

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Львівський інститут

(назва факультету)

Рухомий склад залізниць і колія

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

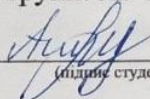
бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему: «Удосконалення технології формування колісних пар тепловозів»
за освітньою програмою Локомотиви та локомотивне господарство
зі спеціальності: 273 «Залізничний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: ЛГ 19117

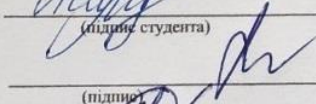


(підпис студента)

/ Ігор АНТОНЮК /

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:



(підпис)

/ викладач Владислав БОЯРКО /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:



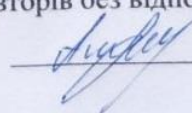
(підпис)

/ викладач Іван КРАВЕЦЬ /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент



(підпис)

Львів – 2022 рік

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

Lviv Institute
(faculty)

Railway Rolling Stock and Tracks
(department)

Explanatory Note
to Master's Thesis
Bachelor
(higher education degree)

on the topic: «Improving the technology of forming wheeled pairs of diesel locomotive»

according to educational curriculum Locomotives and locomotive economy

in the Speciality: 273 “Railway transport”

(speciality and its code)

Done by the student of the group: ЛІГ 19117

/ Igor ANTONIUK /
(name, surname)

Scientific Supervisor:

/ lecturer Vladyslav BOIARKO /
(position, name, surname)

Normative controller :

/ lecturer Ivan KRAVETS /
(position, name, surname)

ЗМІСТ

ПЕРІЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	6
ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ	9
1.1 Аналіз наукових робіт, присвячених питанням колісних пар тепловозів	9
1.2. Теоретичні основи явища зчеплення між деталями колісної пари	10
1.3 Аналіз конструкції колісних пар тепловозів	15
2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ФОРМУВАННЯ КОЛІСНИХ ПАР ТЕПЛОВОЗІВ	23
2.1 Загальні положення технології формування колісних пар	23
2.2 Технологія формування колісних пар з використанням нагріву бандажів	30
2.3 Технологія формування колісних пар із застосуванням штучного холоду	34
3. ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ КОЛІСНИХ ПАР У ЦЕХУ	37
3.1 Загальні відомості	37
3.2 Технологічний процес	40
3.3 Вибір підійомно-транспортного обладнання	42
3.4 Пропозиції з впровадження нового обладнання у колісному цеху	43
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	50
4.1 Охорона праці під час роботи з колісними парами	50
4.2 Вимоги безпеки і природоохоронні заходи з формування колісних пар тягового рухомого складу залізниць України	52
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	54
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	55

0041.190528.01.ВКР.ПЗ				
Зм	Арк	№ документа	Підпис	Дата
Розробив		Ігор АНТОНЮК	<i>[Підпис]</i>	12.06.22
Консульт				
Керівник		В. БОЯРКО	<i>[Підпис]</i>	12.06.22
Н. контр.		Іван КРАВЕЦЬ	<i>[Підпис]</i>	12.06.22
Зав.каф.		Олена БАЛЬ	<i>[Підпис]</i>	12.06.22
Удосконалення технології формування колісних пар тепловозів				
		Літера	Аркуш	Аркушів
			5	56
ЛІ УДУНТ				

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

ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
(БУДЕ РОЗРОБЛЕНО ГЗЯОП)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра: 57 с., 11 рис., 2 табл., 17 джерел.

Об'єктом дослідження у дипломному проєкті є колісні пари тепловозів.

Метою дипломного проєкту є розробка заходів по удосконаленню технології формування колісних пар тепловозів.

Для досягнення зазначеної вище мети у бакалаврській роботі проведено аналіз наукових робіт та проаналізовано існуючі технології, присвячені питанням удосконалення технології формування колісних пар тепловозів, доведена можливість технічного переоснащення колісного цеху, запропоновано впровадження у цеху потокової форми виробництва, запроєктовано розміщення потокової лінії.

Розглянуті питання охорони праці у колісному цеху та запропоновано заходи зі зменшення впливу шкідливих та небезпечних факторів на захворювання та травматизм.

Результати роботи можуть бути впроваджені у колісному цеху Львівського ЛЛРЗ.

Ключові слова: ЛОКОМОТИВОРЕМОНТНИЙ ЗАВОД, КОЛІСНИЙ ЦЕХ, РЕМОНТ, ТЕХНІЧНЕ ПЕРЕОСНАЩЕННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, КОЛІСНА ПАРА.

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

УЗ	АТ «Укрзалізниця»
УДУНТ	Український держаний університет науки і технологій
ТРС	Тяговий рухомий склад
ЛЛРЗ	Львівський локомотиворемонтний завод
ГДЗ	Гранично допустимі значення

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		7

ВСТУП

Одним із головних показників економічного розвитку держави є стійка робота його транспортної системи. Особливості України визначають в якості основного типу транспорту - залізничний. Це формує особливі вимоги до надійності рухомого складу в цілому. Одним з найважливіших вузлів рухомого складу, від надійності якого залежить безпека руху поїздів, є колісна пара. Вихід із строю колісних пар викликає за собою відмову в експлуатації цілого локомотива, визиває збільшення часу його простою в ремонті, а відповідно простою в неробочому парку. Великий вплив на надійність і довговічність колісних пар має технологія їх формування при виготовленні [1].

Колісні пари є одним із найвідповідальніших вузлів тягового рухомого складу (ТРС), від стану яких залежить безпека руху поїздів. Величиною ресурсу бандажів колісних пар визначаються періодичність обслуговування ТО-4, на якому проводиться обточування бандажів колісних пар з метою відновлення профілю катання, а також періодичність середнього та капітального ремонтів, на яких проводиться заміна повністю зношених бандажів. Зараз проблема зношування бандажів колісних пар стала особливо гостро.

Інтенсивний знос гребенів коліс рухомого складу та бічної грані рейок, що спостерігається останніми роками на залізницях України, є наслідком багатофакторної зміни протягом досить тривалого часу умов взаємодії рухомого складу та колії, що відбувається головним чином, у зв'язку зі зростанням обсягу перевезень та підвищенням вантажонапруги залізних доріг.

Темпи зносу колісних пар рухомого складу останнім часом значно зросли. До причин, що зумовили інтенсивність цього зношування, можна віднести: звуження колії; перехід на рейки важкого типу; об'ємне загартування рейок, що збільшило їх твердість в 1,5 рази в порівнянні з твердістю колеса; зниження вимог за величиною перекосу колії в 2,5 рази та максимально допустимим просіданням рейкових ниток у 3 рази. Цим конструктивним змінам, що відбувалися в колійному господарстві протягом кількох років, не передувало,

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		8

як правило, ретельне дослідження їх впливу на процес зношування колісних пар рухомого складу, а вплив виявився дуже суттєвим.

Мета роботи - розробка заходів по удосконаленню технології формування колісних пар тепловозів.

Об'єктом дослідження в даній роботі є колісні пари тепловозів.

Предметом дослідження є технологія формування колісних пар тепловозів.

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		9

1 ЗАГАЛЬНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ

1.1 Аналіз наукових робіт, присвячених питанням колісних пар тепловозів

Питання удосконалення технології формування колісних пар тепловозів знайшло своє відображення в значній кількості наукових праць вітчизняних і зарубіжних авторів.

Вагомий внесок у вирішення проблеми удосконалення розробки екіпажних частин рухомого складу, а також удосконалення технологій їх виготовлення та ремонту зробили відомі вчені: Басов Г.Г, Босов А.А., Блохін Є.П., Голубенко О.Л., Головка В.Ф., Дьомін Ю.В., Кельріх М.Б., Іванов І.І, Коротенко М.Л., Маслієв В.Г., Осенін Ю.І., Савоськін І.М., Смушков П.І., Тартаковський Е.Д., Ткаченко В.П. та ін.

У Дніпровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (нині – УДУНТ) зазначеними питаннями також займалися такі вчені та інженери: Боднар Б.Є., Мямлін С.В., та ін.

Робота [2] присвячена встановленню закономірностей зміни структурного стану, механічних властивостей сталей залізничних коліс, локомотивних бандажів та вісей колісних пар залежно від умов експлуатації та технології виготовлення. Досліджено хімічні, механічні властивості вуглецевих сталей для виготовлення коліс, бандажів та вісей. Базуючись на методи й методики, стало можливим оцінити зміну внутрішньої будови сталей залізничних коліс, бандажів та вісей в залежності від ступеня зовнішніх впливань, які можуть сприяти зародженню ушкоджень. Визначено, що мікротріщина, яка зароджена на міжфазній межі неметалевого включення - феритна складова структури вуглецевої сталі, розповсюджується у напрямку локально зниженого опору металу. Підвищення локалізації пластичної течії вуглецевої сталі при збільшенні розміру зерна фериту являє собою один із чинників, який знижує межу міцності при втомі. Проведений аналіз зміни внутрішньої будови

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		10

вуглецевих сталей з урахуванням ступеня розігріву від поверхні кочення показав, що пропорційно градієнту температур виникають внутрішні напруження, які в місцях з низьким опором металу приводять до формування зародків руйнування. Враховуючи, що протікання втомних явищ в металі обумовлене незворотними структурними змінами, такими як поступове накопичення дефектів кристалічної будови, можливість зниження їх приросту дозволить підвищити ресурс роботи елементів рухомого складу.

У роботі [3] побудований метод прогнозування показників надійності деталей, схильних до механічного зносу на прикладі зношування по колу катання бандажів колісних пар магістральних тепловозів.

1.2. Теоретичні основи явища зчеплення між деталями колісної пари

Дослідження природи зчеплення коліс з рейками дозволяє знаходити засоби зменшення зношування поверхні кочення коліс і рейок, забезпечення стійкості руху локомотивів, підвищення норм і маси поїздів [4].

Зрозуміло, що природа зчеплення стала предметом численних теоретичних і експериментальних досліджень у нас і за кордоном. У теорії тертя розрізняють три види механічної взаємодії поверхонь твердих тіл, що відносяться до зчеплення коліс з рейками: пружний контакт, пластичний контакт, мікрорізання.

При пружному контакті відбувається формозміна матеріалу в зоні контакту у вигляді пружного відтискання його, коли навантаження й молекулярні зв'язки не перевищують границі текучості. Пластичний контакт виникає, коли контактні напруги досягають межі плинності й матеріал обтікає більш тверді мікрорізання. Мікрорізання виникає, коли контактні напруги досягають значень, при яких припиняється режим обтікання виступів деформованого металу й відбувається руйнування мікрорізань. Усі ці види механічної взаємодії залежать від: нормального й дотичного навантаження, шорсткості контактуючих поверхонь, механічних властивостей матеріалу, тангенціальної

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		11

міцності мікровиступів, тривалості контактування, впливу зовнішнього середовища.

Під дією нормального навантаження відбувається змінання металу в зоні контакту, у результаті якого утворюється контурна площа еліптичного виду. Тільки під дією статичного навантаження її площа може досягати 400 мм². У зоні контурної ділянки відбувається механічне зачеплення мікровиступів подібно зубчатій передачі, а також вдавлювання в деформований метал більш твердих виступів. Під дією сили зсуву (дотична сила тяги) виникає пружна деформація металу рейки й колеса. Пружною деформацією називають зміну форми контактуючих поверхонь без зміни обсягу тіла. При відсутності зовнішнього впливу, сили притягування й відштовхування молекул твердого тіла взаємно врівноважені між собою. Під дією сили зсуву відбувається зсув молекул у вузлах кристалічних решіток металу, і рівновага порушується. Сили міжмолекулярної взаємодії перешкоджають цьому зсуву, і в тілі виникають пружні сили, що врівноважують зовнішні.

При деформації металу витрачається робота на взаємне проникнення атомів, молекул і іонів, яка згідно із законом збереження енергії перетвориться в потенційну енергію пружної деформації. При перекочуванні коліс деформований метал звільняється від навантаження й пружні сили молекулярних зв'язків повертають кристалічну решітку в попередній стан за рахунок раніше накопиченої потенційної енергії. Завдяки цьому відновлюється форма колеса й рейки [5].

При циклічному повторенні навантаження-розвантаження відбувається процес пружного гістерезису, що характеризується петлею гістерезису. Припущення про утворення петлі гістерезису деформованого металу коліс і рейок вдалося підтвердити експериментально. Гістерезисна петля являє собою різницю між витраченою й повернутою роботою деформації й зображується діаграмою залежності напруги від деформації. Тому що площа діаграми пропорційна частині енергії пружності, котра перейшла у тепло, то деформація являє собою незворотній процес розсіювання (дисипації) енергії. Цим явищем

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						12
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

частково пояснюється те, що сила тяги локомотива на автозчепі менше дотичної сили тяги на ободах коліс.

Дослідження контактуючих поверхонь прводять до висновку про те, що вона складається із зони зчеплення й зони ковзання. Перша розташована в передній частині за напрямком руху, друга – після неї.

За теорією Рейнольдса, пружна деформація металу супроводжується мікроковзанням. Під дією нормального навантаження й дотичної сили колесо при коченні переміщає перед собою хвилю деформованого металу рейки. Матеріал колеса при цьому стиснутий у зоні набігання, й розтягнутий в основі поверхні. Матеріал рейки, навпаки, розтягнутий у зоні набігання й стиснутий в основі пружної хвилі. У результаті пружного розтискування металу колеса й рейки в протилежних напрямках, виникає відносне переміщення контактуючих поверхонь, що називається пружним ковзанням зсуву. Сила тертя, що виникає при зсуві спрямована вбік, зворотному ковзанню, і співпадає за напрямком з силою пружної деформації. Тому сила тертя й сила пружної деформації є величинами що підлягають алгебраїчній сумі.

Внаслідок конічної форми поверхні катання і зазорів між їхніми гребенями і внутрішніми гранями головок рейок відбувається виляння (звивистий рух колісних пар у колії). При цьому кочення коліс однієї колісної пари відбувається кругами катання різних діаметрів, і тому колеса проходять різні колії. Але тому що вони жорстко посаджені на одну вісь, виникає поздовжнє проковзування коліс по рейкам. Одночасно відбувається також поперечне ковзання, яке залежить від кута нахилу гребеня поверхні кочення, профілю головки рейки, кута набігання колеса на рейку, бази й жорсткості зв'язки візка з кузовом у плані, швидкості руху, радіуса кривій і підвищення зовнішньої рейки при проходженні кривих ділянок колії, різниці діаметрів лівого й правого коліс колісної пари, тертя у зв'язках візків з рамою тепловоза. Внаслідок складності явища сили тертя ковзання від виляння колісних пар не піддаються обліку й тому оцінюються разом з поздовжнім тертям ковзання. Поздовжнє й поперечне

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						13
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

ковзання колісних пар, обумовлені конструкцією й станом екіпажа й колії, називають кінематичним ковзанням.

Таким чином, сила тертя ковзання виникає внаслідок пружного й кінематичного ковзання коліс. При великому навантаженні шар контакту деформованого металу втрачає рухливість і під поверхнею тертя відбувається деформація пластичного зсуву, у результаті якої може виникнути буксування.

Отже, механічна складова сили тяги по зчепленню являє собою сукупність взаємодії внутрішніх сил у результаті пружної та пластичної деформацій, з однієї сторони і зовнішніх сил – зачеплення мікровиступів і сил тертя в результаті пружного зсуву й кінематичного ковзання – з іншої. При великій силі стиснення мікровиступів утворюються містки з'єднання (спайки), які в сукупності створюють фрикційні зв'язки між колесами й рейками. Такі міжмолекулярні взаємодії називають адгезією. Відповідно до науки про фізику твердого тіла, природа адгезії пояснюється обміном електронами атомів на поверхні стиснутих тіл. Якщо атоми й молекули усередині кристалічних решіток металу перебувають в урівноваженому стані завдяки силам взаємного притягання, то на його поверхні вони перебувають у неурівноваженому стані й мають поверхневу енергію взаємодії з атомами й молекулами дотичного тіла. Взаємодію при адгезії вимірюють силою, яка необхідна для відриву друг від друга контактуючих поверхонь, що доводиться на одиницю площі контакту. При коченні коліс відбувається циклічне зняття навантаження. При цьому сили пружної деформації розривають адгезійні містки й відновлюють первісну форму контактуючих тіл. Порушення фрикційного зв'язку не руйнує метал, але при цьому зростає його наклеп із втратою властивостей пружності. Деформація металу в зоні контакту впливає на сили адгезії: чим більше деформація, тим інтенсивніше руйнуються адсорбовані й окисні плівки на поверхні коліс і рейок, тим більше сили адгезії між частинами поверхонь. Поверхня металів має властивість поглинати речовини зовнішнього середовища. Явище поглинання, як відомо з курсу фізики, називається адсорбцією. Тіло, на поверхні якого відбувається адсорбція, називають адсорбентом. Речовинами, що поглинаються

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						14
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

– адсорбати, можуть бути газ, пил, волога, бруд, масло. Природа адсорбції пояснюється тим, що адсорбат, потрапляючи на поверхню адсорбенту, утримується (адсорбується), внаслідок вільної енергії його поверхневих шарів. Частки адсорбата або втримуються якийсь час на поверхні, а потім «залишають» її, або утворюють тонкі адсорбційні плівки. Гази й кисень повітря можуть вступати в реакцію з металом і утворювати окисні плівки.

Як показали дослідження, тертя, що виникає в результаті деформації, різко інтенсифікує процес окиснення, у результаті якого на поверхні бандажів і рейок утворюються досить міцні окисні плівки, що знижують опір зсуву. Очевидно, адсорбційні сили мають ту ж фізичну природу, що й міжмолекулярні взаємодії контактуючих твердих тіл. Значення цих сил залежать від пористості й мікрорельєфу поверхонь металу, його складу, природи адсорбата, тиску й температури.

У процесі деформації металу відбуваються зсуви в кристалічних решітках, молекули адсорбата проникають углиб по границях кристалів і явище адсорбції виникає на внутрішніх поверхнях. Тоді адсорбовані плівки стають більш міцними. Природно, що при в'їзді локомотива на забруднені рейки відбувається буксування.

Дослідження адсорбції вченими привели до висновку про те, що вона відіграє велику роль у процесах тертя, зношування й зчеплення. Як довів академік П. А. Ребиндер, у результаті адсорбції відбувається значне зниження опору тіл деформуванню, що приводить до зниження границі текучості.

У фізиці твердого тіла це явище одержало назву ефекту Ребиндера. Адсорбція в значній мірі може змінювати процес деформації, знизити міцність і прискорити настання повзучості металу (виникнення пластичної деформації без збільшення навантаження зсуву). У свою чергу при деформації й зсуві металу дотичними силами відбувається руйнування адсорбованих і здирання окисних плівок, видавлювання сторонніх вкраплень, що приводить у контакт чисті металеві поверхні.

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						15
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Найважливішими факторами, що визначають руйнування плівок і виникнення адгезаційних взаємодій, є значення нормального та тангенціального навантажень у зоні контакту та швидкість проковзування коліс по рейках. Суттєво на сили адгезії можуть впливати динамічні навантаження та розвантаження колісних пар, вібрації колісних пар, які викликають пластичний плин металу в поверхневих шарах навіть при незначних навантаженнях. До речовин зовнішнього середовища відноситься пісок, що подається на рейки під колеса локомотива.

Однак якщо раніше розглянуті речовини знижують силу зчеплення, то пісок, навпаки, сприяє її підвищенню. У цей час подача піску під колеса є найбільш ефективним способом підвищення стійкості проти буксування. Фізична природа цього явища пояснюється наступним. Кварцовий пісок має гострі грані зерен і високу твердість, що досягає 10 кН/см^2 . Внаслідок цього зерна піску в зоні контакту коліс із рейками руйнують не тільки адсорбційні плівки, але й дуже міцні окисні плівки, що оголюють кристали металу й сприяють збільшенню сил адгезії. Більше того, у результаті вдавнення зерен у зоні контакту збільшується обсяг металу, що бере участь в опорі зсуву. Руйнуючи поверхневі плівки й проникаючи в проміжки мікровиступів контактуючих поверхонь, пісок заповнює порожнечі, витісняючи частки адсорбата. Таке явище у фізиці одержало назву суцільності. До того ж зерна піску мають більші опори зрізу й зсуву. Внаслідок явища суцільності зростає площа дійсного контакту, а завдяки високому опорі зсуву різко зростає зчеплення коліс із рейками.

1.3 Аналіз конструкції колісних пар тепловозів

Колісна пара є найбільш відповідальним вузлом у візку і від надійності її роботи залежить безпека руху. Під час роботи вона жорстко сприймає всі удари від нерівностей колії як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямку і в свою чергу сама жорстко впливає на колію. Крім того, деталі колісної пари

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		16

сприймають крутний момент від тягового двигуна при реалізації тягового зусилля. Тому від конструкції колісної пари потрібно забезпечення необхідної міцності її елементів.

Колісні пари розрізняють способом підвішування тягового двигуна. При опорно-центровому і опорно-рамному підвішуванні тягового електродвигуна передачу моменту, що крутить, від нього до колісної пари здійснюють за допомогою пружних муфт, що забезпечують відносне переміщення колісної пари і тягового двигуна. У таких конструкціях ведена шестерня з віссю колісної пари не пов'язана. При опорно-осьовому підвішуванні велике зубчасте колесо безпосередньо напресоване на вісь колісної пари або подовжену маточину колісного центру.

Колісні пари локомотивів переважно використовують із зовнішніми шийками, у цьому випадку колеса розташовують усередині рам візків. Винятком є тепловози, в яких зусилля від тягового двигуна до рушійної пари передаються за допомогою спарникової передачі. При такій передачі пальці кривошипів колісних центрів для спарникового механізму змушують розташовувати колеса зовні рам.

Колісні пари залежно від конструкції колісного центру класифікують також на спицеві, дискові сталеві литі та катані. Спицеві і дискові відносяться до збірних, вони складаються з колісного центру, бандажу та зміцнюючого кільця. Такі колеса знайшли широке застосування у локомотивобудуванні.

Технологія обробки деталей колісної пари та тепловий спосіб її формування для всіх локомотивів з опорно-осьовим підвішуванням тягових двигунів однакові. Формування веденої шестірні з віссю виконують також тепловим способом, а колісні пари з віссю - пресовим або тепловим способом.

В даний час на залізничному транспорті застосовують два типи коліс: для тепловозів діаметром 1050 мм, для електровозів - 1250 мм. Більший діаметр колеса обумовлює такі переваги: збільшення сили тяги внаслідок підвищення навантаження на вісь; суттєве підвищення протибоксувальних якостей; можливе зниження контактної напруги в рейках; уніфікацію ходових частин

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						17
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

тепловозів та електровозів, що знижує витрати на формування колісних пар; зменшення необхідного запасу бандажів, осей, центрів, буксів; зниження експлуатаційних та ремонтних витрат.

Кожна колісна пара повинна мати на осі чітко поставлені знаки про час і місце формування, повного огляду та тавро про приймання її при формуванні та повному огляді. Елементи колісної пари повинні мати знаки та таври, встановлені відповідними стандартами та технічними умовами.

Колісна пара тепловоза (рис. 1.1) складається з осі 3, колісних центрів 6, бандажів 7, зубчастого колеса 1 і бандажних кілець 8. Осі тепловозних колісних пар виточують зі спеціальних кованих осьових заготовок вуглецевої сталі.

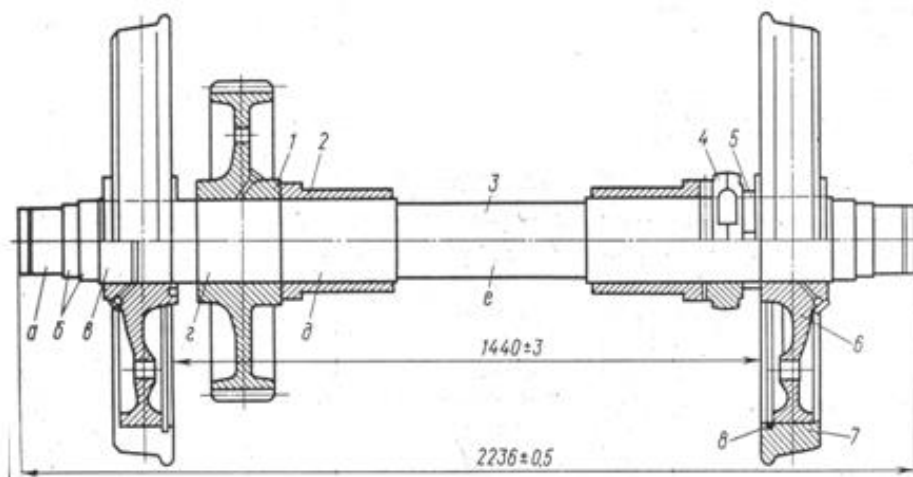


Рисунок 1.1 – Колісна пара тепловоза

Вісь має круглий поперечний переріз із різними діаметрами по довжині залежно від призначення її частин. Зовнішні кінцеві шийки служать для розміщення на них буксових підшипників. Найбільший діаметр мають підступні частини, на які напресовані колісні центри, і частина г (див.рис. 1.1), де знаходиться зубчасте колесо 1. Внутрішні шийки д служать опорою для моторно-осьових підшипників тягового електродвигуна.

Циліндричні поверхні осі (крім середньої частини е) та їх жолобники зміцнюються накаткою сталевими загартованими роликами при натисканні на ролик 30-40 кН. Поверхні шийок осі після накатки шліфують під посадку підшипників буксів. По торцях осі в процесі обробки засвердлюються центрові

отвори. В одне з яких потім вставляється втулка приводу валика швидкостеміра [6].

Бандажі колісних пар виготовляють (прокатують) з мартенівської розкисленої сталі 60 марки 2, так званої бандажної сталі, з вмістом вуглецю не вище 0,65 %. До складу бандажної сталі також входять такі легуючі добавки, що забезпечують виконання вищеперелічених вимог до матеріалу бандажів, а саме: марганець 0,6 - 0,9%; мідь трохи більше 0,3 %; кремній 0,2 - 0,42%; нікель 0,25%; хром трохи більше 0,2; ванадій не більше 0,1%. Після виготовлення бандажі піддають загартування з подальшою відпусткою.

Профіль бандажа колісних пар тепловозів має спеціальну конфігурацію і складається з гребеня а (реборди), двох конічних поверхонь - основний з конусністю 1:10 (ухил 1:20) та бічною конусністю 1:3,5 (ухил 1:7), а також торцевої фаски під кутом 45 °.

Зубчаста передача призначена для передачі обертового моменту з валу якоря тягового двигуна на провідні колеса. На електровозах ВЛ10, ВЛ10^у застосована жорстка двостороння косозуба передача, вона складається з двох шестерень, насаджених у гарячому стані на конічні вали якоря тягового двигуна, та двох зубчастих коліс, напресованих на подовжені маточини колісних центрів. Зубчасте колесо виготовлено цільнокатаною поковкою зі сталі 55 ГОСТ 1050-74, яку піддають об'ємному поліпшенню до твердості 280-315 НВ (по Брінеллю), після чого нарізають зубці, вінець і зуби шевенгують.

На тепловозах застосовано односторонню прямозубу передачу. Зубчасте колесо колісної пари є веденим, воно входить у зачеплення з провідною шестернею, що знаходиться на валу тягового електродвигуна. Ведене зубчасте колесо колісних пар всіх серій вітчизняних тепловозів виготовлено із хромонікелевої сталі 45ХН.

Колісні центри тепловозних колісних пар відливають із мартенівської сталі 25 Л ІІІ відцентровим способом. Зовнішня частина колісного центру, обід і внутрішня маточина піддаються механічній обробці для поєднання надалі відповідно з бандажом і віссю. Конструкції коліс та колісних центрів

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						19
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

розрізняються за виконанням частини, що з'єднує обід і маточину в одне ціле. Зазвичай це диск – плоский або з невеликою конусністю. Такі колеса називають дисковими. При великому діаметрі дискове колесо виявляється надмірно важким. На тепловозі 2ТЕ121 застосовані спицеві колеса.

Бандажі - це частина локомотивних колісних пар, що часто змінюється. Між бандажем і рейкою виникають високі контактні напруження, що іноді перевищують межу плинності. Качення колеса по рейці супроводжується значним проковзуванням, що пояснюється поперечними переміщеннями коліс, впливанням у зв'язку з конічною поверхнею бандажів та боксуванням коліс при високих контактних напруженнях між бандажом та рейкою. Ці причини викликають значне зношування бандажів.

На рис. 1.2 показано основні розміри профілю бандажу тепловозів. Так, товщина нового бандажу становить 75 мм, не враховуючи розмірів гребеня. Гребінець бандажа фактично задає напрямок руху локомотива і захищає колісну пару від сходу з рейок.

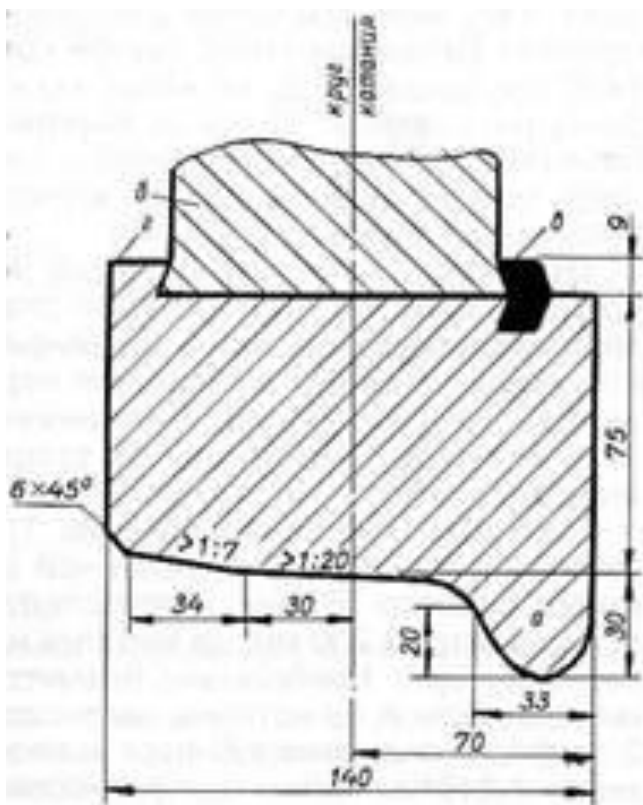


Рисунок 1.2 – Профіль бандажу тепловоза

						Арк.
					6.273.190528.ПЗ	20
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

При русі колісної пари в колії між гребенями коліс і внутрішніми гранями головок колій обов'язково повинні бути зазори, щоб попередити можливе заклинювання колісної пари в колії і зменшити сили тертя. Величина мінімального сумарного зазору δ при русі прямому горизонтальному шляху становить $\delta = (1520 - 4) - 1440 - 2 \times 33 = 10$ мм. Тут: $(1520 - 4)$ – найменша ширина рейкової колії; 1440 - найбільша відстань між внутрішніми гранями бандажів; 33 - товщина гребеня нового бандажу.

Бандаж виготовляють зі спеціальної сталі за ГОСТ – 398–71. Профіль бандажу виконаний відповідно до вимог ГОСТ 11018-76. Правильність профілю перевіряють спеціальним шаблоном. Бандаж насаджують на обід колісного центру в гарячому стані при температурі 250-320° С з натягом 1,3-1,7 мм.

Перед насадкою бандаж перевіряють магнітним дефектоскопом відсутність тріщин. Для попередження сповзання з колісного центру бандаж стопорять кільцем зі сталі спеціального профілю за ГОСТ 5267.10–90. Зібране колесо з колісним центром і кільцем бандажним напресовують на вісь зусиллям 110-150 тс.

Тепловозні бандажі прокочуються із спеціальної бандажної сталі. Новим бандажам у процесі виготовлення після механічної обробки надається певна форма зовнішньої поверхні – поверхні катання. Стандартна ширина таких бандажів – 140 мм, товщина нового бандажу – 75 мм.

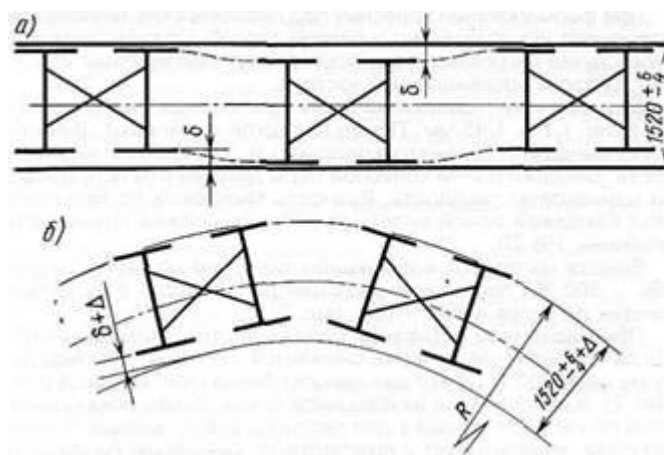


Рисунок 1.3 – Рус двовісного візка по прямій (а) ділянці шляху та в кривій радіусом R (б)

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		21

Нескладно підрахувати і максимальну величину δ , яка при нових бандажах становитиме $\delta = 23$ мм. Головне призначення конічної форми поверхні бандажу - забезпечувати синусоїдальну траєкторію переміщення колісної пари (у плані) у межах колійних зазорів без тривалого притискання гребенів колісних пар до однієї з рейок. Таку ж звивисту траєкторію руху по прямому шляху, схожу на синусоїду, має двовісний візок.

Дещо інша картина спостерігається при русі двовісного візка по кривій радіусом R . У цьому випадку на візок додатково діють відцентрові сили, які не тільки притискають гребені коліс до внутрішньої частини зовнішньої рейки, але й створюють певний поперечний перекис екіпажу. Для запобігання заклинювання гребенів бандажів усередині рейкової колії при перекосі екіпажу криві ділянки роблять із розширенням на величину Δ . При радіусі кривої від 349 до 300 м $\Delta = 10$ мм, при $R = 300$ м - $\Delta = 15$ мм.

З рис. 1.3 видно, що шлях, що проходить одним колесом колісної пари по зовнішній рейці кривою, більший, ніж іншим колесом по внутрішній рейці. Отже, при циліндричній формі бандажа при русі в кривій неминуче прослизання колеса, що рухається зовнішньою рейкою, що призвело б до значної втрати потужності тепловоза на подолання сил тертя ковзання коліс по рейках та їх підвищеному зносу. Отже, друге призначення конусності 1:10 робочої поверхні бандажу – полегшення проходження тепловозом кривих ділянок колії.

Повідкові (безщелепні) букси (рис. 1.4) застосовані на тепловозах 2ТЕ10В, 2ТЕ116 та ін. Такі букси повністю виключають тертя у вузлі. Корпус букси має своєрідну форму: у нього немає бічних напрямних площин. Корпус має дві пари клиноподібних вирізів для з'єднання з валиками гумометалевих втулок повідків. Повідки також за допомогою таких втулок приєднуються до рами візка. Така підвіска букси дає їй можливість пружного переміщення щодо рами у вертикальному та поперечному напрямках. Корпус має два опорні кронштейни для пружин ресорного підвішування. Сам корпус у разі грає роль

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						22
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

балансира. До передньої кришки корпусу приварено кронштейн для кріплення фрикційного амортизатора.

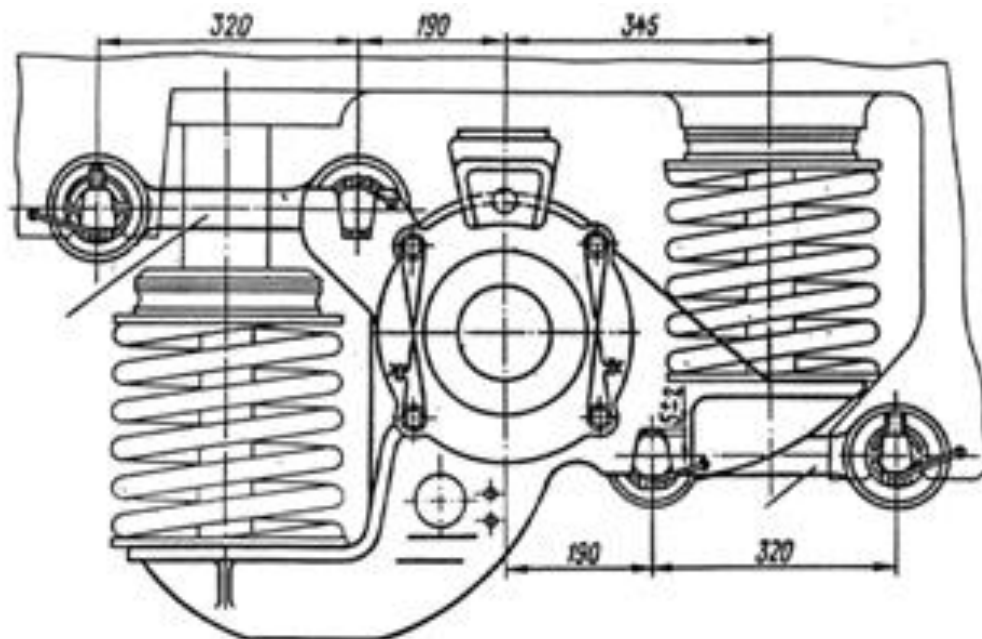


Рисунок 1.4 – Буксовий вузол тепловоза

У безщелепної букси відсутній упор ковзання: він замінений упорним шарикопідшипником. У зв'язку з цим відпала потреба у двох видів масла. Букса заповнюється консистентним маслом і не вимагає його заміни до поточного ремонту.

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		23

2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ФОРМУВАННЯ КОЛІСНИХ ПАР ТЕПЛОВОЗІВ

2.1 Загальні положення технології формування колісних пар

Формуванням колісних пар називають процес складання колісних пар із нових елементів при їх виготовленні. Формування колісних пар проводять як з використанням гідравлічного преса (холодний спосіб), так і тепловим способом з попереднім нагріванням деталі. Міцність посадки забезпечується натягом, тобто перевищенням діаметра місця посадки (осі колісної пари) над діаметром отвору деталі, що напресовується (центру).

Заміна окремих частин колісної пари (осей, центрів, вінців, зубчастих коліс) новими або придатними, але що були в експлуатації, вважається ремонтом колісних пар зі зміною елементів [7].

Існуючі та нові тепловозні колеса відносяться до складового типу: колісний центр напресовують на вісь колісної пари; на зовнішній діаметр колісного центру тепловим способом насаджують бандаж і закріплюють від осьового зміщення стопорним кільцем.

Колісний центр виготовляється з мартенівської сталі 25Л виливом. Залежно від призначення та потужності тепловоза, типу підвішування тягового електродвигуна, схеми та конструкції приводу існують різні конструкції колісних центрів, що відрізняються радіальною та згинальною жорсткістю, деформованим станом при посадці бандажу з натягом і, отже, епюрами розподілу контактних тисків по поверхні пари [8].

Умова міцності з'єднання при навантаженні крутним моментом T залежить від коефіцієнта тертя ковзання f та питомого тиску p на поверхні посадки:

$$KT \leq (fp\pi d^2 l)/2, \quad (2.1)$$

де $K = 1,5 - 2$ – коефіцієнт запасу;

						Арк.
					6.273.190528.ПЗ	24
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

d – посадковий діаметр з'єднання, мм;

l – довжина посадкової поверхні, мм;

p – питомий тиск на поверхні посадки, МПа.

Питомий тиск на поверхні посадки пов'язаний з номінальним натягом залежністю Ламе:

$$p = N[d(C_1/E_1 + C_2/E_2)], \quad (2.2)$$

де N – номінальний натяг;

C_1, C_2 – коефіцієнти Ламе колісного центру та бандажу відповідно;

E_1, E_2 – модулі пружності матеріалів колісного центру та бандажу, МПа.

Дійсний натяг визначається з урахуванням поправки U :

$$N_\partial = N + U \quad (2.3)$$

Величина поправки U залежить від шорсткості посадкових поверхонь колісного центру та бандажу, способу складання з'єднання та умов його експлуатації.

У загальному випадку

$$U = U_R + U_b, \quad (2.4)$$

де U_R – поправка на змінання мікронерівностей у зібраному з'єднанні

$$U_R = 1,2 (R_{z1} + R_{z2}), \quad (2.5)$$

де R_{z1}, R_{z2} – висота мікронерівності профілю посадкових поверхонь колісного центру і бандажа відповідно;

U_t – поправка на температурну деформацію деталей, що враховує зменшення натягу за рахунок нагрівання бандажа при колодковому гальмуванні

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						25
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

та відмінності коефіцієнтів лінійного розширення матеріалів деталей, що з'єднуються.

Використовуючи залежності (2.1) та (2.2), визначаємо крутний момент, який може витримати з'єднання без ослаблення посадки.

Однак при спільній дії ряду технологічних, конструкційних та експлуатаційних факторів відбуваються провороти бандажів. Розглянемо можливі причини цієї несправності з'єднання.

Значною мірою надійність з'єднання бандажу з ободом колісного центру залежить від технології обробки посадкових поверхонь. Відповідно до ГОСТ 11018-2000 з'єднання бандажа з центром здійснюється тепловим способом з натягом 0,0012 – 0,0016 посадкового діаметра d та шорсткістю поверхонь сполучення $R_z \leq 20$ мкм.

З формул (2.3) і (2.4) видно залежність величини дійсного натягу з'єднання від шорсткості посадкових поверхонь колісного центру та бандажу, температурної деформації деталей.

Крім цього, величина крутного моменту T , що передається з'єднанням, залежить від площі прилягання внутрішньої поверхні бандажа до обода колісного центру, що забезпечує нерухомість з'єднання. Проте, як показали обстеження низки колісних цехів депо та локомотиворемонтних заводів, на окремих колісних парах площа прилягання становила 20 – 45 % і рідко доходила до 90 % від номінальної [9]. Недостатнє прилегання поверхні бандажа до обода колісного центру призводить до зниження сили тертя, міцності з'єднання і передається крутного моменту (див. рис. 2.1).

Посадочні поверхні бандажа і обода повинні мати форму, що забезпечує рівномірність напружень матеріалу деталей, що сполучаються. При обробці поверхонь сполучення через похибки обладнання, зношування ріжучого інструменту, дії статичних і динамічних зусиль утворюються овальність і конусність, при яких порушується прилягання поверхні бандажа до обода колісного центру. Через зменшення площі фактичного контакту в місцях з підвищеним питомим тиском відбувається корозійно-механічне зношування

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						26
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

(фреттинг-корозія), зумовлене циклічними відносними мікропереміщеннями поверхонь посадки. Згинання бандажа в місцях неприлягання поширюється всередину до обода колеса. При обертанні колеса деформації шарів бандажа циклічно змінюються та супроводжуються мікрозсувами щодо поверхні обода колісного центру. Зношування поступово зменшує міцність з'єднання і призводить до провороту бандажу.

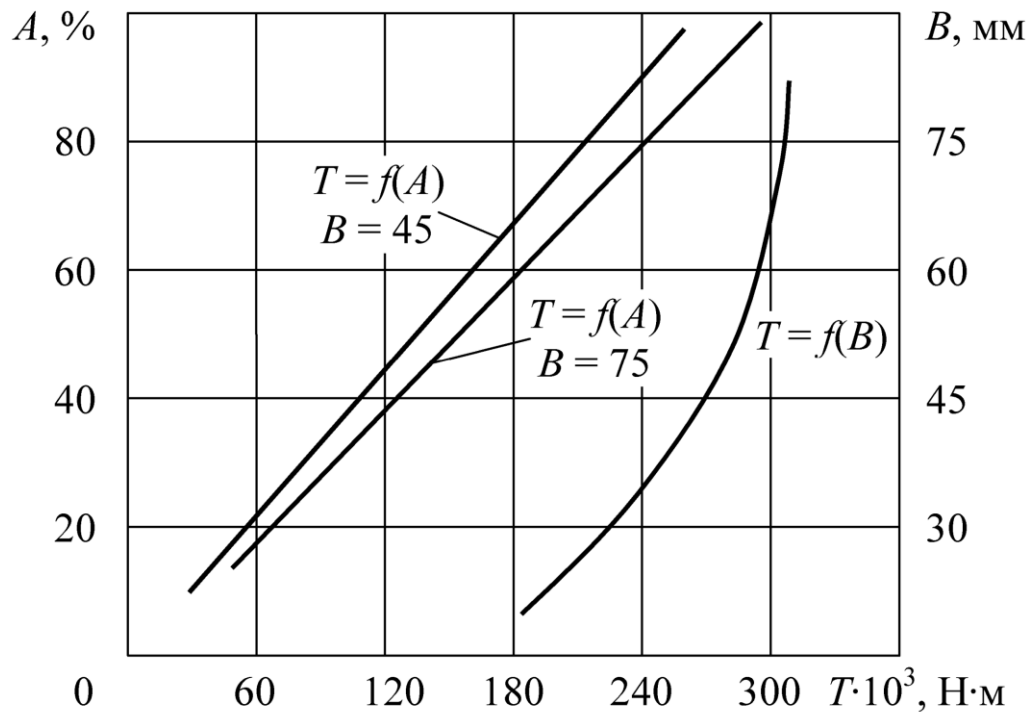


Рисунок 2.1 – Залежність величини крутних моментів, що передаються з'єднанням «бандаж – колісний центр», від площі прилягання внутрішньої поверхні бандажа до обода колісного центру (A) та товщини бандажу (B)

При експлуатації внаслідок зносу поверхні катання та ремонтних обтічок відбувається зменшення товщини бандажу. Ця обставина не означає обов'язкового провороту бандажу, але зменшення його товщини створює передумови до провороту при спільній дії кількох факторів. При натягу $1,45 \cdot 10^{-3}$ м та товщині бандажу 75 мм переданий крутний момент становить 309 506 Н·м. Зі зменшенням товщини бандажа до 33 мм питомий тиск посадки знижується на 20 %, що призводить до зменшення величини моменту, що передається, в 1,25 рази (рис.2.1).

Імовірність провороту бандажа істотно зростає при спільній дії конструктивних та експлуатаційних факторів.

Найбільше силове вплив з'єднання «колісний центр – бандаж» зазнає при проходженні рейкового стику, особливо в зимовий період експлуатації, коли жорсткість шляху збільшується вдвічі-втричі за рахунок промерзання баластової призми. Це зусилля може ще більше зростати, якщо врахувати, що при відхиленні основного кроку та профілю зачеплення тягової передачі від норми не відбувається плавного пересполучення зубів, а виникають удари, сила яких може бути зрівнянна із зусиллям, що передається з'єднанням. Вибрація електродвигуна, що виникає при цьому, що спирається на вісь колісної пари, впливає на колеса локомотива і сприяє порушенню посадки з'єднання "колісний центр - бандаж".

Висока контактна напруга, проковзування колісних пар, що супроводжується великим температурним градієнтом у зоні тертя, призводять до утворення наварів на поверхні катання, раковин втомного походження, вищірбин бандажів.

З'єднання з натягом колісного центру та бандажу виконують по циліндричній поверхні без використання додаткових деталей та кріплень. Після складання з'єднання внаслідок пружних та пластичних деформацій діаметр посадкових поверхонь стає загальним. На поверхні посадки виникають питомий тиск і відповідні йому сили тертя, які забезпечують нерухомість з'єднання та передачу обертового моменту.

Використання бандажної сталі підвищеної твердості має призводити до збільшення площі поверхні фактичного дотику, у зв'язку з чим зростає тертя у поєднанні та відповідно міцність з'єднання.

Знов сформована колісна пара повинна відповідати затвердженим кресленням, технічним умовам та чинним стандартам, а також фірмовій технічній документації для закордонних локомотивів.

Формування колісної пари тепловоза починається з посадки на вісь зубчастого колеса (або його маточини). Натяг між поверхнями, що

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						28
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

сполучаються, повинен бути в межах 0,18 - 0,22 мм, задираки і вибоїни на них не допускаються. Зубчасте колесо нагрівають 5 до температури 160 - 200 °С. Підступичну частину осі покривають тонким шаром еластомеру ГЕН-150 або лаком марки ВДУ-3 для захисту поверхонь, що сполучаються від корозії. Після посадки та остигання зубчастого колеса міцність з'єднання перевіряється на пресі. При дії сили 700 кН зубчасте колесо має бути нерухомим. Процес напресування зубчастого колеса фіксується як діаграми на спеціальних бланках.

Ось із зубчастим колесом запресовують у колісні центри в холодному стані. Перед установкою на гідравлічний прес посадкові поверхні осі та центрів протирають насухо, а потім змащують рослинною олією (натуральною оліфою), щоб не допустити задирок при складанні і оберігати поверхні, що сполучаються від корозії. Натяг має бути 0,2 - 0,35 мм, зусилля в кінці запресування - 950–1400 кН.

Процес запресування осі в колісні центри записується у вигляді діаграми (графічної залежності зусилля преса від переміщення колісного центру посадкової поверхні). Запис характеру перебігу запресування дає можливість судити, наскільки добре були підготовлені посадкові поверхні. При задовільному запресуванні її діаграма має вигляд плавно наростаючої кривою, злегка опуклою по всій довжині запресування.

При формуванні колісних пар пасажирських тепловозів застосовують лише тепловий спосіб. Ступицю центру в цьому випадку нагрівають в електрогорні до температури 250 - 320 °С струмом промислової частоти.

Для надійної посадки бандажа на колісний центр створюють натяг 1,1-1,45 мм. Перед посадкою перевіряють цілісність бандажів (дефектоскопують) та визначають їх твердість. Бандажі однієї колісної пари повинні мати приблизно однакову твердість. Різниця твердості по Брінелю двох бандажів однієї колісної пари має перевищувати величини НВ 20.

Для колісних пар із двосторонньою прямозубою зубчастою передачею для забезпечення паралельності зубів вінця одного зубчастого колеса до зубів вінця іншого зубчастого колеса встановлюється такий порядок формування:

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						29
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

а) перед напрессовкой центрів зубчастих коліс зробити розмітку і строжку пазів у вінцях і центрах зубчастих коліс. Обробку пазів у вінцях і центрах зубчастих коліс можна проводити без розмітки за умови, що обробка пазів вестиметься за допомогою пристосування, що забезпечує збіг всіх пазів центру з пазами вінця в межах встановлених допусків при суміщенні будь-якого паза вінця з будь-яким пазом центру;

б) виконати напресовування центрів зубчастих коліс на подовжені маточини колісних центрів і провести чистову обробку отворів ступиць коліс під запресування;

в) надіти вінці на центри зубчастих коліс у довільному положенні та притиснути шайбами на тимчасових болтах і напресувати колісні центри на вісь;

г) повертаючи вінці на центрах і поєднуючи різні пази вінців з різними пазами центрів, знаходиться таке положення, при якому паралельність зубів обох вінців повністю збігається або матиме відхилення не більше 0,5 мм;

д) закласти в пази пружинні пакети, повторно перевірити паралельність зубів, потім приклепати шайби.

При поставці зубчастих коліс у зібраному вигляді (як запасні частини) дозволяється насадку одного зубчастого колеса на гідравлічному пресі, а насадку іншого колеса - тепловим методом.

Нагрів маточини зубчастого колеса слід проводити рівномірно до 200 - 250°C, не допускаючи перегріву інших деталей колісної пари (вінець, вісь, маточина колісного центру).

Бандаж нагрівають в індукційному горні до температури 250 - 300 ° С, після чого обід центру заводять в нагрітий бандаж до упору в бурт.

При повільному охолодженні бандаж щільно стискає центр. Коли температура бандажа знижується, але має температуру не нижче 200 ° С, у його паз заводять бандажне кільце, виготовлене з фасонної сталі.

Потім обкатують притискний бурт бандажа для щільного охоплення кільця. Таким чином, завзятий бурт перешкоджає зміщенню бандажу у випадках

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						30
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

сильного нагріву, наприклад, при інтенсивному гальмуванні в один бік, а кільця - в іншу.

Після повного остигання бандажа щільність пресової посадки перевіряють по звуку ударів молотком по колу катання.

Щоб контролювати нерухоме положення бандажа щодо центру, на бічній поверхні бандажа вибивають (на довжині 25 мм) чотири-п'ять кернів глибиною 1 - 1,5 мм, а на обід колісного центру роблять глибиною 1 мм проти середньої лунки.

На новосформованих колісних парах центри забарвлюють емаллю чорного кольору, а зовнішні грані бандажів - емаллю білого кольору. Після фарбування колісної пари по кернах наносять смугу завширшки 25 мм: на бандажах червоною фарбою, а на обід центрів — білою.

Колісні пари локомотивів з конструкційною швидкістю понад 120 км/год і моторних вагонів моторвагонного рухомого складу з конструкційною швидкістю понад 130 км/год повинні піддаватися динамічному балансуванню, крім колісних пар з незнімними без розпресування коліс деталями, що мають свободу переміщення щодо. Для таких колісних пар має проводитися статичне балансування колісних центрів.

2.2 Технологія формування колісних пар з використанням нагріву бандажів

На підприємствах, що здійснюють формування колісних пар, стоїть завдання щодо рівномірного нагрівання габаритних бандажів масою до 700 кг і менш габаритних деталей (підшипників, шестерень, зубчастих кілець та ін.) при посадці на колісні пару до температури 270-300°C з контролем температури у трьох точках деталі.

На даний момент одним з рішень для даної задачі є індукційний нагрівач ІНП-50 СЖ (рис.2.2).

При формуванні колісних пар тепловозів в цьому випадку застосовують лише

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						31
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

тепловий спосіб. Ступицю центру в цьому випадку нагрівають в електрогорні або індукційному нагрівачі до температури 250 - 320 ° С струмом промислової частоти з подальшою витримкою температури за часом та запису процесу нагрівання.

Перед насадкою бандажа на обід колісного центру його нагрівають до температури 250 - 320 ° С, щоб забезпечити натяг 1,0 - 1,5 мм горизонтально розташований бандаж опускають встановлений на осі колісний центр до упору в борт бандажа.



Рисунок 2.2 – Індукційний нагрівач ІНП-50 СЖ в процесі роботи

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		32

Температуру бандажу при нагріві контролюють в основному трьома способами. Перший - це з допомогою еталонних бандажів, другий - з допомогою термоолівців, а третій - з використанням терморезистора.

При повільному охолодженні бандаж щільно стискає центр. Коли температура бандажа знижується, але має температуру не нижче 200 ° С, у його паз заводять бандажне кільце, виготовлене з фасонної сталі. Процес монтажу завершено, нагрівач відкритий для підйому колісної пари із нагрівача (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Індукційний нагрівач ІПІ-50 СЖ після закінчення роботи

Переваги індукційного нагрівача ІПІ-50 СЖ:

1. Швидкість нагрівання колісних центрів та бандажів відповідно до нормативної документації;
2. Рівномірність нагрівання посадкової поверхні без ушкоджень;

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		33

3. Автоматичний процес розмагнічування деталей після завершення процесу нагрівання;

4. Автоматичний запис, документування та збереження процесу нагрівання з прив'язкою до кожної конкретної деталі (проекту) – формування звіту (налаштовується під вимоги замовника).

5. Виведення звіту на друк, збереження його в електронному вигляді.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики індукційного нагрівача ІНП-50 СЖ

Характеристики нагрівача	ІНП-50 СЖ
Потужність, кВт	30,0 – 50,0 кВА (залежно від виконання)
Частота мережі, Гц	50-60
Діапазон максимального зовнішнього діаметра деталі, що нагрівається, мм	10 - 1500
Максимальна вага деталі, що нагрівається, кг	700
Діапазон температури нагрівання, °С	0 - 400
Діапазон контролю часу, хв	0 - 99
Захист від перегріву	Так
Живлення, В	380
Гарантійний термін, років	3
Нормативний термін експлуатації, років	Від 10 і більше
Регулювання потужності	0-100 з кроком 10%
Виконання	Мобільне / Стаціонарне
Формування звітів «Процес нагрівання»	Так

За допомогою блоку керування (рис. 2.4) відбувається контроль управління процесом нагрівання деталі, а також введення-виведення інформації з нагрівання з подальшим збереженням всього процесу нагрівання, як пам'ять блоку управління, так і на зовнішні носії.

Приклад реалізації функцій пульта керування з виведенням діаграми нагріву на екран (рис. 2.5). У ході реалізації проекту враховуються всі побажання замовника щодо виведення інформації та відображення інформації у звітних документах.



Рисунок 2.4 – Блок керування індукційного нагрівача ІНП-50 СЖ

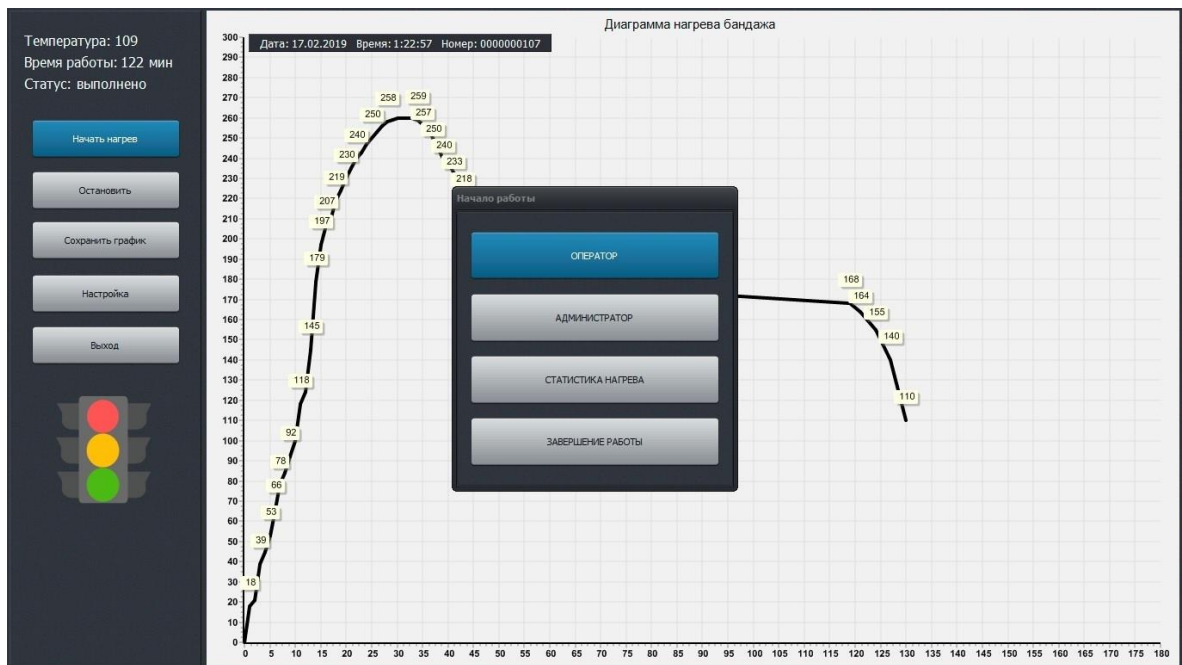


Рисунок 2.5 – Діаграма нагріву індукційного нагрівача ІНП-50 СЖ

2.3 Технологія формування колісних пар із застосуванням штучного холоду

Технологія формування колісних пар із застосуванням штучного холоду та цинкового гальванічного покриття підступних частин осі в порівнянні з

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		35

існуючими методами складання має цілу низку переваг. Новий спосіб формування збільшить надійність експлуатації рухомого складу, подовжить термін служби колісних пар і зменшить витрати на їх виготовлення і ремонт, що може дати значний економічний ефект. Надалі необхідні випробування колісних пар в експлуатаційних умовах, але вже отримані попередні дані показують, що нова технологія складання колісних пар може знайти широке застосування як залізничному, так і в інших видах рейкового транспорту.

В дисертації [1] для повного завершення циклу формування колісних пар була розроблена модель охолодження бандажів. Суть її складається в наступному.

За час охолодження температура бандажу змінюється від T_0 до T_c . У момент часу ϕ (в любий момент) температура тіла дорівнює T . За нескінченно малий період часу $d\tau$ кількість тепла, яка віддається бандажем дорівнює:

$$dQ = -\alpha(T - T_c)d\tau \quad (2.6)$$

де: $\alpha = \text{const}$ - коефіцієнт пропорції.

З іншої сторони, кількість тепла Q , яка віддається тілам при охолодженні від T_0 до T_c :

$$Q = mc \cdot (T - T_c) \quad (2.7)$$

При початковій умові $T = T_c$ та при $\tau=0$ шуканий закон охолодження:

$$T = T_c + (300 - T_c) \cdot e^{\frac{-\alpha\tau}{mc}} \quad (2.8)$$

де m і c відповідно теплоємність і маса металу.

На основі розроблених у другому розділі моделей були отримані залежності зміни температури від часу при нагріванні та при охолодженні бандажу з урахування температури навколишнього середовища. Розроблена модель

						Арк.
					6.273.190528.ПЗ	36
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

вибору параметрів індукційного нагрівача струмами високої частоти, на основі якої обрані її основні характеристики. Потім була удосконалена технологія збірки колісних пар.

При існуючій технології збірки колісних пар спочатку встановлюється еталонний бандаж і по ньому настроюють індукційний нагрівач на нагрів до необхідної температури. Лише після цього починається збірка колісних пар.

Недоліком даної технології можна вважати:

- неврахування зміни температури навколишнього середовища;
- додаткові витрати на встановлення, нагрів бандажу та настройку індукційного нагрівача;
- неможливість контролю дійсної температури бандажу.

Для усунення даних недоліків було впроваджено наступні зміни в технологію формування колісних пар:

- встановлено тепловізор для контролю температури нагріву бандажу;
- на основі раніше приведених моделей розроблено програмне забезпечення для автоматизованого контролера, який би вимикав індукційний нагрівач при досягненні необхідної температури (рис. 2.6).

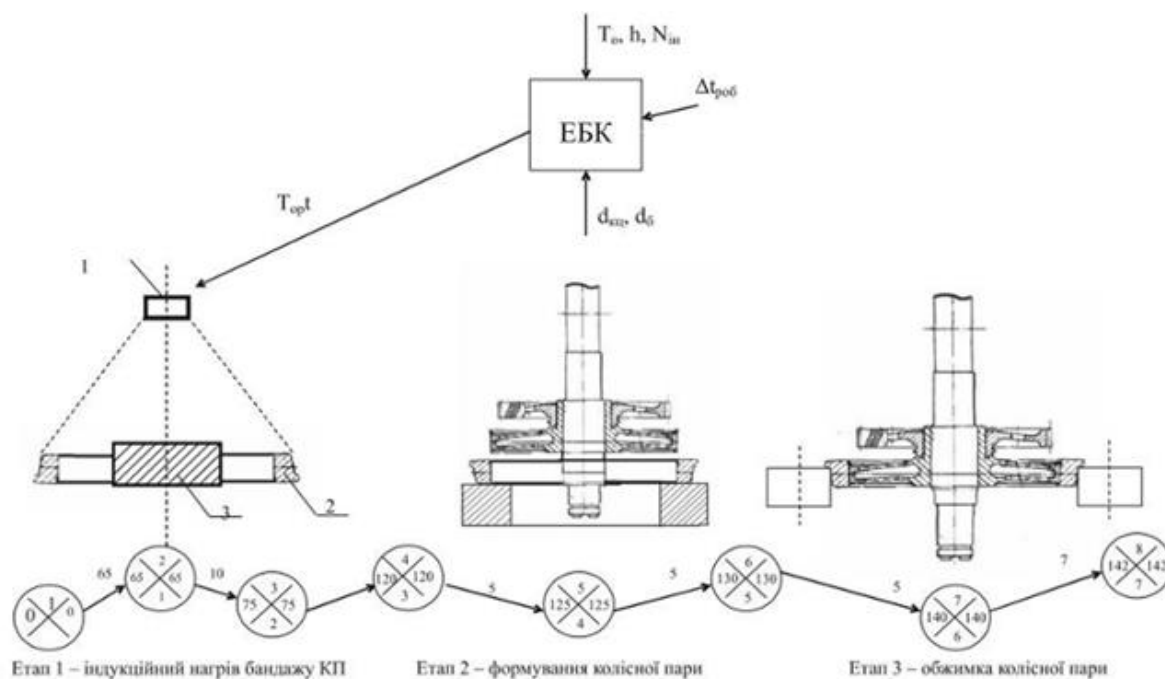


Рисунок 2.6 – Технологія формування бандажів колісних пар з використанням електронного контролера

3. ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ КОЛІСНИХ ПАР У ЦЕХУ

У колісному цеху ремонтують колісні пари і проводять формування нових колісних пар. Колісний цех відноситься до групи основних цехів. Розглянемо основні особливості технологічного процесу формування колісних пар тепловозів на прикладі колісного цеху Львівського ЛЛРЗ.

Існуюча форма організації ремонтного виробництва у колісному цеху Львівського ЛРЗ є прямоочною. У даній роботі пропонується організувати потокову форму організації ремонтного виробництва шляхом запровадження потокової лінії.

3.1 Загальні відомості

В основу сучасної організації виробничого процесу в колісних цехах покладено такі принципи: пропорційність, ритмічність, спеціалізація, паралельність та безперервність.

Пропорційність - відповідність пропускної спроможності виробничих ланок запланованого випуску колісних пар і співвідношення пропускних здібностей кожної ланки: пропускна спроможність кожної наступної ланки повинна бути не нижчою, а в ідеалі і вище за попередню.

Ритмічність – рівномірне формування колісних пар протягом календарного періоду.

Спеціалізація - розподіл праці у всіх ланках виробничої структури.

Паралельність - перебіг розчленованого виробничого процесу одночасно всіх робочих місцях.

Безперервність - протікання процесу виробництва без перерв - безперервний рух колісних пар, що формуються.

Формування колісних пар за стабільністю номенклатури, за спеціалізацією робочих місць та обладнання відноситься до масового виробництва. Однак на

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						38
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

більшості підприємств залізничного транспорту через невелику програму формування колісних пар рівень організації виробничих процесів у колісних цехах не відповідає вимогам масового виробництва, що характеризується високою продуктивністю праці та низькою собівартістю деталей. Найбільш прогресивною формою організації основного виробничого процесу є потоковий метод формування колісних пар, який характеризується суворою послідовністю виконання ремонту на спеціалізованих за видами робіт операціях.

У колісних цехах найбільшого поширення набули потокові лінії з перервним рухом деталей, що виникає в результаті різної продуктивності обладнання, що застосовується, не синхронізованого по випуску. У зв'язку з цим між окремими операціями утворюються заділи, в яких колісні пари або їх елементи простоюють в очікуванні чергової операції. Поточні лінії характеризуються тактом, тобто часом, що витрачається на формування однієї колісної пари. Такт визначається ставленням дійсного фонду часу випуск (кількість деталей) за аналізований період. Ритм – зворотне значення такту – характеризується кількістю деталей, що випускаються в одиницю часу.

Найважливішим показником, що характеризує організацію виробничого процесу у часі, є тривалість виробничого циклу, тобто час від початку остаточно процесу формування колісних пар. Цикл складається з технологічного, міжопераційного часу та часу перерв. Технологічний час витрачається на виконання основних операцій з ремонту та формування. Міжопераційний час витрачається на транспортування та остаточний міжопераційний контроль.

Елементи, що входять до складу циклу, мають наступний сенс. Штучний час - це повний час, що витрачається на виконання основної операції. Штучний час на виконання кожної операції складається з основного (машинного), допоміжного часу, часу на організаційно-технічне обслуговування робочого місця та часу на природні процеси та фізіологічні потреби та відпочинок. Основний та допоміжний час у сумі утворюють оперативний час. Час на протікання природних процесів - це час, що витрачається на сушіння,

						Арк.
					6.273.190528.ПЗ	39
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

нагрівання, охолодження та інші процеси. Час на контроль та транспортування - час, що витрачається на виконання вхідного, міжопераційного та остаточного контролю, вимірювання та дефектоскопії, та час на транспортування колісних пар у процесі їх ремонту. Час перерв складається з часу знаходження деталей в оборотних заділах (оборотні перерви); очікування на звільнення робочого місця; пролежування деталей у резервних (страхових) заділах (резервні перерви), які створюються всередині та поза колісним цехом з метою не допустити можливих перебоїв у роботі, пролежування деталей через організаційно-технічні неполадки у виробництві (випадкові перерви) та простій деталей у неробочий час (свята, обідні перерви і т. д.) (нережимні перерви).

Формування колісних пар здійснюється потоковим та стаціонарним методами. Стаціонарний метод ремонту полягає в тому, кожен поданий на складальну ділянку агрегат знаходиться на одній позиції протягом усього часу виконання робіт. Формування здійснюють спеціалізовані чи комплексні бригади робітників різних професій. До технологічного процесу складають графіки, що визначають послідовність виконання операцій, паралельність здійснення робіт, витрати.

Поточний метод полягає в тому, що колісні пари пересуваються у встановленій послідовності до робочих місць для виконання певного обсягу операцій. Робочі бригади постійно перебувають у своїх позиціях. За такої організації трудового процесу виключається необхідність у перенесенні пристроїв та інструменту з одного робочого місця на інше, значно скорочується різноманітність виконуваних робіт. В результаті підвищується продуктивність праці, знижується собівартість та покращується якість формування. Поточність виконання ремонту може бути дотримана за умови одночасного завершення встановленого обсягу робіт на всіх позиціях. Тому для подачі на лінію підбирають агрегати з приблизно однаковим обсягом ремонтних робіт.

Виходячи з вищесказаного, для подальшої розробки вибираємо поточний спосіб, як більш економічний і прогресивний. Він призводить до підвищення продуктивності праці та якості ремонту, до покращення використання

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						40
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

обладнання та площ цеху, до скорочення тривалості циклу та до зниження собівартості формування колісних пар.

Обладнання, що застосовується в колісних цехах, поділяється на виробниче (технологічне), допоміжне та підйомно-транспортне. Виробниче устаткування - це робочі машини, верстати, установки, стенди, зайняті у виконанні основних операцій технологічного процесу формування колісних пар.

Допоміжне - це устаткування, що не бере участь безпосередньо у технологічному процесі, але використовується для обслуговування основного виробництва.

Підйомно-транспортне обладнання - це різні пристрої, механізми, що виконують підйомно-транспортні та вантажно-розвантажувальні роботи в цеху.

Число одиниць виробничого обладнання ($O_{ц}$) для однієї роботи, що виконується в цеху, визначають за формулою:

$$O_{ц} = \frac{T_{шт} \cdot B_{к}}{60 \cdot F_{д}} \quad (3.1)$$

де $T_{шт}$ – штучний час, хв;

$B_{к}$ – кількість колісних пар, що ремонтуються, на рік;

$F_{д}$ – річний фонд робочого часу обладнання.

Крім основного виробництва, колісні цехи мають допоміжні служби: майстерні з ремонту інструменту, склади, комори, інструментально-роздавальні.

В організації роботи колісного цеху велику роль грає правильна організація праці та кваліфікація персоналу.

3.2 Технологічний процес

За діючою структурою до складу колісного цеху входять буксово-роликове відділення, заточувальне відділення та механічно-пресова дільниця. Колісний цех ВАТ ЛЛРЗ розташований у окремій будівлі.

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		41

Операції з формування колісних пар здійснюються відповідно до технологічного процесу із суворим дотриманням вимог відповідних інструкцій.

Нові зубчасті колеса поступають з заготівельного цеху ВАТ ЛЛРЗ, нові колісні центри – з Гайворонського локомотиворемонтного заводу, нові осі – з Дніпропетровського металургійного комбінату, а нові бандажі – з металургійного комбінату Гута-Банкова (Польща).

Після зпресовування елементів виконується механічна обробка маточини колісного центру для забезпечення необхідного натягу, потім зубчасте колесо напресовується у холодному стані за допомогою гідравлічного пресу на подовжену ступицю колісного центру, а після цього колісний центр з напресованим зубчатим колесом напресовується за допомогою гідравлічного пресу на вісь (точніше вісь впресовується у колісний центр) зі зняттям діаграми напресування. Якщо діаграма напресування задовольняє вимогам інструкції з технічного обслуговування, ремонту та формування колісних пар, то вона направляється на обточку ободів на колесо.

Нові бандажі розточуються під необхідний натяг і напресовуються на колісні центри за допомогою гідравлічного пресу у гарячому стані після попереднього розігріву у газовому горні. Після зниження температури ободів до температури навколишнього середовища на верстатах КЗТС 10М відбувається обробка профілю кочення.

Складена колісна пара поступає на кінцеву обробку осі для забезпечення креслярських розмірів. Тут також відбувається накочування шийкоосей роликками для забезпечення необхідної твердості. Після обробки колісна пара поступає на спеціалізовану комплектувальну колію, де відбувається вихідна магнітопорошкова та ультразвукова дефектоскопія. При задовільних результатах відбувається монтаж букс і колісна пара поступає у складальний цех або відправляється замовнику.

У колісному цеху застосовується в основному високоспеціалізоване устаткування, що дозволяє виконувати тільки суворо визначені операції. Це устаткування, як правило, має складні гідравлічні й електричні схеми

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						42
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

керування. Механопресова дільниця обладнана гідравлічними пресами зусиллям 400 і 630 т. Для запису діаграм процесів запресовування і випробування на зрушення преси обладнані самописними манометрами, а для візуального контролю зусиль - робочими манометрами.

У результаті аналізу технологічного процесу формування колісних пар у колісному цеху ВАТ ЛЛРЗ виявлені наступні недоліки:

- у цеху не застосовується потокова форма організації виробництва, відсутні потокові лінії, колісні пари переміщуються мостовим краном на спеціалізовані позиції, які розташовані не у порядку технологічних операцій;
- нагрівання бандажів відбувається газовим горном, що не є технологічним з сучасної точки зору;
- відсутня установка для контролю твердості матеріалу бандажів, значення твердості приймається за даними заводу-виготівника.

Усунення зазначених вище недоліків і є однією з цілей даної роботи.

3.3 Вибір підйомно-транспортного обладнання

Підйомно-транспортне обладнання цеху складається з мостових, підвісних, консольно-поворотних і козлових кранів, підвісних кран-балок, монорейок з тельферами, конвеєрів, рольгангів, пневматичних, гідравлічних і електричних підйомників, електрифікованих рейкових візків, автотранспортувачів, електрокарів, мотокарів та інших технічних засобів. Вибір підйомно-транспортного обладнання проводиться з урахуванням забезпечення:

- повної механізації усіх підйомних, транспортних і складських робіт;
- обслуговування поточкових ліній спеціальними штатними підйомно-транспортними засобами;
- обслуговування окремих робочих місць індивідуальними підйомними пристроями;
- створення зручного транспортного зв'язку між окремими ділянками і робочими місцями.

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		43

Вантажопідйомність підйомно-транспортного обладнання вибирається за його призначенням виходячи з максимальної маси транспортованого вантажу, а для мостових кранів – з врахуванням можливості транспортування технологічного і станочного обладнання цеху.

Крани розміщуються у два яруси: в першому (нижньому) ярусі – крани вантажопідйомністю 10 т, у верхньому – крани вантажопідйомністю 50/10 т.

У зв'язку з тим що об'єкти та елементи, які ремонтуються у цеху мають значні габарити і масу, головне місце серед підйомно-транспортного обладнання займають мостові крани, які призначені як для транспортування вантажів у цеху, так і для розбиральних і монтажних робіт при розбиранні та складанні вузлів електровозів на потоково-конвеєрних лініях. Згідно до норм технологічного проектування локомотиворемонтних заводів у головному прольоті встановлюються мостові крани з розрахунку забезпечення запроектованої потужності цеху по випуску електровозів з ремонту.

Додатково для переміщення тепловозів і їх агрегатів у цеху використовуються ланцюгові конвеєри поточкових ліній, механізовані рейкові візки, електричні лебідки та інше обладнання.

Згідно норм проектування для нових цехів вантажопідйомність мостових кранів вибираємо для головного прольоту 50/10 т у верхньому ярусі, 10 т у нижньому ярусі.

При середній інтенсивності завантаження мостових кранів, яка є на локомотиворемонтних заводах, їх необхідна кількість підбирається, виходячи з норм обслуговування одним краном прольоту цеху довжиною 50 – 60 м. В нашому випадку при загальній довжині цеху 120 м необхідно 2 мостові крани.

3.4 Пропозиції з впровадження нового обладнання у колісному цеху

Як уже було відміщено вище, основним недоліком організації ремонтного процесу у колісному цеху ВАТ ЛРЗ є відсутність потокової лінії по ремонту

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						44
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

колісних пар. Застосування поточкових ліній у ремонтному виробництві має наступні переваги.

Потокова лінія являє собою комплекс технологічного, контрольного та транспортного обладнання, яке розміщене по ходу збирання чи розбирання і спеціалізоване на виконанні одної чи декількох операцій. Декілька поточкових ліній, що розміщені по ходу технологічного процесу, утворюють потокове виробництво. Якщо одні і ті ж предмети виробництва передаються від однієї одиниці обладнання до іншої строго за тактом випуску виробу (без переналадки обладнання) то така лінія називається безперервно-потоковою. Існують також перервні, змінно-потокові і змінно-прямоточкові лінії.

На переривних лініях як правило переналагоджують обладнання на окремих операціях. Тут передачу одних і тих же предметів виконують не за тактом їх випуску, а за оперативним часом на операції.

На змінно-потокових (серійних) лініях виготовляють чи ремонтують партії різнойменних предметів, а при запуску у виробництво чергової партії предметів виконують переналадку обладнання. Предмети по потоку передають строго по такту.

На змінно-прямоточкових лініях, крім того, обладнання переналагоджують і на окремих робочих місцях лінії у період виготовлення чи ремонту однієї партії предметів, а передачу предметів проводять не за тактом випуску виробу.

За ознакою механізації поточкові лінії класифікують на автоматичні та на комплексно-механізовані. На автоматичних лініях виготовлення чи ремонт вузлів локомотива, чи його частин у певній послідовності та з певним тактом здійснюються без безпосередньої участі людини. Людина виконує лише функції налагодження, спостереження та керування. На комплексно-механізованих лініях усі основні операції по виготовленню та транспортуванню вузлів та деталей виконуються механізмами.

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						45
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Базові положення механізму технічного переоснащення

Назва положення	Адаптивна характеристика
Формування оптимальної структури щодо цілей та засобів розвитку підприємства	Формування структури цілей допоможе визначити їх пріоритетність, що прискорить у подальшому процес прийняття рішень
Розробка і реалізація заходів технічного переозброєння повинна відбуватись з використанням інноваційних технологій та методик управління	Підприємство, щоб динамічно розвиватись повинно використовувати інновації як у виробництві, так і в управлінні. Тому врахування їх на початковому етапі розробки проекту сприятиме його подальшій ефективній реалізації
Інтеграція методів технологічного контролю і моніторингу у процес технічного переозброєння	Дані методи дозволяють виокремити і спрогнозувати у внутрішньому та зовнішньому середовищі такі фактори, у майбутньому можуть визначити напрями діяльності підприємстві в контексті технічного переозброєння
Формування єдиної інформаційної основи управління процесом технічного переозброєння	Ефективність управлінських рішень щодо процесу технічного переозброєння значною мірою залежить від достовірності та своєчасності надходження інформації
Формування бази знань на підприємстві, що дозволяє накопичувати, вивчати і використовувати досвід проведення технічного переозброєння на інших підприємствах	Така інформаційна база допоможе працівникам швидше адаптуватись до змін у виробництві, що виникають у зв'язку з технічним переозброєнням та ефективно реалізувати даний проект, використовуючи досвід інших підприємств
Підвищення відповідальності керівництва підприємства за результати проведення технічного переозброєння.	Керівники задля успішної реалізації проекту технічного переозброєння зацікавлені у створенні ефективної системи поточного та оперативного контролю над здійсненням проекту

Продуктивність потокової лінії залежить від такту потокової лінії, чим менший такт тим більше виробів випускають чи ремонтують на потоковій лінії. Тактом називається розрахункова тривалість рівних проміжків робочого часу між випуском з потокової лінії виробів, які слідує один за одним. Внаслідок втрат робочого часу номінальний фонд часу роботи поточкових ліній буде меншим на величину втрат робочого часу $\sum P_p$. Втрати робочого часу на поточкових лініях розподіляються на наступні види втрат: на ремонт обладнання, що виконується у робочий час; від перерв у роботі обладнання у випадку експлуатації лінії по різних організаційно-технічних причинах (огляди, наладка і регулювання обладнання, заміна і регулювання інструментів та пристосувань, доливання масла, заміна зношених частин і т.і.); від додаткових перерв на відпочинок і природні потреби працівників; за аварійними причинами.

Кількість виробів, що випускаються з потокової лінії у одиницю часу, називається темпом випуску виробів. Темп є величиною, яка зворотня до такту випуску виробів.

Основою організації поточкового виробництва є такт випуску готової продукції. При цьому технологічний процес будується по часу так, щоб тривалість технологічних операцій наближалась до величини такту випуску виробів з потокової лінії.

Метод розчленування технологічного процесу на операції, які за своєю тривалістю наближались б до величини, яка рівна чи кратна такту випуску виробів з потокової лінії, називається синхронізацією технологічних процесів. Рівень синхронізації процесів характеризується коефіцієнтом синхронізації.

У поточковому виробництві обладнання розміщують за ходом технологічного процесу, що забезпечує строгу залежність обслуговування робочих місць. Якщо на окремих робочих місцях ліній є недовантаження, то працівників використовують на декількох позиціях з паралельним чи послідовним обслуговуванням.

						Арк.
					6.273.190528.ПЗ	47
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Тривалість календарного часу, на протязі якого виріб обробляють (збирають) по усіх позиціях потокової лінії, називається технологічним циклом.

Розрізняють паралельний та послідовно-паралельний вид руху виробів на поточкових лініях. При паралельному русі передача виробів по операціях технологічного процесу відбувається одночасно на усіх робочих місцях через час, що рівний чи кратний такту випуску виробів з потокової лінії. При паралельно-послідовному виді руху виробів технологічний цикл визначається за графіком технологічного процесу [10].

Мною пропонується установити поточкову лінію по ремонту колісних пар у колісному цеху ВАТ ЛЛРЗ, для чого проведено перепланування типового проекту потокової лінії та пристосування її до розташування існуючого обладнання у цеху з метою мінімальної його перестановки.

Потокова лінія, схема якої наведена на рис. 3.1, має наступні позиції: розбирання колісних пар 5, зняття букс з шийок колісних пар 8, повороту 13 колісних пар на 90°, опускання підшипників в жолоб 6, збирання букс 9 і збирання колісних пар 11. Окрім цих позицій, в поточкову лінію входять окремі механізми і машини: механізм підйому колісної пари на підняту колію 2, машина для миття колісних пар і зачистки середньої частини осі 4, стенд для дефектоскопії колісних пар 14, поворотний круг 1 колісних пар на 90°, штовхачі 3 і 12 колісних пар. У поточкову лінію входить машина для миття шийок, яка встановлена після позиції зняття букс, і позиція обточування колісних пар.

Колісні пари переміщуються на потоковій лінії по піднятій колії, розміщеній на висоті 445 мм.

На зварній рамі позиції розбирання колісних пар змонтовано механізми для зупинки і скочування колісних пар, механізм повороту колісних пар на 180°, агрегат для розбирання колісних пар. Стиснуте повітря від повітряної магістралі депо подається до циліндра підйому механізму повороту колісних пар. Масло від насосної станції, встановленої на позиції зняття букс, подається до циліндра повороту колісних пар. Управління ведеться з пультів керування.

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		48

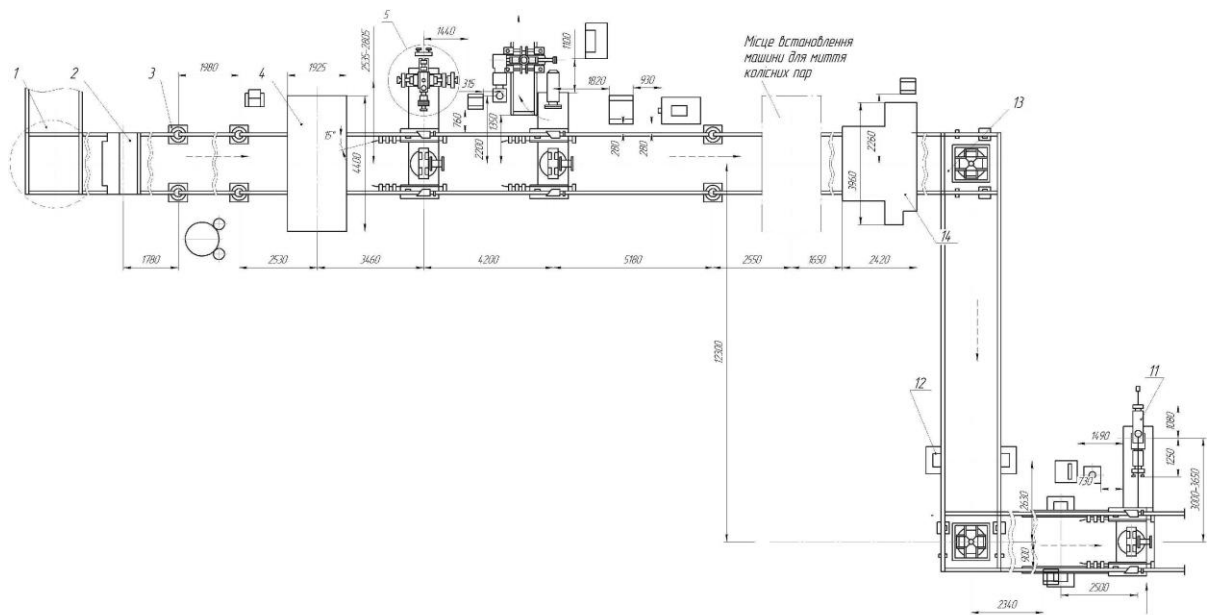


Рисунок 3.1 – Поточкова лінія по ремонту колісних пар у колісному цеху ВАТ ЛЛРЗ

Позиція зняття букс з шийок колісних пар складається з рами зварної конструкції, на якій встановлені механізми для зупинки і скочування колісних пар, механізм повороту колісних пар на 180° , знімач букс. Масло від насосної станції через штуцери підводиться до циліндрів затиску плити на буксі, та до циліндрів повороту плити знімача, а також до циліндра переміщення плити знімача, до циліндра знімання букс і до циліндра повороту знімача. Управління роботою на позиції виконується також з пульта управління.

На позиції повороту колісних пар на 90° встановлений механізм повороту колісних пар і пульт для управління їх поворотом. Для зупинки колісних пар на позиції повороту служить механізм зупинки. При наоченні колісної пари на грибок спрацьовує кінцевий вимикач, включаючи поворот колісної пари при автоматичному режимі. Автоматичний або ручний режим можна встановити з пульта, включивши відповідний тумблер. Позиція обладнана з обох боків клинами, за допомогою яких колісні пари скачуються після їх повороту.

Позиція збирання колісних пар являє собою зварну раму, на якій змонтовані механізми для зупинки і скачування колісних пар, механізм повороту колісних

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		49

пар на 180° і агрегат для збірки колісних пар. Роботою позиції управляють з пультів управління. На позиції встановлений штовхач колісних пар.

Колісну пару, що поступає на потокову лінію, піднімають підйомником на підняту колію. Після розбирання тягового редуктора колісну пару направляють в мийну машину. Чиста колісна пара потрапляє на позицію розбирання, де відкручують болти передньої кришки букси і стопорної планки. На тій же позиції відкручують осьову гайку. Повертають колісну пару на 180° і повторюють ці операції з другою буксою. Потім зіштовхують колісну пару на позицію зняття букс. Прикріплюють до букси технологічну плиту і знімають буксу з шийки осі. Повертають буксу на знімачі навколо своєї поперечної осі на 90° і повертають знімача навколо вертикальної осі на 90°. Далі буксу передають у буксо-роликове відділення колісного цеху на ремонт. Зібрана букса тельфером подається на позицію збірки колісних пар, де її надягають на шийку осі і закручують осьову гайку, потім ставлять стопорну планку і кришку.

Колісну пару після зняття з неї букс подають в машину для миття шийок, далі на дефектоскопію і обточування. Після обточування колісну пару подають на накопичувач, розташований між позиціями повороту колісних пар на 90°.

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		50

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Охорона праці під час роботи з колісними парами

4.1.1 Транспортування колісних пар та їх елементів за виробничою ділянкою, а також вивантаження та навантаження на платформи слід проводити справними вантажопідйомними механізмами та пристроями.

4.1.2 Робітники, які здійснюють ці роботи, повинні вміти користуватися стропами, канатами, ланцюгами, траверсами, кліщами, захватами та мати посвідчення на право виконання стропальних робіт.

4.1.3 Чалкові пристрої необхідно оглядати щодня, а у встановлені терміни їх повинні перевіряти та випробовувати особи, відповідальні за справність пристроїв. Випробувані пристрої забезпечуються клеймами і бирками, за відсутності яких працювати з пристроями не можна.

4.1.4 Забороняється знаходитися під колісними парами, що піднімаються, і переміщувати їх над людьми та обладнанням.

4.1.5 Перекочувати колісні пари по колії можна поштовхами від себе, а не на себе.

4.1.6 Працівники, що проводять обмивання колісних пар, повинні користуватися фартухами та рукавичками, а при розчиненні каустичної соди – також запобіжними окулярами.

4.1.7 Для нейтралізації лугу при випадковому попаданні її на відкриті частини тіла використовують розчин сірчанокиислого амонію. Перед початком роботи мийної машини включають вентиляцію.

4.1.8 При установці колісних пар та їх елементів на металорізальні верстати не слід звільняти вантажопідйомний пристрій до повного закріплення виробу, що обробляється на верстаті. Потрібно стежити за тим, щоб всі частини верстата, що обертаються, були закриті огорожами.

4.1.9 Починати роботу на верстаті можна, тільки переконавшись у його справності, а також у надійності кріплення оброблюваної деталі та ріжучого

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						51
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

інструменту. Робочий одяг повинен бути таким, щоб рухомі частини верстата не могли його захопити.

4.1.10 Рукави застібають щільно у кистей рук, волосся прибирають під головний убір, а на час роботи на верстаті надягають запобіжні окуляри. Під ногами повинні бути справні дерев'яні ґрати.

4.1.11 Щоб уникнути порізів рук при збиранні стружки, потрібно користуватися гачками, захищаючи руки брезентовими рукавицями.

4.1.12 Для сколювання зливої і крученої стружки на верстатах встановлюють стружколоми або виробляють спеціальне заточування різців.

4.1.13 Електрозварювальні роботи при ремонті колісних пар слід виконувати в окремій кабіні або іншому місці, надійно захищеному щитами або ширмами від приміщення основної виробничої ділянки, щоб уникнути пошкоджень очей, що працюють світлом зварювальної дуги.

4.1.14 Не можна розкидати колісні пари та їх елементи безладно або складати навалом.

4.1.15 Осі та колеса потрібно зберігати у штабелях з проходами між ними не менше 0,8 м або на спеціальних стелажах.

4.1.16 Магнітні та ультразвукові дефектоскопи повинні мати надійне захисне заземлення. Для цього їх підключають до мережі трижильним проводом із заземлюючою жилою за допомогою триштиркової вилки. Така вилка має середній штир (контакт) довший, ніж інші, тому забезпечує спочатку заземлення приладу, а потім увімкнення напруги.

4.1.17 Не можна робити підключення оголеними проводами.

4.1.18 Неприпустимо працювати з дефектоскопами, у яких розбиті корпуси або пошкоджена ізоляція котушок та з'єднувальних проводів, коли можливий дотик до неізольованих струмопровідних частин.

4.1.19 Забороняється застосовувати в дефектоскопних пристроях для зниження напруги реостати та автотрансформатори.

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						52
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

4.1.20 Можна використовувати лише понижуючі трансформатори, у яких вторинна обмотка (обмотка низької напруги) не має електричного зв'язку з мережею.

4.1.21 Корпус трансформатора та один кінець вторинної обмотки заземлюють.

4.1.22 Дефектоскопісти повинні застосовувати гумові діелектричні:

- рукавички;
- калоші;
- гумові килимки;
- інструмент з ізольованими ручками.

4.2 Вимоги безпеки і природоохоронні заходи з формування колісних пар тягового рухомого складу залізниць України

4.2.1 Всі виробничі приміщення, устаткування, технологічні процеси повинні відповідати вимогам забезпечення здоров'я і безпечних умов праці (ГОСТ 12.1.004, ДСТУ 3273 та ДСН 3.3.6.042) [7].

4.2.2 Забезпечення безпеки праці при огляді, опосвідченні, ремонті й формуванні колісних пар повинно виконуватися відповідно до вимог ГОСТ 12.3.002.

4.2.3 Додаткові вимоги безпеки праці, обумовлені місцевими особливостями в організації проведення ремонту й формування колісних пар, повинні встановлюватися в місцевих інструкціях по охороні праці для робітників відповідних професій, технологічній документації на виробничі процеси і стандартах підприємств з безпеки праці. Адміністрація повинна проводити інструктаж з охорони праці, техніки безпеки в відповідності з діючим законодавством України.

Керівник підприємства (заводу, депо і т.д.) несе основну відповідальність за охорону праці й навколишнього природного середовища відповідно до діючого законодавства України.

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		53

Організаційними роботами, пов'язаними з забезпеченням охорони праці і природи, займається головний інженер, відділ охорони праці (підпорядковується головному інженеру) вирішує поточні питання, пов'язані з забезпеченням безпеки праці.

4.2.4 При проведенні робіт, що регламентуються Інструкцією з формування, ремонту та утримання колісних пар тягового рухомого складу залізниць України колії 1520 мм ВНД 32.0.07.001-2001 (Нова редакція), повинні бути передбачені заходи захисту працюючих і навколишнього середовища від впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників згідно з ГОСТ 12.0.003 та ГОСТ 12.1.001.

4.2.5 Концентрації речовин, що мають шкідливі властивості, і рівень небезпечних і шкідливих виробничих чинників на робочих місцях, у виробничих приміщеннях не повинні перевищувати гранично допустимих значень (ГДЗ), встановлених стандартами і санітарними нормами.

4.2.6 Концентрація шкідливих речовин і забруднення, що виділяються в довкілля, а також рівні, що поширюють шум (ДСН 3.3.6.037) і вібрації (ДСН 3.3.6.039), електромагнітні поля, супутні ремонту і формуванню колісних пар, не повинні перевищувати гранично допустимих значень.

4.2.7 Технологічні позиції, що мають джерела виділення шкідливих речовин (фарбування, очищення й обмивання), повинні мати припливно-витяжне вентиляційне устаткування (ГОСТ 12.4.021). Повітря на робочому місці повинне відповідати існуючим нормам (ГОСТ 12.1.005).

4.2.8 При проведенні робіт з формування, ремонту та утримання колісних пар повинні бути передбачені міри захисту працюючих та навколишнього середовища від впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів згідно з ГОСТ 12.0.003, ГОСТ 17.0.0.04 та СП №1042.

4.2.9 Технологічні процеси, що являються джерелами виділення шкідливих речовин (фарбування, очищення та відмивання), повинні передбачати припливно-витяжне вентиляційне обладнання згідно з ГОСТ 12.4.021, ГОСТ 12.1.005 та СНІП 2.04.05.

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						54
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Основними задачами транспорту є своєчасне, якісне і повне задоволення потреб народного господарства і населення в перевезеннях, підвищення економічної ефективності його роботи. Для цього необхідно забезпечити удосконалення організації експлуатаційної роботи залізниць, ремонту й утримання колії і рухомого складу, значно підвищити продуктивність локомотивів і вагонів, збільшити швидкості руху поїздів, прискорити обіг вагонів; забезпечити подальший розвиток і технічне переоснащення локомотивних і вагонних депо, заводів по ремонті рухомого складу.

Індустрія залізничного транспорту - це складна динамічна система з великою кількістю підприємств.

Для досягнення зазначеної вище мети у першій частині проведено аналіз наукових робіт та теоретичних основ явища зчеплення між деталями колісної пари, виконаний аналіз конструкції колісних пар тепловозів, проаналізовано існуючі технології формування колісних пар тепловозів у розділі 2, доведена можливість технічного переоснащення колісного цеху, в третьому розділі запропоновано впровадження у цеху потокової форми виробництва, запроектовано розміщення потокової лінії.

Розглянуті питання охорони праці у колісному цеху та запропоновано заходи зі зменшення впливу шкідливих та небезпечних факторів на захворювання та травматизм у розділі 4.

Таким чином, у бакалаврській роботі розроблено заходи по удосконаленню технології формування колісних пар тепловозів та запропановані шляхи підвищення ефективності технологічного процесу формування колісних пар у колісному цеху шляхом технічного переоснащення.

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						55
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Мокроусов С. Д. Удосконалення технології формування колісних пар локомотивів : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 - рухомий склад залізниць та тяга поїздів / Сергій Дмитрович Мокроусов ; Укр. держ. акад. залізн. трансп. - Харків, 2006. - 21 с.

2. Грищенко М. А. Підвищення експлуатаційної безпеки елементів колісних пар на основі визначення механізмів формування дефектів : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20. Дніпропетровськ, 2015.

3. Грищенко, В. Е. Прогнозирование надежности бандажей колесных пар магистральных тепловозов : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07 / В. Е. Грищенко; Днепропетр. ин-т инж. ж.-д. трансп. – Днепропетровск, 1975. – 20 с.

4. Бабенко Я. В. Розробка заходів зі зменшення зношування поверхні коліс колісних пар локомотивів : дипломна робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістра: спец. 273 – залізничний транспорт/ наук. керівник М. І. Капіца; Дніпров. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпро, 2020. 77 с.

5. Шаповалов В.В., Щербак П.Н., Майба И.А., Косыгин В.Т. Методы устранения износа колес и рельс //Железнодорожный транспорт. – 2004. – № 3. – С. 108–111.

6. Кузьмич В.Д. Тепловозы // М.: Транспорт, 1982. – 317.

7. Інструкція з формування, ремонту та утримання колісних пар тягового рухомого складу залізниць України колії 1520 мм ВНД 32.0.07.001-2001 (Нова редакція) / Державна адміністрація залізничного транспорту України. Укрзалізниця. - К.: Поліграфсервіс, 2011. - 168 с.

8. О надежности соединения бандажа с колесным центром [Текст] / В. Г. Иноземцев, В. В. Иванов и др. // Вестник ВНИИЖТа. – 1986. – № 8. – С. 29 – 33.

9. Сашко, А. А. Отчего повреждаются бандажи / А. А. Сашко // Локомотив. – 2005. – № 10. – С. 36, 37.

10. Рубцов А. А. Техническое перевооружение заводов по ремонту железнодорожного подвижного состава. М.: Транспорт, 1991. – 225 с.

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
						56
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

11. Басов Г. Г. Математическая модель процесса индукционного нагрева бандажей / Г. Г. Басов, С. Д. Мокроусов, В. Г. Шаронова // Вісник Міжнародного слов'янського університету. –Харків: МСУ, -2004. -№2. -ТомVII. –С.69-73.

12. Басов Г. Г. Модель индукционного нагрева бандажей колесных пар / Г. Г. Басов, С. Д. Мокроусов, В. Г. Шаронова // Зб.наук.праць. –Харків: УкрДАЗТ, 2005. –Вип.66. –С.88-92.

13. Басов Г. . К анализу поперечных автоколебаний модели колесной пары. / Г. Г. Басов, С. Д. Мокроусов // Вісник Східноукраїнського національного університету. 2005. -№ 8 (90). –Ч.1. –С.15-22.

14. Басов Г. Г. Учет нелинейных сил крипа в задаче об устойчивости прямолинейного движения колесной пары / Г. Г. Басов, С. Д. Мокроусов // Зб.наук.праць. –Харків: УкрДАЗТ, 2005. –Вип.68. –С.152-161.

15. Губачева Л. А. Анализ методов обеспечения надежности работы пар трения в эксплуатации / Л.А. Губачева, С.Д. Мокроусов, В.П. Щербак, А.С. Михеев // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2004., -№8 (78). –С.43-48.

16 Мокроусов С.Д. Повышение надежности колесных пар локомотивов // Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: техніка, технологія, економіка та управління. Тези доповідей третьої науково-практичної конференції. Серія “Техніка, технологія”. –Київ: КУЕТТ, 2005. –С.36-37.

17. Інструкція щодо застосування еластомеру ГЕН-150 (В) при ремонті локомотивів. М.: Транспорт, 1968. 54 с.

					6.273.190528.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		57