інструкції щодо формування, ремонту та утримання колісних пар залізничних вагонів (для ширини колії 1520 мм)” ЛДз від 14.07.2005. №DR 71/2005; п.4.1., 5.2.
Литва	ADV-001 «Положення про технічну експлуатацію ж. д.» Т/108 „1520 мм plocio vezes traukos riedmenų asiracip formavimo remonto ir prežiūros instrukcija“ («Інструкція з формування ремонту та догляду за колісними парами тягового рухомого складу колії 1520 мм») КО 1005-7:1982 Деталі залізничного рухомого складу. Колісні пари тягового рухомого складу та вагонів. Вимоги до їхньої якості LST EN 13260 Залізничне обладнання. Колісні пари та двовісні візки. Колісні пари. Вимоги виробів ГОСТ 11018-87 Колісні пари для тепловозів та електровозів залізниць колії 1520мм. Технічні умови
Польща	Ст-4 (Mt-11) «Инструкция по измерениям и технической оценке пар тяговых подвижных составов» LHSt 11 (Mt-11) «Инструкция по геометрическим измерениям колесных пар тяговых подвижных составов»
Словаччина	МСЗ 510-2 та інші ППВ
Україна	Норми для розрахунку та оцінки міцності несучих елементів, динамічних якостей та впливу на шлях екіпажної частини локомотивів залізниць МПС РФ колії 1520 мм» Норми розрахунку та оцінки міцності несучих елементів та динамічних якостей екіпажної частини моторвагонного рухомого складу залізниць МПС РФ колії 1520 мм. ГОСТ 11018:2005 Тяговий рухомий склад залізниць України колії 1520 мм. Колісні пари. Загальні технічні умови ВНД 32.0.07.001-2001 Інструкція з формування та утримання колісних пар тягового рухомого складу залізниць України колії 1520 мм

Механічні та геометричні характеристики коліс (Mechanical and geometrical characteristics of wheels)

На сьогоднішній день вимоги до цього параметра у всіх країнах імовірно однакові. Можна виділити загальну складову.

Профіль коліс повинен відповідати заданим геометричним параметрам з урахуванням допусків: ширина обода (бандажу), товщина та висота гребеня як для нових коліс, так і після обточування. Застосовуються кілька ремонтних профілів колісних пар, нормативні розміри для них встановлюються в посібниках та інструкціях з експлуатації, технічного обслуговування та ремонту колісних пар тягового рухомого складу залізниць колії 1520 мм. Для нових колісних пар застосовується профіль ГОСТ 11018 «Тяговий рухомий склад залізниць колії 1520 мм. Колісні пари. Загальні технічні умови» та ГОСТ 9036-88 «Коліса цільнокатані. Конструкція та розміри».

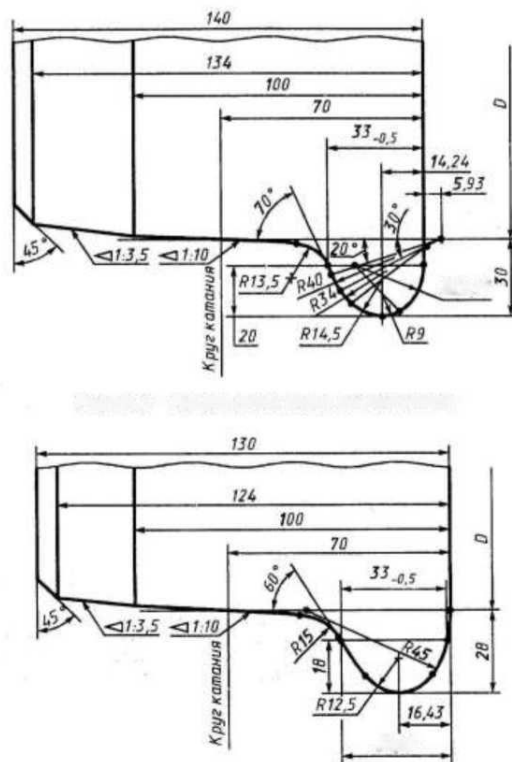


Рисунок 27 - Механічні та геометричні характеристики коліс

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		53

Латвія (ПТЕ)

Забороняється випускати в експлуатацію та допускати до прямування в поїздах рухомий склад за наявності наступних пошкоджень колеса, що порушують нормальну взаємодію колії та рухомого складу:

- гострого нахату гребеня (виступ, що утворився в результаті пластичної деформації поверхневих шарів металу гребеня

бік його вершини) у зоні поверхні на відстані 2 мм від вершини гребеня та до 13 мм від кола катання;

- для рухомого складу зі швидкістю руху від 121 км/год до 140 км/год: прокат по колу катання глибиною понад 5 мм для локомотивів, моторвагонного ПС та пасажирських вагонів;

товщина гребеня більше 33 мм або менше 28 мм для локомотивів при вимірюванні на відстані 20 мм від вершини гребеня при висоті гребеня 30 мм, а у рухомого складу з висотою гребеня 28 мм - при вимірюванні на відстані 18 мм від вершини гребеня;

- для рухомого складу зі швидкістю руху до 120 км/год: про прокат по колу катання у локомотивів, а також у моторвагонного рухомого складу та пасажирських вагонів у поїздах далекого сполучення – глибиною понад 7 мм, у моторвагонного та пасажирських вагонів у поїздах місцевого та приміського сполучення – глибиною понад 8 мм; товщина гребеня більше 33 мм або менше 25 мм у локомотивів при вимірюванні на відстані 20 мм від вершини гребеня при висоті гребеня 30 мм, а у рухомого складу з висотою гребеня 28 мм - при вимірюванні на відстані 18 мм від вершини гребеня;

- вертикальний підріз гребеня висотою понад 18 мм, що вимірюється спеціальним шаблоном;

- повзун (вибоїна) на поверхні катання у локомотивів та моторвагонного рухомого складу, а також у тендерів паровозів та вагонів з роликowymi буксовими підшипниками більше 1 мм, а у тендерів та вагонів з підшипниками ковзання – понад 2 мм.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		54

(№ L29/97, додатково до вимог ПТЕ)

Регламентується профіль бандажу (ободу) колеса (п.6.9.)

1) Профіль бандажу локомотива з висотою гребеня 30 мм:

Забороняється допускати до поїздів ТРС з колісними парами, що мають хоча б один з наступних дефектів або відступів:

- щілину, раковину або вм'ятину на поверхні катання глибиною понад 3,0 мм або завдовжки: у локомотива та моторного вагона понад 10,0 мм, а у причіпного вагона понад 25,0 мм;

- небезпечну форму гребеня (параметр крутості - менше 6,5 мм), що вимірюється універсальним шаблоном УТ-1;

- місцеве або загальне збільшення ширини бандажу або обода цілокатного колеса більше 6,0 мм;

- кільцеві вироблення на поверхні катання біля основи гребеня глибиною понад 1,0 мм, на конусності 1:3,5 більше 2,0 мм та шириною понад 15,0 мм;

- товщину гребеня більше 23 мм і менше 21 мм у 2-ї та 5-ї колісних пар тепловозів серії ЧМЕЗ (якщо поверхня катання обточена згідно 4 малюнку) при вимірі на відстані 16,25 мм від вершини гребеня

- товщину бандажів колісних пар менше (мм):

для тепловозів з навантаженням на вісь 23 т і більше - 40 мм; про тепловози з навантаженням на вісь менше 23 т - 36 мм; про для моторвагонного ПС моторних вагонів – 35 мм;

- товщину обода цільнокатаних колісних пар менше (мм):

про тепловози серії ТГМ3, ТГМ4, ТГМ6 - 30 мм;

для моторвагонного ПС причіпних вагонів - 25 мм.

(№ DR 71/2005, додатково до вимог ПТЕ)

В основному для пасажирських вагонів використовується лише профіль поверхні обода колеса вагона із товщиною гребеня 33 мм.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		55

РОЗДІЛ III. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ОБТОЧКИ КОЛІСНИХ ПАР

3.1 Технологічний процес, терміни та визначення

Розробка та конструювання пристроїв, так само як і будь-яких машин і механізмів, - процес творчий. Кожна конструкторська задача, як правило, має кілька рішень. Застосовуючи отримані теоретичні знання, підкріплені практичним досвідом попередників, потрібно вибрати і теоретично обґрунтувати одне — оптимальне, економічно і конструктивно найкраще. Водночас треба брати до уваги низку особливостей конструювання, які частково суперечать вимогам технологічного процесу і вимогам експлуатаційного характеру пристрою [16,17].

У прагненні розробити найбільш досконалі зразки конструкцій пристроїв, максимально розширити галузь застосування вискоєфективних і точних конструкцій, спростити процес їх виготовлення шляхом широкої нормалізації окремих елементів та вузлів, полегшення в експлуатації пристроїв шляхом їх механізації та автоматизації, підприємства машино- та верстатобудівної промисловості нашої держави, науково-дослідні інститути досягли значних результатів. Тому питання проектування, конструювання та розрахунку пристроїв одержало досить широке наукове узагальнення і у політехнічних та індустріальних вищих навчальних закладах вивчається як спеціальний курс або розділ курсу технології машинобудування.

Верстатний пристрій - це технологічне оснащення, призначене для встановлення або направлення предмета праці чи інструменту у процесі виконання технологічної операції. Використання пристроїв сприяє підвищенню точності й продуктивності обробки, контролю деталей та складання виробів, забезпечує механізацію і автоматизацію технологічних процесів, розширенню технологічних можливостей обладнання та підвищенню безпеки праці.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		56

Пристрій - це складова частина технологічного оснащення, що може бути самостійним механізмом дія технологічного процесу механічної обробки (верстатний пристрій), технологічної системи складання (складальний пристрій) та контрольно-вимірювальних операцій (контрольний пристрій).

Пристрій призначений, головним чином, для встановлення заготовки, деталі або складальної одиниці. Встановлення включає в себе базування об'єкта та його надійного закріплення. Тому основними елементами пристрою є корпус, базуючі (установчі) та затискні елементи.

Додатково пристрій може виконувати такі функції:

- забезпечувати напрям різального інструмента;
- бути базою для встановлення контрольно-вимірювальних приладів;
- здійснювати механічне або автоматичне затискування об'єкта оброблювання у пристрої;
- збільшити жорсткість при встановлюванні об'єкта, який треба базувати перед оброблюванням;
- змінювати положення об'єкта обробки разом із пристроєм.

Отримання кожного виду продукції є результатом певного виробничого процесу.

Виробничим процесом називають сукупність дій пов'язаних з прогнозуванням, науково-технічними і конструкторськими розробленнями, проектуванням, транспортуванням і зберіганням сировини, виготовленням проміжної та готової продукції, її випробуванням, пакуванням, обліком та зберіганням, ремонтом обладнання тощо. Виробничий процес складається з матеріального і енергетичного забезпечення, транспортних і складських операцій, ремонтних робіт і техніко-економічного управління виробництвом.

Технологічним процесом називають послідовний набір операцій, в ході кожної з яких із сировини отримують проміжну або готову продукцію з певними властивостями. У ході цих операцій змінюються форма, розміри і або властивості сировини. Внаслідок цих змін сировина перетворюється на напів-

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		57

або готову продукцію. Для встановлення технічного стану об'єкта дослідження необхідно встановити його відповідність вимогам нормативних документів, та можливість виконання ними заданих та основних (потрібних) функцій.

Технологічна операція (ТО) - це основна організаційно обособлена і закінчена частина маршруту ТП з усіма допоміжними і супутніми елементами технологічного процесу, яка реалізується на одному робочому місці і охоплює усі послідовні дії виконавця і устаткування при обробці чи виготовленні виробу. Визначення складу та послідовності виконання операцій входить в завдання розробки технологічного процесу. Операція є основною складовою частиною ТП. За допомогою операцій визначають трудомісткість процесів, матеріально-технічне забезпечення, кількість виконавців, їх кваліфікацію, здійснюють календарне планування виробництва. Назву ТО зазвичай формулюють в залежності від типу обладнання на якій вона виконується, наприклад токарна, фрезерна, термічна. Окрім технологічних відрізняють допоміжні операції - транспортування, вимірювання і контроль якості, мийка та інші.

Установ - закінчена частина ТО, що виконується при незмінному закріпленні оброблюваної заготовки або складальної одиниці, оскільки при виконанні операції вона може закріплюватися, перезакріплюватися, змінювати своє положення.

Наприклад, обточування вала з одного боку при закріпленні в патроні - I-й установ, обточування його після повороту для обробки з другого кінця - II-й установ. При кожному повороті і закріпленні деталі - новий установ.

Установлена і закріплена заготовка може змінювати своє положення на верстаті за допомогою пристроїв для переміщень чи поворотів.

Позиція - кожне окреме фіксоване положення заготовки (складальної одиниці) відносно верстата чи інструмента при незмінній її закріпленні.

Операції зазвичай розділяються на переходи - технологічні і допоміжні.

Технологічний перехід - завершена частина ТО, що характеризується сталістю робочого інструменту, режиму і поверхонь виробу при обробці. Так,

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		58

при обробці ступінчастого вала на токарному верстаті обробка кожної ступені являє собою окремі переходи.

Допоміжний перехід - завершена частина ТО, яка складається з дій виконавця і устаткування що не змінюють стан поверхонь виробу, але необхідні для виконання технологічного переходу (установка інструменту, закріплення заготовки, зняття готової деталі).

Робочий хід - завершена частина технологічного переходу, яка полягає в одноразовому переміщенні інструменту і супроводжується зміною форми, розмірів, властивостей матеріалу чи якості поверхні виробу.

Допоміжний хід - не зумовлює названих змін, але є необхідним для виконання робочого ходу.

Прийом - закінчені дії робітника при виконанні ТО, як правило, допоміжного характеру - пуск верстата, переключення швидкості, подачі, закріплення інструменту та ін. Прийоми і елементи прийомів (взяти, завернути, покласти і др.) використовується в технічному нормуванні.

Згідно ДСТУ 2860-94, „об'єкт - система, споруда, машина, підсистема, апаратура, пристрій, елемент чи будь яка їх частина, що розглядається з погляду надійності як самостійна одиниця”.

Згідно ДСТУ 2860-94, „функція (об'єкта); задана функція (об'єкта) – виконання в об'єкті процесу, що відповідає його призначенню, виявлення заданої умови чи властивості об'єкта відповідно вимогам нормативної та (чи) конструкторської (проектної) документації.

Основна функція: потрібна функція - функція чи сукупність функцій об'єкта, виконання якої розглядають як необхідну умову відповідності об'єкта його призначенню.

Примітка. Всі функції об'єкта можна умовно розподілити на основні та допоміжні. Допоміжні функції — функції, невиконання яких не порушує відповідності об'єкта його призначенню”.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		59

Комплекс державних стандартів, які складають єдину систему технологічної документації (ЄСТД), встановлює правила і положення про порядок розробки, оформлення, комплектації і обігу технологічної документації, що розробляється всіма машинобудівними організаціями і підприємствами країни.

Технологічний процес (ТП) - частина виробничого процесу, яка містить в собі послідовні дії спрямовані на змінення і подальше визначення стану предмета виробництва, це послідовне змінення форми, розмірів, властивостей матеріалу з метою виготовлення виробу, який відповідає заданим технічним вимогам. Зазвичай ТП сам має свою ієрархічну структуру, складові частини якої відрізняються видами і методами виконання і здійснюється на відповідних робочих місцях.

ТП у більшості машинобудівних виробництв являє собою маршрут, який складається з окремих операцій. Етапи або маршрут ТП - це упоряджена послідовність перетворень предмета праці в продукт праці, техніко-організаційно - це конкретний варіант раціональної послідовності технологічних операцій, необхідних для забезпечення якісних характеристик виробів і ефективності виробництва.

Технологічний процес має такі основні складові:

підготовчо-заключний час – час підготовки робочого місця до і після обробки;

основний час, який витрачається на зміну форми, розмірів та якісного стану деталі;

допоміжний час, який витрачається на виконання операцій, які надають можливість якісно виконувати основну роботу (установка, закріплення, зняття, вимірювання, тощо)

Вимоги нормативних документів щодо ремонту та експлуатації колісних пар рухомого складу залізниць

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		60

Згідно пункту 10.1. Правил [18]: „ Кожна колісна пара має відповідати вимогам Інструкції з обстеження, ремонту і формування колісних пар рухомого складу і мати на осі виразно поставлені знаки про час і місце формування і повного обстеження колісної пари, а також тавро про приймання її при формуванні.

Знаки і тавро ставляться в місцях, передбачених правилами маркування.

Колісні пари у визначеному порядку мають підлягати огляду під рухомим складом, звичайному і повному оглядам, а при підкочуванні реєструватися у відповідних журналах чи паспортах”.

Згідно пункту 10.2. Правил [18]: „ Відстань між внутрішніми гранями коліс у ненавантаженої колісної пари має бути 1440 мм. Відхилення у бік збільшення і зменшення допускається до 3 мм. У локомотивів і вагонів, а також спеціального самохідного рухомого складу, що обертаються в поїздах із швидкістю, більшою 120 км/год. до 140 км/год., відхилення допускаються в бік збільшення не більше 3 мм і в бік зменшення - до 1 мм, за швидкостей до 120 км/год. відхилення допускаються в бік збільшення і зменшення не більше 3 мм”.

Згідно пункту 10.3. Правил [18]: „ Забороняється випускати в експлуатацію і допускати до руху в поїздах рухомий склад, включаючи спеціальний рухомий склад з тріщиною в будь-якій частині осі колісної пари чи тріщиною в ободі, диску і ступиці колеса, за наявності гострокінцевого накату на ділянці сполучення підрізаної частини гребеня колісної пари з його вершиною, а також при таких зношеннях і пошкодженнях колісних пар, які порушують нормальну взаємодію колії та рухомого складу:

а) за швидкостей руху понад 120 км/год. до 140 км/год.:

- прокат по колу катання у локомотивів, моторвагонного рухомого складу, пасажирських вагонів - більше 5 мм;

- товщина гребеня у локомотивів понад 33 мм або менша 28 мм:

- при висоті гребеня 30 мм - при вимірюванні на відстані 20 мм від вершини гребеня;

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		61

- при висоті гребеня 28 мм - при вимірюванні на відстані 18 мм від вершини гребеня;

- при різниці товщини гребенів однієї колісної пари більше 4 мм;

б) за швидкостей руху до 120 км/год.:

- прокат по колу катання:

- у локомотивів, а також у моторвагонного рухомого складу та пасажирських вагонів у поїздах далекого сполучення - більше 7 мм;

- у моторвагонного і спеціального самохідного рухомого складу і пасажирських вагонів у поїздах місцевого і приміського сполучень - більше 8мм;

- у вагонів рефрижераторного парку та вантажних вагонів - більше 9 мм;

- товщина гребеня у локомотивів понад 33 мм або менша 25 мм:

- при висоті гребеня 30 мм - при вимірюванні на відстані 20 мм від вершини гребеня;

- при висоті гребеня 28 мм - при вимірюванні на відстані 18 мм від вершини гребеня;

- при різниці товщини гребенів однієї колісної пари більше 4 мм;

в) вертикальний підріз гребеня висотою понад 18 мм, що вимірюється спеціальним шаблоном;

г) повзун (вибоїна) на поверхні катання:

- у локомотивів, моторвагонного і спеціального рухомого складу,

а також у тендерів паровозів і вагонів з роликівими буксовими підшипниками - понад 1 мм,

- а у тендерів і вагонів з підшипниками ковзання - понад 2 мм.

Якщо на шляху прямування у вагона, (крім моторного вагона моторвагонного рухомого складу або тендера з роликівими буксовими підшипниками), виявлено повзун (вибоїну) глибиною:

понад 1 мм, але не більше 2 мм, дозволяється довести такий вагон (тендер) без відчеплення від поїзда:

пасажирський - із швидкістю, не більшою 100 км/год.;

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		62

вантажний - не більшою 70 км/год.;

до найближчого пункту технічного обслуговування, що має засоби для заміни колісних пар.

Допускається рух поїзда до найближчої станції:

- із швидкістю 15 км/год., при величині повзуна:

- від 2 до 6 мм у вагонів, крім моторного вагона моторвагонного рухомого складу;

- від 1 до 2 мм у локомотива і моторного вагона моторвагонного рухомого складу, а також спеціального самохідного рухомого складу;

- із швидкістю 10 км/год., де колісна пара має бути замінена при величині повзуна:

- більше 6 до 12 мм у вагонів, крім моторного вагона моторвагонного рухомого складу;

- більше 2 до 4 мм у локомотива і моторного вагона моторвагонного рухомого складу, а також спеціального самохідного рухомого складу;

- із швидкістю 10 км/год., за умови виключення можливості обертання колісної пари при величині повзуна:

- понад 12 мм - у вагона і тендера;

- понад 4 мм - у локомотива і моторного вагона моторвагонного рухомого складу. Локомотив у цьому випадку має бути відчеплений від поїзда, гальмівні циліндри і тяговий електродвигун (група електродвигунів) пошкодженої колісної пари - вимкнені.

Коли вантажні вагони додаються до пасажирських поїздів, норми утримання колісних пар мають відповідати нормам, що встановлені для пасажирських поїздів”.

Відповідно до Інструкції [19], Для перевірки стану і своєчасного вилучення з експлуатації колісних пар, що загрожують безпеці руху поїздів, а також для контролю за якістю колісних пар, які підкочують, та відремонтованих, встановлено порядок їх огляду.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		63

Відповідно до пункту 3.1 Інструкції [19]: „Колісні пари для визначення їхнього технічного стану і придатності їх до експлуатації підлягають огляду з реєстрацією в журналі форми ТУ-28 (при ТО-2 в журналі форми ТУ-152):

а) під ТРС - при всіх видах технічного обслуговування (далі ТО) поточних ремонтів ПР-1, ПР-2 (далі ПР), кожній перевірці ТРС в експлуатації;

б) у випадку перепідкочення не зв'язаного з несправністю і ремонтом колісної пари (без розбирання або при частковому розбиранні зібраних з неї вузлів), якщо після попереднього повного або звичайного опосвідчення пройшло не більше одного року робляться обмірювання бандажів (при терміні більше одного року необхідно виконати звичайне опосвідчення);

в) при першому підкоченні під ТРС нової колісної пари (після формування) і після проведення повного опосвідчення, якщо після них пройшло не більше 2 років. При цьому перевірка дати формування або опосвідчення проводиться за даними технічного паспорту після звірки номерів елементів колісної пари (бандажів і центрів) з паспортними даними.

г) після катастроф, аварій, серйозних інцидентів і інцидентів (Наказ МТУ від 16.10.2003 №800), на місці події для вирішення питання пересилки ТРС в депо приписки”.

Відповідно до пункту 3.4 Інструкції [19]: „Номінальна відстань між внутрішніми гранями коліс у ненавантаженої колісної пари повинна бути 1440 мм. Після виконання ТО та ПР у локомотивів і МВРС, що обертаються в поїздах зі швидкістю:

- до 120 км/год відхилення допускається у бік збільшення та зменшення не більше ніж 3 мм;

- від 120 км/год до 140 км/год відхилення допускається у бік збільшення не більше ніж 3 мм і в бік зменшення не більше ніж 1 мм.

Нового формування та після виконання капітальних ремонтів зі зміною бандажів у локомотивів і МВРС, що обертаються в поїздах зі швидкістю:

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		64

- до 120 км/год відхилення допускається у бік збільшення не більше ніж 1 мм і в бік зменшення не більше ніж 3 мм;

- від 120 км/год до 160 км/год відхилення допускається у бік збільшення та зменшення не більше ніж 1 мм”.

Відповідно до пункту 3.5 Інструкції [19]: „Забороняється випускати з ТО-2, ТО-3 поточних ремонтів і допускати в експлуатацію рухомий склад із тріщиною в будь-якій частині осі колісної пари, ободі, диску, маточині і бандажі, а також при наступних зносах і ушкодженнях колісних пар, що порушують нормальну взаємодію колії і рухомого складу:

3.5.1 При швидкостях руху до 120 км/год;

3.5.1.1 при прокаті по кругу кочення у локомотивів, а також у МВРС далекого сполучення - більше 7 мм;

3.5.1.2 при прокаті по кругу кочення у МВРС в поїздах місцевого і приміського сполучення - більше 8 мм;

3.5.1.3 при вимірюванні товщини локомотивним (вагонно-тендерним при висоті гребня 28 мм) шаблоном при проведенні ТО-2:

а) виміряного на відстані 20 мм від вершини гребеня колісних пар для:

- локомотивів, бандажі яких оброблені за креслеником 3 ДСТУ ГОСТ 11018, більше ніж 33 мм або менше ніж 25 мм;

- локомотивів, бандажі яких оброблені по профілю Зінюка-Нікитського більше 29 мм або менше 25 мм;

б) виміряного на відстані 18 мм від вершини гребеня колісних пар для:

- локомотивів та МВРС, бандажі яких оброблені за креслениками ЗАТ "МІНТЕК", ДМеГІ більше 30 мм або менше 25 мм;

- МВРС, бандажі та ободи яких оброблені за креслениками 4 ДСТУ ГОСТ 11018, 2 ГОСТ 9036, більше ніж 34 мм або менше ніж 25 мм.

3.5.1.4 при різниці в товщинах гребенів на одній колісній парі з правої та лівої сторони більше 4 мм.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		65

3.5.1.5 при вимірюванні товщини та висоти гребеня гребневимірювачем ГУ:

а) при товщині гребеня колісних пар на відстані 13 мм від круга кочення для всіх діючих профілів більше ніж 34 мм або менше ніж 25 мм;

б) при висоті гребеня у колісних пар:

- локомотивів для профілю бандажа за креслеником 3 ДСТУ ГОСТ 11018 - більше 37 мм або менше 29 мм;

- локомотивів і МВРС далекого сполучення для профілів бандажа та обода за креслениками ЗАТ "МІНТЕК", ДМетІ, 4 ДСТУ ГОСТ 11018, 2 ГОСТ 9036 - більше ніж 35 мм або менше ніж 27 мм;

- МВРС в поїздах місцевого і приміського сполучення більше 36 мм або менше 27 мм;

- локомотивів для профілю бандажа за креслеником Зінюка-Нікитського - більше ніж 39 мм або менше ніж 30 мм.

3.5.2 При швидкостях руху від 120 км/год до 140 км/год:

3.5.2.1 при прокаті по кругу кочення у локомотивів та МВРС більше 5 мм;

3.5.2.2 при вимірюванні товщини локомотивним (вагонно-тендерним при висоті гребня 28 мм) шаблоном при проведенні ТО-2:

а) виміряного на відстані 20 мм від вершини гребеня колісних пар для:

- локомотивів, бандажі яких оброблені за креслеником 3 ДСТУ ГОСТ 11018 більше ніж 33 мм або менше ніж 26 мм;

- локомотивів, бандажі яких оброблені по профілю Зінюка-Нікитського більше ніж 29 мм або менше ніж 26 мм;

б) виміряного на відстані 18 мм від вершини гребеня колісних пар для:

- локомотивів та МВРС, бандажі яких оброблені за креслениками ЗАТ "МІНТЕК", ДМетІ більше ніж 30 мм або менше ніж 26 мм;

- МВРС, бандажі та ободи яких оброблені за креслениками 4 ДСТУ ГОСТ 11018, 2 ГОСТ 9036, більше ніж 34 мм або менше ніж 26 мм.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		66

3.5.2.3 при різниці в товщинах гребенів на одній колісній парі з правої та лівої сторони більше 4 мм.

3.5.2.4 При вимірюванні товщини та висоти гребеня гребневимірювачем ГУ:

а) при товщині гребеня колісних пар на відстані 13 мм від круга кочення для всіх діючих профілів більше ніж 33 мм або менше ніж 26 мм;

б) при висоті гребеня у колісних пар:

- локомотивів для профілю бандажа за креслеником 3 ДСТУ ГОСТ 11018 - більше 35 мм або менше 29 мм;

- локомотивів і МВРС далекого сполучення для профілів бандажа та ободів за креслениками ЗАТ "МІНТЕК", ДМетТ, 4 ДСТУ ГОСТ 11018, 2 ГОСТ 9036 - більше ніж 33 мм або менше ніж 27 мм;

- локомотивів для профілю бандажа за креслеником Зінюка-Нікитського - більше ніж 37 мм або менше ніж 30 мм

3.5.3 При вертикальному підрізі гребеня висотою більше 18 мм. Контроль вертикальному підрізу гребеня бандажа і небезпечної форми гребеня робиться спеціальними шаблонами. Для вимірювання небезпечної форми гребеня у локомотивів і МВРС слід користуватися ГУ.

3.5.4 При повзуні (вибоїні) більше 1 мм на поверхні кочення в локомотивів та МВРС. При виявленні на шляху прямування у причіпного вагона МВРС повзуна (вибоїни) глибиною більше 1 мм, але не більше 2 мм, дозволяється довести його без відчеплення від поїзда зі швидкістю не вище 100 км/год до найближчого локомотивного депо або ремонтного пункту, які мають засоби для заміни колісних пар.

При наявності повзуна в причіпному вагоні від 2 до 6 мм, у локомотива і моторного вагона - від 1 до 2 мм допускається проходження поїзда до найближчої станції зі швидкістю не вище 15 км/год, а при повзуні від 6 до і 2 мм у причіпного вагона і від 2 до 4 мм у локомотива і моторного вагона - із швидкістю не вище 10 км/год, де колісна пара повинна бути замінена.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		67

При повзуні більше 12 мм у причіпного вагона і більше 4 мм у локомотива і моторного вагона дозволяється проходження зі швидкістю 10 км/год за умови виключення можливості обертання колісної пари через її вивішування або інший спосіб транспортування. Локомотив при цьому повинен бути відчеплений від поїзда, а гальмові циліндри і тяговий електродвигун (група двигунів) ушкодженої колісної пари - відключені.

Для виведення з перегону до депо локомотивів із двохосьовими незчленованими візками вивішувати колісну пару забороняється. У цьому випадку використовуються спеціальні транспортні візки”.

Відповідно до пункту 3.6 Інструкції [19]: „Забороняється видавати в експлуатацію ТРС із колісними парами, що мають хоча б один із наступних дефектів або відступів:

3.6.1 вищербину, раковину або вм'ятину на поверхні кочення глибиною більше 3 мм і довжиною більше 10 мм у локомотивів і моторного вагона, а в причіпного вагона довжиною більше 25 мм;

3.6.2 вищербину або вм'ятину на вершині гребеня глибиною більше ніж 4 мм, а на робочій поверхні гребеня більше ніж 2 мм;

3.6.3 різницю діаметрів колісних пар по кругу кочення в комплекті моторного візка дизель-поїзда більше ніж 2 мм, моторного вагона електропоїзда більше ніж 18 мм; під секцією тепловоза, електровоза у пасажирському русі більше ніж 12 мм; у вантажному русі - електровозів постійного струму більше ніж 16 мм, електровозів змінного струму, магістрального та маневрового тепловозів із електричною передачею більше ніж 20 мм;

3.6.4 ослаблення бандажа на колісному центрі, осі в маточині, зубчастого колеса на осі або маточині колісного центру, пальців тягового приводу в отворах приливів колісного центру суцільнокатаного колеса або колісного центру на осі;

3.6.5 гострокінцевий накат на гребені колісної пари;

3.6.6 небезпечну форму гребеня, виміряну ГУ:

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		68

а) менше 6,0і ' для гребенів колісних пар з профілями обробленими за креслениками З ДСТУ ГОСТ 11018 та Зінюка-Нікитського;

б) менше 5,5"-для гребенів колісних пар з профілями обробленими за креслениками ЗАТ "МІНТЕК", ДМетІ, 4 ДСТУ ГОСТ 11018 та 2 ГОСТ 9036;

3.6.7 товщину гребеня більше 23 мм і менше 21 мм у 2-й і 5-й колісних парах електровозів ЧС2, ЧС2т, ЧС4, ЧС4т (до №263) при вимірюванні на відстані 16,25 мм від вершини гребеня і більше 24 мм та менше 19,5 при вимірюванні ГУ на відстані 13 мм від круга .кочення;

3.6.8 гострі поперечні риски та задири на шийках і передпідматочинних частинах осей;

3.6.9 протерте місце на середній частині осі локомотива глибиною більше 4 мм, а на осі МВРС - більше 2,5 мм;

3.6.10 місцеве або загальне збільшення ширини бандажа або обода суцільнокатаного колеса більше 6 мм;

3.6.11 ослаблення бандажного кільця в сумі на довжині більше 30 % не більше ніж у 3-х місцях для локомотивів і більше 20 % для МВРС, а також ближче за 100 мм від замка кільця;

3.6.12 товщину бандажів колісних пар менше (мм):

- електровозів, крім ВЛ-8 - 45 (на ВЛ-10, ВЛ-11, ВЛ-80 (крім зимового періоду) з дозволу начальника залізниці дозволяється - 40);

б) електровозів ВЛ-8, ВЛ-60 в/і та тепловозів із навантаженням на вісь 23 т і вище (2ТЕ116, 2ТЕ10) - 40;

в) тепловозів із навантаженням на вісь менше 23 т (ТЕП70, М62, 2М62, ЧМЕЗ) - 36;

г) моторних візків МВРС в/і та причіпних вагонів електропоїздів ЕПЛ2Т, ЕПЛ9Т, дизель-поїздів ДПЛ, ДТЛ - 35;

3.6.13 товщиною ободів суцільнокатаних коліс менше (мм):

а) тепловозів ТГМ (ТГМ-3, ТГМ-4, ТГМ-6), моторних візків дизель-поїздів - 30;

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		69

б) причіпних вагонів та підтримуючих візків МВРС - 25;

' Тут і далі горизонтальна проекція робочої поверхні гребеня, одна точка якої розміщена на відстані 2 мм від вершини гребеня, а друга - на відстані 13 мм від круга кочення.

в) кругові виробки на поверхні кочення та біля основи гребеня глибиною більше ніж 1 мм, а на конусній поверхні, сполученій з фаскою обода більше ніж 2 мм і шириною більше ніж 15 мм.

При наявності кругових виробок на інших ділянках поверхні кочення бандажа норми бракування - як для кругових виробок, розташованих біля гребеня”.

Відповідно до пункту 3.7 Інструкції [19]: „Виявлені при огляді колісних пар під ТРС дефекти повинні записуватися в журнал технічного стану локомотива ТУ-152 і в книгу ремонту ТУ-28”.

Відповідно до пункту 3.8 Інструкції [19]: „У колісних пар ТРС на технічному обслуговуванні ТО-3 та планових ремонтах, але не рідше одного разу на протязі календарного місяця, робити вимірювання прокату (висоти гребеня) товщини бандажів (ободів суцільнокатаних коліс), товщини гребенів, параметра крутизни (небезпечної форми) гребеня, а після ТО-4 також діаметрів бандажів (ободів суцільнокатаних коліс).

Для локомотивів, що зайняті на маневрових роботах, періодичність вимірювань колісних пар установлює начальник залізниці. Результати вимірювань заносити в журнал. Вимірювання повинні виконуватися працівником, який призначається начальником депо, після складання ним іспитів деповській комісії на знання цієї Інструкції.

Періодичність контрольних обмірювань колісних пар начальниками депо та їх заступниками установлюється начальником служби локомотивного господарства залізниці в залежності від стану зносу гребенів бандажів у депо”.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		70

3.2 Верстат колесотокарний з числовим програмним управлінням моделі КЖ20МФ3

На верстаті может производиться обработка профиля колес колесных пар, які демонтовані з локомотивів при відповідних видах ремонту або при виявленні несправностей у відповідності вимог нормативних документів.



Рисунок 28 – Верстат КЖ-20

Згідно Посібника [20]: „Верстат колесотокарний спеціалізований з числовим програмним управлінням (ЧПУ) моделі КЖ20МФ3, призначений для відновлення профілів ободів (бандажів) локомотивних колісних пар та колісних пар моторвагонного рухомого складу. На верстаті може проводитися обробка

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		71

профілю колісних пар, планування внутрішніх поверхонь бічних ободів (бандажів) колісної пари. Обточування проводиться супортами як числового програмного управління. Система управління забезпечує можливість обробки різних профілів коліс без переналагодження верстата. Конструктивне виконання верстата та його габарити дозволяють його установку в подрельсовий простір. Рухливі та нерухомі рейки верстата з'єднані з рейковими шляхами депо.

Верстат повинен експлуатуватися в закритому приміщенні з четвертою категорією розміщення і групою умов експлуатації УХЛ4 за ГОСТ 15150. Температура навколишнього середовища від +5°C до + 35°C, відносна вологість не більше 60% при температурі +2 °З.

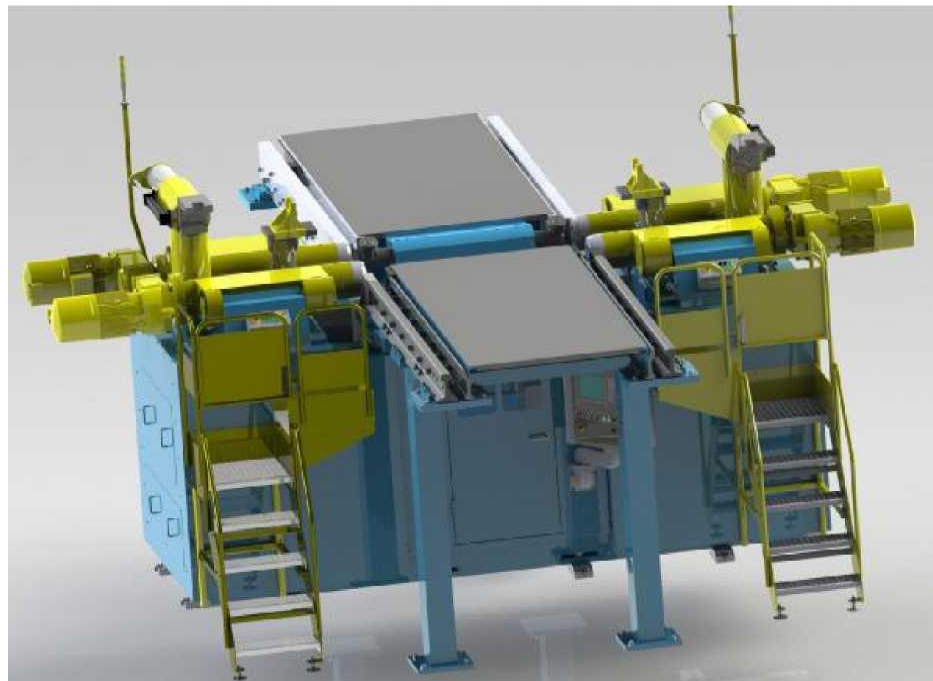


Рисунок 29 –Верстат колесотокарний спеціалізований з числовим програмним управлінням (ЧПУ) моделі КЖ20МФ3.

Згідно Операційної карти [21]: "Верстат колесотокарний спеціалізований з числовим програмним управлінням (ЧПУ) моделі КЖ20МФ3, заводський номер №4 виготовлений за ТУ У 28.4-00222999-013:2015 і призначений для відновлення профілів ободів (бандажів) локомотивних пар моторвагонного рухомого складу. На верстаті може проводитися обробка профілю коліс колісних

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		72

пар, планування внутрішніх поверхонь бокових ободів (бандажем) колісної пари. Обточування проводиться супортами в режимі числового програмного управління.

Таблиця VI - Основні технічні дані та характеристики верстату КЖ20МФ3

Наіменування параметра	Одиниця	Норма
Ширина шляху обточуючих колісних пар	мм	1520 (1524)
Діапазон діаметрів по колу кочення оброблюваних колісних	мм	700-1300
Ширина бандажа коліс колісної пари	мм	140
Міжбандажна відстань колісної пари	мм	1440 (+1)(-3)
Максимальна вантажопідйомність домкратів	кН	300
Максимальна вантажопідйомність привідних роликів	кН	300
Привідні ролики	мм	160
Найбільший хід домкратів	мм	360
Найбільший хід довантаження	мм	390
Хід рухливих рейок	мм	1200
Найбільший хід роликів осьових фіксаторів	мм	110
Найбільше переміщення супорта:		
- поздовжній (ось 7)	мм	370
- поперечні (ось X)	мм	285
Прискорений хід супортів		
- поздовжній	м/хв	4,5
- поперечні	м/хв	4,5
Номінальна глибина різання	мм	2,5
Максимальна глибина різання	мм	4
Подача супортів	мм/хв	0-35

Таблиця VII - Послідовність операцій та час на їх виконання

Операції	Примітка	Час
1. Заїзд локомотива на станок	Установка необхідної колісної пари на станок для обточки	3 хв
2. Виважування	1. Вирівнювання колісної пари 2. Фіксація буксового вузла	4,5 хв
3. Обмір для прив'язок	1. Обмір датчика супортів профіля колеса 2. Розрахунок повного припуску 3. Запис даних в протокол	1 хв
4. Завдання припуску оператором	Призначення необхідної глибини різання, кількості проходів	2 хв
5. Обробка	Між проходами оператор задає припуск	Залежить від кількості проходіві дефектів, по 2 хв
6. Повний обмір	1. Повний обмір колісної пари після обробки 2. Запис даних в протокол	2,5 хв
7. Розвантажування	1. Розжим букс 2. Опускання колеса на рейки	2 хв

Час на оброку однієї колісної пари повинен відповідати часу, який визначений у Технічному завданні.

Аналіз матеріалів пускових робіт верстату КЖ20МФ3

Продуктивність верстату визначають кількістю продукції, яка може бути виготовлена ним за одиницю часу або кількістю проведених операцій, наприклад – проходів.

Продуктивність станка залежить від числа обертів його робочих органів і швидкості різання; від кількості працюючих різців, способу подачі

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		74

оброблюваного матеріалу, потужності станка. Чим більші швидкість різання і число обертів робочого валу, тим вища продуктивність верстату та краща якість обробки, але це при умові, якщо дотримані всі вимоги щодо створення продукту.

Базовими нормативними документами, якими регламентуються вимоги до технічних параметрів станків є ГОСТ 7599-82 «Станки металлообрабатывающие. Общие технические условия» та ГОСТ 4.93 – 86 «Система показателей качества продукции. Станки металлообрабатывающие. Номенклатура показателей».

У ГОСТ 7599-82 наведені вимоги до

- точності;
- жорсткості;
- надійності;
- безпеки;
- ергономіки;
- інструменту та запасних частин;
- навантажувально-розвантажувальних робіт;
- якості матеріалів;
- якості обробки;
- якості збирання;
- облицювання (зовнішнього вигляду, лакофарбового покриття тощо);
- електричному та електронному обладнанню;
- допоміжних систем..

Вимоги щодо продуктивності станків ГОСТ 7599-82 не регламентуються.

У ГОСТ 4.93 – 86 наведено визначення продуктивності, як:

продуктивність – об'єм продукції (роботи) яка випускається за одиницю часу даним станком у відповідності з його конструктивними особливостями, технічною характеристикою та визначеними організаційно-виробничими умовами.

У ГОСТ 4.93 – 86 не наведено методики визначення продуктивності.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		75

Згідно загальнотехнічної літератури[22] для станків визначається технологічна, циклова та фактична продуктивність.

Технологічна продуктивність – це максимальна теоретично можлива продуктивність; час, коли інструмент контактує з деталлю, «машинний час».

Згідно з наданими на дослідження матеріалами, у додатку до договору поставки у таблиці технічного завдання наведено показник «продуктивність (час обточка 8-ми колісних пар одного локомотива, хв.).

Вказаний показник не відповідає ГОСТ 4.93 – 86, який, як уже було вказано вище, визначає продуктивність, як кількість продукції, що вироблена за одиницю часу.

Технічним завданням визначено дану «продуктивність» як «не більше 380 хв на 8 колісних пар». Приведемо вказане значення до розмірності, передбаченої ГОСТ 4.93 – 86. Отримаємо:

$$Q = 8 \cdot 60 / 380 = 1,263 \text{ к.п/год.}$$

Однак технічним завданням не визначено, яка саме продуктивність тут мається на увазі: технологічна, циклова чи фактична.

Слід зазначити, що фактична продуктивність не може бути визначена на етапі проектування станка, оскільки позациклові втрати не залежать від конструктивних особливостей станка і не можуть бути передбачені, а залежать лише від культури та організації виробництва на конкретному підприємстві.

Аналогічно, циклова продуктивність для даного верстату при обробці декількох колісних пар буде залежати від часу перестановки локомотива, який не залежить від конструкції верстату і на який також має вплив організація робіт. Таким чином циклова продуктивність також не може бути визначена на етапі технічного завдання, оскільки вона залежить від зовнішніх параметрів, які не залежать від конструкції верстата.

На етапі технічного завдання можна визначити технологічну продуктивність – єдину, яка залежить лише від конструктивних особливостей верстата.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		76

Визначимо технологічну продуктивність за матеріалами, що надані на дослідження.

Таблиця VIII – Технологічна продуктивність верстата при обточці колісних пар електровоза ВЛ11 №663, кп/год (згідно Технічного завдання – 1111.263).

Номер колісної пари	1	2	3	4	5	6	7	8
Технологічна продуктивність, к.п./год	1,62	1,11	0,87	1,39	1,03	0,98	0,76	1,02
Зауваження	2 прох	Не прийняв приймальник 3 проходи	Раковина, приймання рішення по колесу, 4 проходи	2	4	4	4	3

Як видно з таблиці, що фактичне значення технологічної продуктивності є більшим для колісних пар (КП №1,4), ніж визначено технічним завданням, а для інших – меншим, що обумовлено технічним станом колісних пар згідно вимог нормативних документів та кількістю проходів при обробці.

1. Провівши аналіз замірів колісних пар, які підлягали обтоці, слід відзначити, що вони були з гранично-допустимими розмірами згідно вимог нормативних документів, а деякі з нижче допустимих [18,19].

2. Відновлення профіля бандажа та усунення дефектів (раковин, повзунів, тощо) проводилось за кілька проходів, що в свою чергу збільшувало час обточки колісної пари[20,21].

3. У технічному завданні в частині "Продуктивність верстата" Замовник і в технічних характеристиках верстату Виконавцем вказані не у відповідності ДСТУ, що визиває необхідність задати цей показник згідно ДСТУ, а Виконавцю

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		77

розробити алгоритм визначення продуктивності роботи верстата з врахуванням діаметрів колісних пар рухомого складу залізниць (700-1300 мм), а також ступені їх виробітку[23,24].

4. Провівши необхідні розрахунки верстата, можна підсумувати наступне[22]:

- технічні характеристики верстата Виконавця відповідають технічному завданню Замовника;

- верстат може бути прийнятий Замовником для виконання заданих йому функцій.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		78

РОЗДІЛ ІV. ТЕХНОЛОГІЯ ОБТОЧУВАННЯ КОЛІСНИХ ПАР НА ВЕРСТАТІ МОДЕЛІ КЖ20МФ3 З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ.

4.1 Причини та гранично допустимі норми зносу

У процесі експлуатації вузли та деталі електровоза, як відомо, зазнають значних навантажень. Ці навантаження і відповідно напруги в деталях і вузлах електровозів суттєво зростають при перехідних та динамічних процесах, коли механічні сили, електричний струм та напруга перевищують номінальні значення. За таких умов суттєво зростають навантаження на механічну частину, неприпустимо нагріваються обмотки електричних машин та пуско-гальмівних резисторів, виникають пробої та перекриття ізоляції.

Найбільший обсяг ремонтних робіт викликає механічне зношування, що виникає внаслідок дії сил тертя.

Не допускається експлуатувати колісні пари з прокатом по колу катання більше 7 мм, товщиною гребеня менше 25 мм, вертикальним підрізом гребеня більше 18 мм, виміряним спеціальним шаблоном, повзуном більше 1мм.

Геометричні розміри коліс та колісних пар.

Геометричні розміри колісних пар (як визначено на рис. 30) повинні відповідати граничним значенням, зазначеним у таблиці І для відповідної колії.

Ці граничні значення повинні прийматися як проектні значення (нова колісна пара) та як граничні значення в процесі експлуатації (для використання з метою технічного обслуговування).

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		79

Таблиця ІХ - Експлуатаційні межі геометричних розмірів колісних пар

Позначення		Колесо діам. D (мм)	Min (мм)	Max (мм)
1 435 мм	Фронтальний розмір (S_R) $S_R = A_R + S_{d, \text{ліва}} + S_{d, \text{права}}$	$330 \leq D \leq 760$	1 415	1 426
		$760 < D \leq 840$	1 412	
		$D > 840$	1 410	
	Відстань до спини (A_R)	$330 \leq D \leq 760$	1 359	1 363
		$760 < D \leq 840$	1 358	
		$D > 840$	1 357	
1 524 мм	Фронтальний розмір (S_R) $S_R = A_R + S_{d, \text{ліва}} + S_{d, \text{права}}$	$400 \leq D < 725$	1 506	1 509
		$D \geq 725$	1 487	1 514
	Відстань до спини (A_R)	$400 \leq D < 725$	1 444	1 446
		$D \geq 725$	1 442	1 448
1 520 мм	Фронтальний розмір (S_R) $S_R = A_R + S_{d, \text{ліва}} + S_{d, \text{права}}$	$400 \leq D \leq 1 220$	1 487	1 509
	Відстань до спини (A_R)	$400 \leq D \leq 1 220$	1 437	1 443
1 600 мм	Фронтальний розмір (S_R) $S_R = A_R + S_{d, \text{ліва}} + S_{d, \text{права}}$	$690 \leq D \leq 1 016$	1 573	1 592
	Відстань до спини (A_R)	$690 \leq D \leq 1 016$	1 521	1 526
1 668 мм	Фронтальний розмір (S_R) $S_R = A_R + S_{d, \text{ліва}} + S_{d, \text{права}}$	$330 \leq D < 840$	1 648	1 659
		$840 \leq D \leq 1 250$	1 643	1 659
	Відстань до спини (A_R)	$330 \leq D < 840$	1 592	1 596

Розмір A_R вимірюється на висоті верху рейки. Розміри A_R і S_R повинні дотримуватися в навантажених та тарних умовах. Найменші допуски у зазначених межах можуть бути зазначені виробником у документації з технічного обслуговування для експлуатаційних значень. Розміри S_R вимірюються на 10 мм вище за базову точку протектора (рисунок 31).

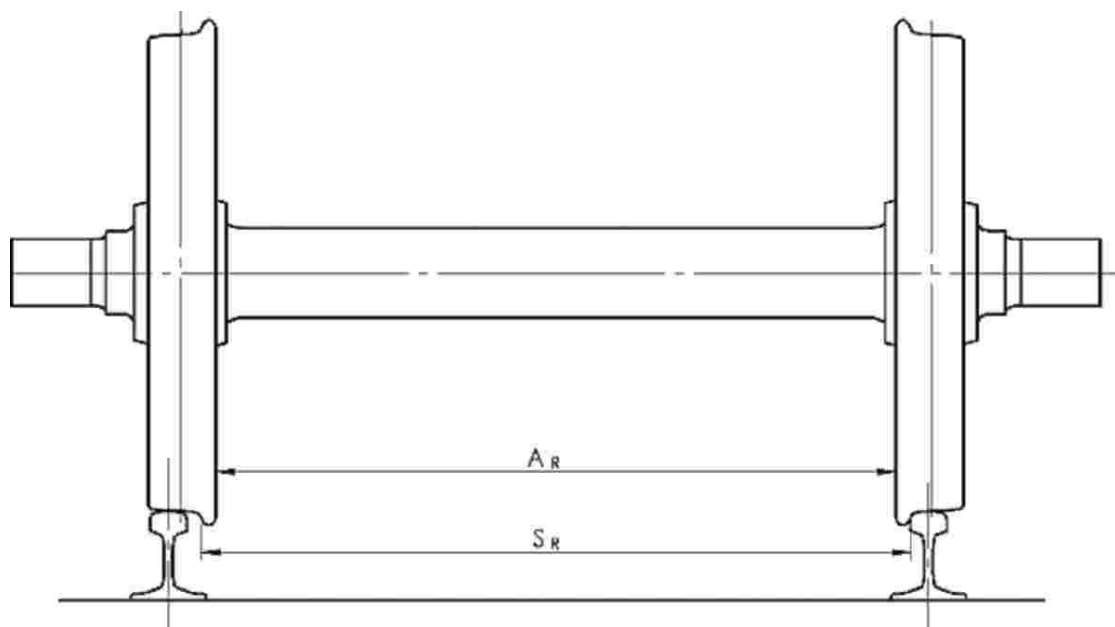


Рисунок 30 – Експлуатаційні межі геометричних розмірів колісних пар

Геометричні розміри коліс (як визначено на малюнку 31) повинні відповідати граничним значенням, зазначеним у таблиці X. Ці граничні значення повинні прийматися як проектні значення (нове колесо) та як граничні значення в процесі експлуатації (для використання при технічному обслуговуванні).

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		81

Таблиця X - Експлуатаційні межі геометричних розмірів колеса

Позначення	Діаметр колеса D (мм)	Мінімальне значення (мм)	Максимальне значення (мм)
Ширина обода ($B_R +$ задирок)	$D \geq 330$	133	145
Товщина фланця (S_d)	$D > 840$	22	33
	$760 < D \leq 840$	25	
	$330 \leq D \leq 760$	27,5	
Висота фланця (S_h)	$D > 760$	27,5	36
	$630 < D \leq 760$	29,5	
	$330 \leq D \leq 630$	31,5	
Поверхня фланця (q_R)	≥ 330	6,5	

Агрегати, оснащені колесами, що незалежно обертаються, повинні відповідати вимогам цього УСТ для геометричних характеристик колісних пар.

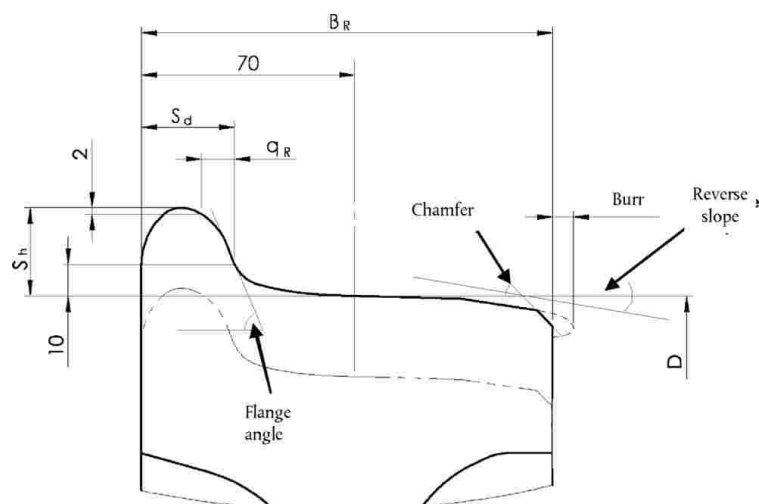


Рисунок 31 – Символи для коліс

Зазначені вимоги є основними для коліс та колісних пар.

4.2 Загальні відомості про верстат колесотокарний моделі КЖ20МФ3

Верстат колесотокарний спеціалізований з числовим програмним керуванням (ЧПУ) моделі КЖ20МФ3, призначений для відновлення профілів ободів (бандажів) локомотивних колісних пар та колісних пар мототорвагонного рухомого складу. На верстаті може проводитися обробка профілю коліс колісних пар, планування внутрішніх поверхонь бічних ободів (бандажів) колісної пари. Обточування проводиться супортами в режимі числового програмного управління. Система управління забезпечує можливість обробки різних профілів коліс без переналадження верстата. Конструктивне виконання верстата та його габарити дозволяють його установку в підрельсовий простір. Рухливі та нерухомі рейки верстата з'єднані з рейковим шляхом депо.

Верстат повинен експлуатуватися в закритому опалювальному та вентильованому приміщенні з четвертою категорією розміщення та групою умов експлуатації УХЛ4 за ГОСТ 15150. Температура навколишнього середовища від +5°С до +35°С, відносна вологість не більше 60% при температурі +20°С.

Вид обслуговування – постійний.



					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		83

Рисунок 32 – Загальний вигляд верстату моделі КЖ20МФ3

При ТО-4 виконують обточування колісних пар без викочування їх з-під електровозу. Зазвичай, ТО-4 поєднують у часі з поточним ремонтом ТР-1 чи ТР-2.

Колісні пари електровоза повинні викочуватися лише за ТР-3. Тому при необхідності обточування колісних пар при ТР-1 здійснюють без викочування. Для цього застосовують верстати двох типів, які відрізняються способом обточування бандажу.

У багатьох локомотивних депо для обточування бандажів без викочування колісних пар використовують верстати КЖ20МФ3, що виготовляються Краматорським верстатобудівним виробничим об'єднанням (рис.32). При обточуванні цих верстатах колісна пара обертається від опорно-приводних роликів, а різання здійснюється профільними фрезами, які мають власний привід.

Перед установкою локомотива на верстат необхідно переконатися, що ділянки рейок, що забираються, мають надійне кріплення, верстат знаходиться у вихідному (неробочому) положенні, а в канаві немає людей. При постановці локомотива на верстат рейки мають бути підведені, ролики відпущені, пінолі відведені.

При переміщенні локомотива лебідкою зачалування повинно проводитися таким чином, щоб ділянка троса, що тягне, була натягнута, а ненавантажена - ослаблена. При цьому перед переміщенням для обточування наступної колісної пари верстат необхідно привести у вихідне положення і встановити ділянки рейок, що прибираються.

Після установки електровоза на верстат колісні пари, що не обточуються, підклинюють дерев'яними клинами.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		84



Рисунок 33 – Верстат моделі КЖ20МФ3 для обточування колісних пар



Рисунок 34 – Обточування бандажа колісної пари без викочування

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		85

При обточуванні бандажа на верстаті КЖ20МФ3 з ЧПУ (рис. 34) колісна пара 2 приводиться у обертання від з'єднаного з нею через зубчасту передачу 3 тягового двигуна 4 електровоза. Двигун отримує живлення від спеціального двигуна або статичного перетворювача постійного струму. Різання здійснюється двома різцями, кожен з яких встановлений в супорті 1. Щоб колісна пара могла обертатися, тяговий двигун разом з нею піднімається домкратом 5 на 5-10 мм над рівнем головки рейки. Профіль бандажу обробляють за шаблоном (рис. 35).

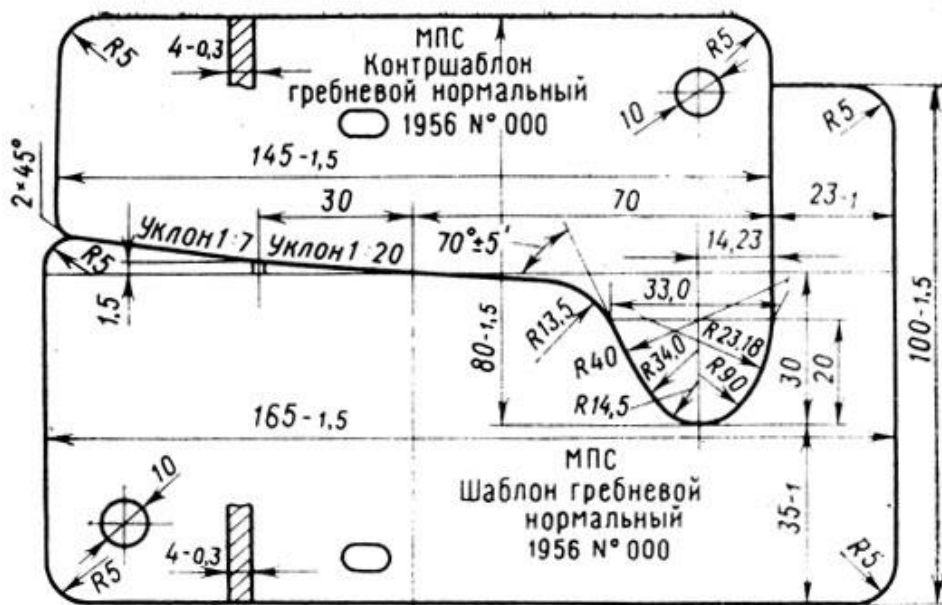


Рисунок 35 – Шаблон та контршаблон для перевірки профілю гребеня та поверхні катання бандажу

Розглянуто та досліджено загальну будову колесотокарного верстату КЖ20МФ3 з ЧПУ.

Результатами дослідження та з вивченням кінематичної схеми верстату КЖ20МФ3 з ЧПУ (рис. 36 – рис. 40) було встановлено можливість обточки колісних пар колії 1435мм.

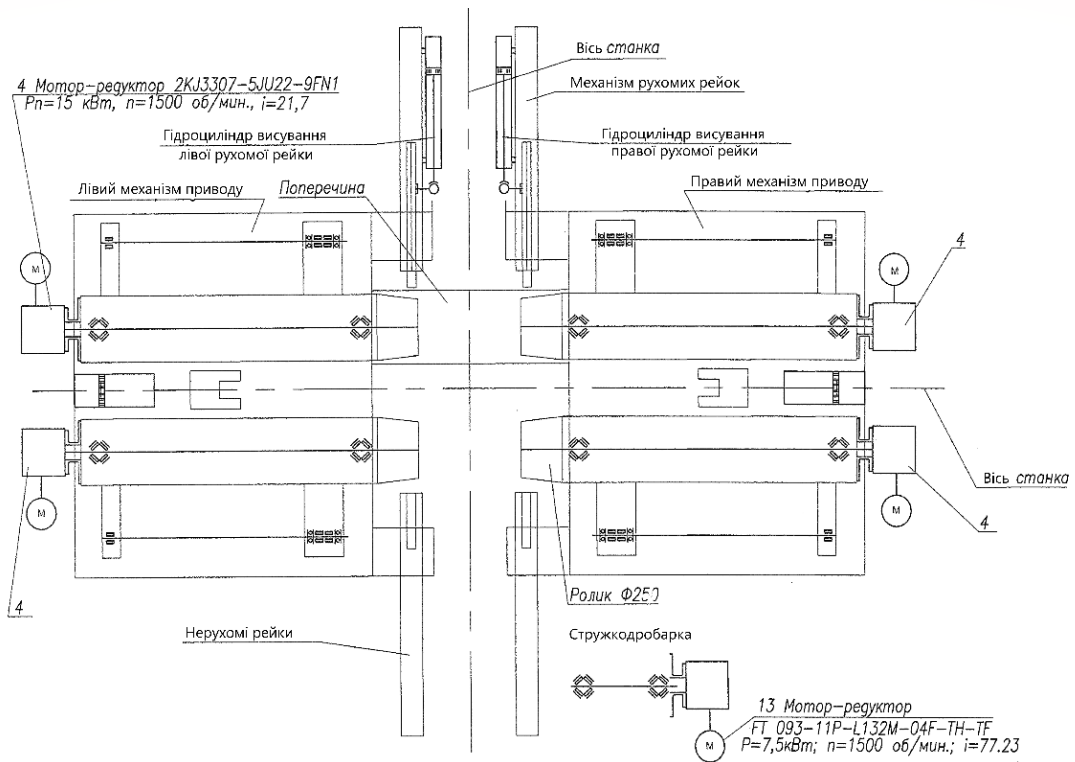


Рисунок 36 – Кінематична схема КЖ20МФ3

Механізм домкрата та довантаження

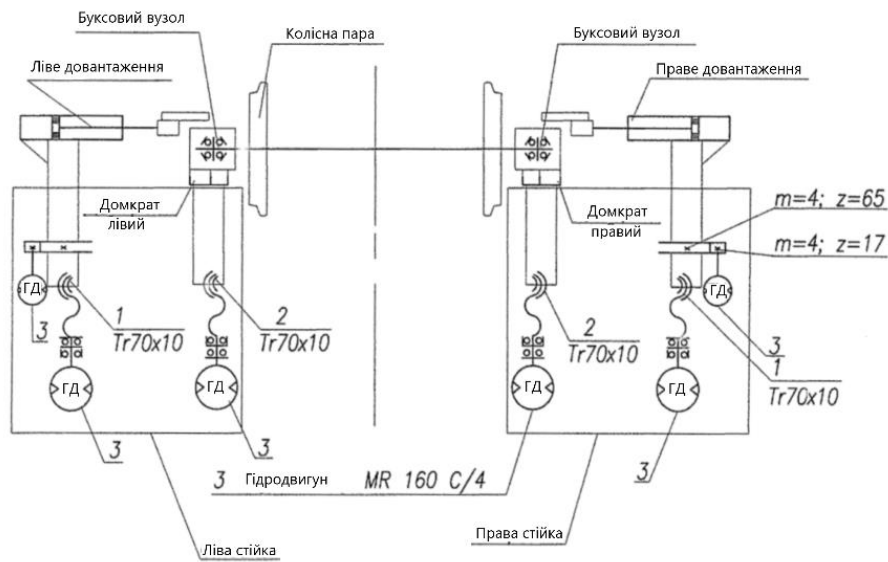


Рисунок 37 – Механізм домкрата та довантаження

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

0032.206514.ДМР.2022.001

Арк.

87

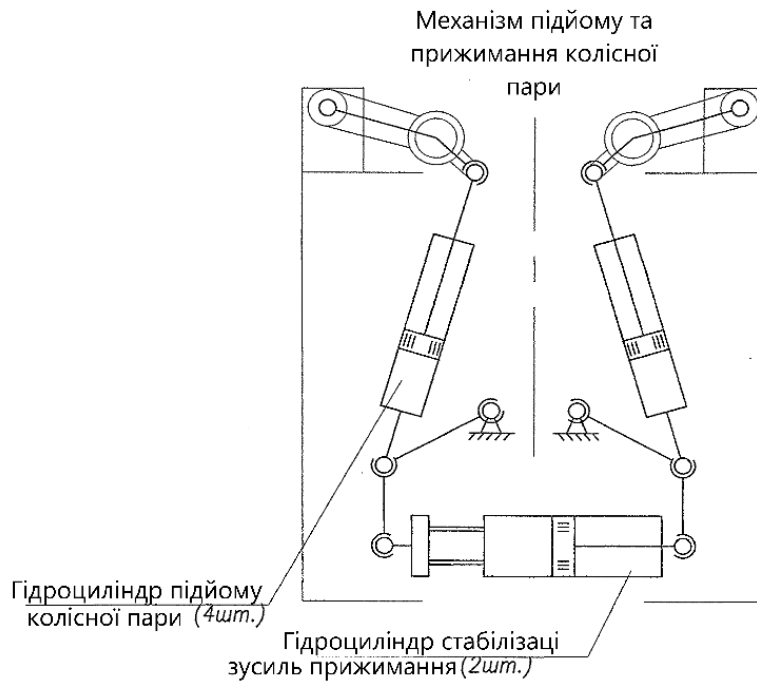


Рисунок 38 – Механізм підйому та прижимання колісної пари

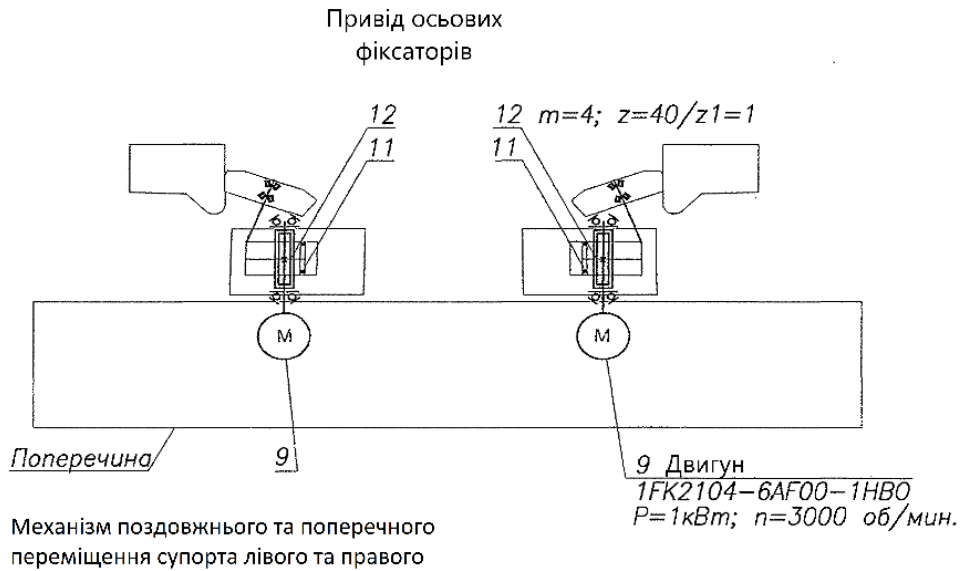


Рисунок 39 – Механізм поздовжнього та поперечного переміщення супорта лівого та правого

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		88

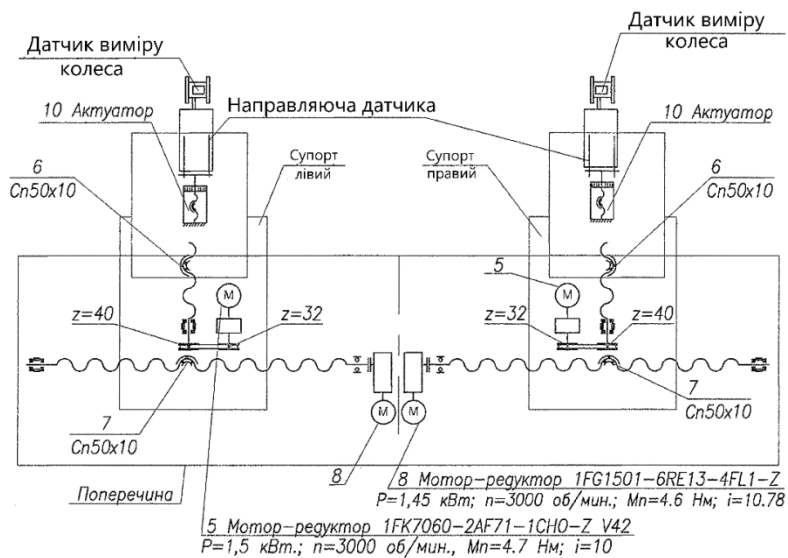


Рисунок 40 – Механізм поздовжнього та поперечного переміщення супорта лівого та правого з датчиками виміру

Прижимні ролики та довантажувальні пристрої фіксують колісну пару в робочій технологічній позиції. Розміщення конструктивних елементів верстату дають можливість виставляти для обточування колісні пари рухомого складу колії 1435мм.

Завдяки конструктивним особливостям вестату, є можливість автоматично здійснюється контроль параметрів обточування профілю бандажа які задаються оператором на панелі управління верстату КЖ20МФ3.

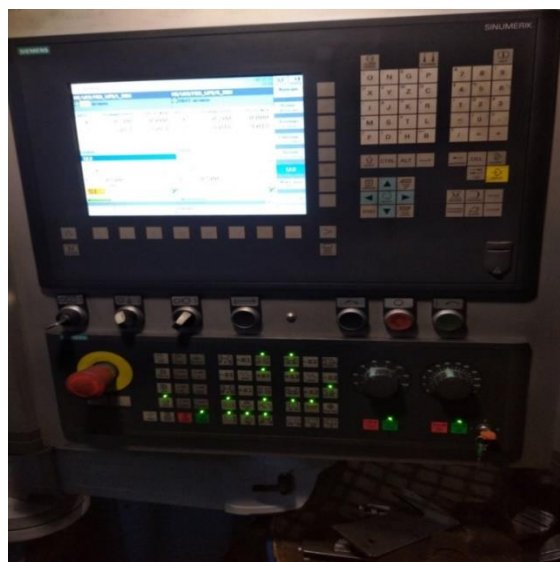


Рисунок 41 – Панель управління КЖ20МФ3

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		89

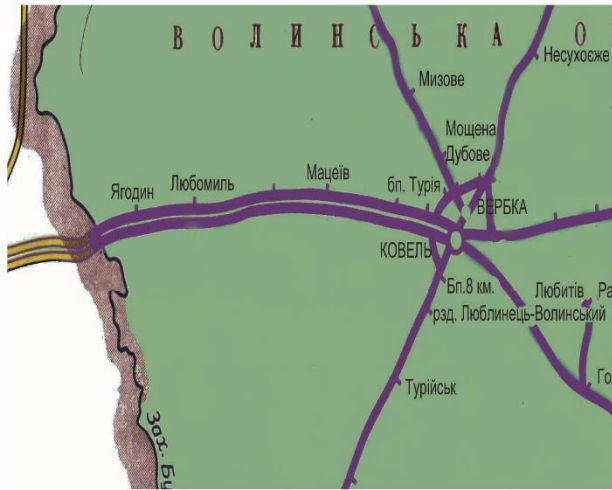


Рисунок 42 – Схема Львівської залізниці

Доцільно встановлювати такі верстати на підприємствах які мають колійний розвиток 1435мм, для цього ідеально підходять локомотивні депо Ковель, Мукачево, Чоп.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		90

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У магістерській роботі розглянуто та коротко проаналізовано літературні джерела, присвячені проблемі взаємодії рухомого складу та колії, а також взаємодії колеса та рейки. У розділах розглянуто літературні джерела, в яких наводяться приклади та досвід інших країн у боротьбі з проблемою взаємодії рухомого складу та шляху, механіки контактної взаємодії колеса та рейки, фрикційної взаємодії, а також засоби та методи вирішення цих проблем. Були розглянуті також системи контролю та діагностики, які контролюють контактну взаємодію пари колесо-рейку, стійкість рухомого складу на залізничній колії.

Дослідження, проведені у розглянутих джерелах, наголошують на актуальності та необхідності проведення подальших наукових досліджень у питаннях безпеки руху поїздів, а саме: утримання колісних пар у відповідності вимог нормативних документів УЗ та залізниць ЄС.

Виконано аналіз світового досвіду щодо оцінки показників динаміки та безпеки руху ТРС, визначено вимірювальні критерії відповідності, визначено умови випробувань ТРС методами та засобами комп'ютерного моделювання, розроблено проект методики контрольних стаціонарних та ходових динамічних досліджень відремонтованого та модернізованого ТРС, внаслідок застосування діагностичних комплексів показав, що ресурс колісних пар зріс на 15-20%.

Проведення дослідження щодо характеристик та принципу роботи верстата моделі КЖ20МФЗ з числовим програмним управлінням у підрозділі "Локомотивне депо Львів-Захід" показало набагато більші технічні можливості використання даного верстата при обточці колісних пар з відновленням профілю без викочування їх з під локомотива.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		91

Завдяки конструктивним особливостям верстату, є можливість автоматично здійснюється контроль параметрів обточування профілю бандажа які задаються оператором на панелі управління верстату КЖ20МФ3.

Прижимні ролики та довантажувальні пристрої фіксують колісну пару в робочій технологічній позиції. Розміщення конструктивних елементів верстату дають можливість виставляти для обточування колісні пари рухомого складу колії 1435мм

Доцільно встановлювати такі верстати на підприємствах які мають колійний розвиток 1435мм, для цього ідеально підходять локомотивні депо Коваль, Мукачево, Чоп.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		92

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Тартаковскнй Э.Д. Методы оценкн жизненного цикла тягового подвижного состава железных дорог: Монография / Э.Д. Тартаковскнй, С.Г. Грищенко, Ю.Е. Калабухин, А.П. Фалендыш. - Луганск: Изд-во «Ноулидж», 2011. - 174 с. - Ил. 63, табл. 12, список лит. 191 найм.
2. Лашко А.Д. Основные направления обновления тягового подвижного состава Украины в 2006-2010 гг. / А.Д. Лашко, В.Н. Самсонкин, А.М. Гончаров, А.В. Коновалов // Локомотив-информ. - 2006. - № 6. - С.8-12.
3. Комплексна програма оновлення залізничного рухомого складу України на 2008-2020 роки. - Киев, Укрзалізниця, 2008. -182 с.
4. О влиянии относительного расположения тяговых редукторов и осей колесных пар локомотивов на характер динамических процессов в системах «экипажи тяговый электропривод - колесная пара - рельсовый путь» / Снитко Н.П., Павленко А.П., Клипаков Н.В. // Залізнич. транспорт України. — 2010. — № 5. С. 13—17.
5. Самме, Г. В. Фрикционное взаимодействие колесных пар локомотива с рельсами: Монография. – М.: Маршрут, 2005. – 80 с.
6. Конструкции железнодорожных колес мира. / Есаулов, В. П., Козловский, А. И., Есаулов, А. Т., Староселецкий, М. И. – Днепропетровск: Січ, 1997. – 428 с.
7. Джонсон, К. Механика контактного взаимодействия: Пер. с англ. / В. Э. Наумова, А. А. Спектора. М.: Мир, 1989. – 510 с., ил.
8. Костюкевич, А. И. Тестирование разработанной модели взаимодействия колесной пары с рельсовой колеей [Текст] / Костюкевич, А. И., Цыгановский, И. А. // Наукові вісті Далівського університету: зб. наук. праць. – Луганськ, 2013. - №10.
9. Повышенный износ колес и рельсов важнейшая проблема транспорта / Блохин Е.П., Мямлин С.В., Сергиенко Н.И. П Залізнич. транспорт України.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		93

— 2011. — № 1. — С. 10—14.

10. Авджиева, Т. Б. Контактное взаимодействие в паре «колесо-рельс» [Текст] / Т. Б. Авджиева, М. Н. Георгиев, Н. М. Николов // «Заводская лаборатория. Диагностика материалов». – 2010. – №8. – С. 54-57.
11. Складковский, А. В. Контактное взаимодействие колес и рельсов. Монография. – Луганск: Русь, 2005 – 189с.: табл. 6 ил. 112. библиогр. 103 назв.
12. Есаулов, В. П., Сладковский, А. В., Шмурыгин, Н. Д. Применение профилей ДМетИ в условиях магистрального и промышленного транспорта // тез. Докл. 9 Международной конф. «Проблемы механики железнодорожного транспорта». – Днепропетровск, 1996. – С. 78-79.
13. Scheffel H., von Gericke R. E., Viviers J. A. Railway wheel tread profile. – Pat. 4294482 US, 295/34. – 13.10.81. – 7 p.
- 14.. Журнал «Железные дороги мира» ЖДМ-online версия журнала, 2003, № 2, <http://www.css-mps.ru/zdm/02-2003/02223-1.htm>.
- 15.. Журнал «Железные дороги мира» ЖДМ-online версия журнала, 2003, № 9, <http://www.css-rzd.ru/ZDM/09-2003/03126-1.htm>.
16. Куліченко А.Я., Джус В.С. Пристрої в металообробці: розрахунки та конструювання. Навальний посібник – Львів: ЗУКЦ, 2008р., 456 с.
17. Тартаковский Э.Д., Грищенко С.Г., Калабухин Ю.Е., Фалендыш А.П. Методы оценки жизненного цикла тягового подвижного состава. – Луганск: Издательство «Ноулидж», 2011г., 174с.
18. Правила технічної експлуатації залізниць України. Затверджено наказом Міністерства транспорту України від 20 грудня 1996 року № 411
19. Інструкція з формування, ремонту та утримання колісних пар тягового рухомого складу залізниць України колії 1520 мм. ВНД 32.0.07.001- Київ – 2001р.
20. Станок колесотокарный специализированный с числовым программным управлением модели КЖ20МФ3. Руководство по эксплуатации

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		94

КЖ20МФ3 000 000РЭ

21. Операционная карта. Станок колесотокарный специализированный с ЧПУ модели КЖ20МФ3.

22. Производительность машин
(https://studref.com/455785/tehnika/proizvoditelnost_mashin.)

23. Договір поставки № Л/Т-19577/НЮ від 11.11.2019р.

24. Акт від 14.07.2020р. “Про переведення перевірки параметрів колесотокарного верстата моделі КЖ20МФ3 з числовим програмним управлінням”.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		95

СПИСОК РИСУНКІВ

- Рисунок 1 – Діагностика локомотива
- Рисунок 2 – Діагностичний комплекс УОНК-Л
- Рисунок 3 – Система ARGUS
- Рисунок 4 – Визначення висоти гребня та приклад виміру висоти гребня
- Рисунок 5 – Схема виміру діаметра колеса
- Рисунок 6 – Основні розміри профіля колеса
- Рисунок 7 – Вимір профіля колеса
- Рисунок 8 – Поширення імпульсів в колесі при ультразвуковій дефектоскопії
- Рисунок 9 – Об'єднання в мережу вимірюючих та випробувальних модулів, базового модуля та робочих місць персоналу
- Рисунок 10 – Вимірювані параметри.
- Рисунок 11 – Схема установки URADA.
- Рисунок 12 – Система «КОМПЛЕКС».
- Рисунок 13 – Структурна схема системи «КОМПЛЕКС»
- Рисунок 14 – Зображення профіля колеса та діаграми інтенсивності випромінювання на лінійці з перенесенням заряду.
- Рисунок 15 – Система MULTIRAIL WheelScan.
- Рисунок 16 – Схема функціонування системи MULTIRAIL WheelScan.
- Рисунок 17 – Скоба для виміру діаметра коліс
- Рисунок 18 – Системи сканування геометричних параметрів деталей.
- Рисунок 19 – Система контролю геометричних параметрів.
- Рисунок 20 – Контактне сканування профіля колеса
- Рисунок 21 – Ультразвукові датчики відстані.
- Рисунок 22 – Індуктивні датчики відстані.
- Рисунок 23 – Ідентифікація і підрахунок кількості колісних пар проїждяючого поїзда з допомогою індуктивного датчика.
- Рисунок 24 – Лінійні триангуляційні лазерні датчики
- Рисунок 25 – Схема колісної пари згідно вимог нормативних документів
- Рисунок 26 – Схема колісної пари згідно вимог ДСТУ ГОСТ 11018

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		96

- Рисунок 27 – Механічні та геометричні характеристики коліс
- Рисунок 28 – Верстат КЖ-20
- Рисунок 29 – Верстат колесотокарний спеціалізований з числовим програмним управлінням (ЧПУ) моделі КЖ20МФ3
- Рисунок 30 – Експлуатаційні межі геометричних розмірів колісних пар
- Рисунок 31 – Символи для коліс
- Рисунок 32 – Загальний вигляд верстату моделі КЖ20МФ3
- Рисунок 33 – Верстат моделі КЖ20МФ3 для обточування колісних пар
- Рисунок 34 – Обточування бандажа колісної пари без викочування
- Рисунок 35 – Шаблон та контршаблон для перевірки профілю гребеня та поверхні катання бандажу
- Рисунок 36 – Кінематична схема КЖ20МФ3
- Рисунок 37 – Механізм домкрата та довантаження
- Рисунок 38 – Механізм підйому та прижимання колісної пари
- Рисунок 39 – Механізм поздовжнього та поперечного переміщення супорта лівого та правого
- Рисунок 40 – Механізм поздовжнього та поперечного переміщення супорта лівого та правого з датчиками виміру
- Рисунок 41 – Панель управління КЖ20МФ3
- Рисунок 42 – Схема Львівської залізниці

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		97

СПИСОК ТАБЛИЦЬ

Таблиця 1 – Технічні дані системи ARGUS

Таблиця 2 – Колісна пара(Wheelsets), вимоги нормативних документів.

Таблиця 3 – Номінальні розміри колісних пар, вимоги нормативних документів.

Таблиця 4 – Номінальні розміри колісних пар, вимоги ДСТУ ГОСТ 11018.

Таблиця 5 – Вимоги нормативних документів, ГОСТ 11018.

Таблиця 6 – Основні технічні дані та характеристики верстату КЖ20МФ3.

Таблиця 7 – Послідовність операцій та час на їх виконання.

Таблиця 8 – Технологічна продуктивність верстата при обточці колісних пар електровоза ВЛ11 №663, кп/год (згідно Технічного завдання – 1111.263).

Таблиця 9 – Експлуатаційні межі геометричних розмірів колісних пар

Таблиця 10 – Експлуатаційні межі геометричних розмірів колеса

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		98

АНОТАЦІЯ І КЛЮЧОВІ СЛОВА

Магістерська робота складається із вступу, 4-х розділів основної частини, та висновків. Загальний обсяг тексту-102 сторінки: основний текст-88 сторінки, бібліографія, яка включає в себе 3 сторінки - 24 найменувань, 42 рисунків, 10 таблиць.

Сучасні вимоги до техніко-експлуатаційних характеристик тягового рухомого складу (ТРС) за критеріями безпеки руху, надійності міцності, плавності ходу та допустимого впливу на шлях вимагають підвищеного рівня контролю за якістю ремонту ТРС.

У роботі досліджено технологію обточування колісних пар локомотивів «УЗ» та можливістю використання відповідної технології для обточування колісних пар локомотивів які працюють на колії шириною 1435мм.

Метою роботи є дослідження технології ремонту колісних пар в умовах локомотивного депо Львів-Захід відповідно умов інтеперабельності.

Об'єктами дослідження є колісотокарний верстат з числовим програмним управлінням (ЧПУ).

Предметом дослідження є технологія обточування колісних пар на верстатах з числовим програмним управлінням (ЧПУ).

У магістерській роботі розглянуто та коротко проаналізовано літературні джерела, присвячені проблемі взаємодії рухомого складу та колії, а також взаємодії колеса та рейки. Розглянуто літературні джерела, в яких наводяться приклади та досвід інших країн у боротьбі з проблемою взаємодії рухомого складу та шляху, механіки контактної взаємодії колеса та рейки, фрикційної взаємодії, а також засоби та методи вирішення цих проблем. Були розглянуті також системи контролю та діагностики, які контролюють контактну взаємодію пари колесо-рейку, стійкість рухомого складу на залізничній колії.

Проведено дослідження щодо характеристик та принципу роботи верстата моделі КЖ20МФ3 з числовим програмним управлінням у підрозділі

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		99

”Локомотивне депо Львів-Захід” показало набагато більші технічні можливості використання даного верстата при обточці колісних пар з відновленням профілю без викочування їх з під локомотива.

Завдяки конструктивним особливостям верстату, є можливість автоматично здійснюється контроль параметрів обточування профілю бандажа, які задаються оператором на панелі управління верстату КЖ20МФ3.

Доцільно встановлювати такі верстати на підприємствах які мають колійний розвиток 1435мм, для цього ідеально підходять локомотивні депо Ковель, Мукачево, Чоп.

Ключові слова: нормативні документи, інтероперабельність, замір, модернізація, рухомий склад, колісна пара, ремонт, верстат, обточування, колійний розвиток.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		100

ABSTRACT AND KEYWORDS

The master's thesis consists of an introduction, 4 chapters of the main part, and conclusions. The total volume of the text is 102 pages: the main text is 88 pages, the bibliography, which includes 3 pages – 24 names, 42 figures, 10 tables.

Modern requirements for the technical and operational characteristics of traction rolling stock (TRC) on the criteria of traffic safety, reliability, smoothness and allowable impact on the road require an increased level of control over the quality of repair of vehicles.

The paper investigates the technology of turning wheel pairs of UZ locomotives and the possibility of using the appropriate technology for turning wheel pairs of locomotives operating on a track width of 1435 mm.

The aim of the work is to study the technology of repair of wheelsets in the locomotive depot Lviv-West in accordance with the conditions of interoperability.

The objects of research are a wheeled lathe with numerical program control (CNC)

The subject of the research is the technology of turning wheel pairs on machines with numerical program control (CNC).

In the master's thesis the literary sources devoted to the problem of interaction of rolling stock and track, as well as the interaction of wheel and rail are considered and briefly analyzed. Literary sources are considered, in which examples and experience of other countries in struggle against a problem of interaction of a rolling stock and a way, mechanics of contact interaction of a wheel and a rail, frictional interaction, and also means and methods of the decision of these problems are resulted. The control and diagnostic systems that control the contact interaction of the wheel-rail pair, the stability of the rolling stock on the railway track were also considered.

A study on the characteristics and principle of operation of the machine model KZh20MF3 with numerical program control in the subdivision "Locomotive depot Lviv-West" showed much greater technical possibilities of using this machine in turning wheelsets with restoration of profile without rolling them out from under the

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		101

locomotive.

Due to the design features of the machine tool, it is possible to automatically control the parameters of turning the profile of the bandage, which are set by the operator on the control panel of the machine KZh20MF3.

It is expedient to install such machines at the enterprises having track development of 1435 mm, for this purpose locomotive depots Kovel, Mukachevo, Chop are ideally suited.

Key words: regulatory documents, interoperability, measurement, modernization, rolling stock, wheel pair, repair, machine, cutting, wheels.

					0032.206514.ДМР.2022.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		102