

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: «Технології відновлення профілю бандажів електровозів без викатки колісних пар на базі локомотивного депо «Львів-Захід»»
за освітньою програмою Локомотиви та локомотивне господарство
зі спеціальності: 273 «Залізничний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: ЛГ 19117

(підпис студента)

/ Костянтин ХМІЛЬ /
(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: Technologies for restoring the profile of electric locomotive tires
without rolling out wheel pairs on the basis of the locomotive depot «Lviv-Zahid»
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

/ Kostiantyn KHMIL /
(name, surname)

Scientific Supervisor:

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

Normative controller :

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

ЗМІСТ

ПЕРЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	7
ВСТУП	8
1 ВІДНОВЛЕННЯ ПРОФІЛЮ БАНДАЖІВ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ОБРОБКИ РІЗАННЯМ БЕЗ ВИКАТКИ КОЛІСНИХ ПАР	9
1.1 Аналіз наукових робіт, присвячених питанням удосконалення технології відновлення профілю бандажів електровозів без викатки колісних пар	9
1.2. Аналіз процесу відновлення профілю поверхні кочення колісних пар без викатки	11
1.3 Огляд верстатів для відновлення колісних пар без викочування, що застосовуються на залізницях	12
1.3.1 Колесофрезерні верстати	13
1.3.2 Колесотокарні верстати з ручним припасуванням профілю	14
1.3.3 Колесотокарні верстати, оснащені системою копіювання	15
1.4 Схеми базування, що застосовують для відновлення профілю бандажів електровозів без викатки колісних пар	17
1.5 Схеми копіювання, що застосовують для відновлення профілю бандажів електровозів без викатки колісних пар	20
2 ВІДНОВЛЕННЯ ПРОФІЛЮ БАНДАЖІВ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НАПЛАВЛЕННЯ БЕЗ ВИКАТКИ КОЛІСНИХ ПАР	23
2.1 Суть методу наплавлення.....	23
3 ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ПРОФІЛЮ БАНДАЖІВ ЕЛЕКТРОВОЗІВ БЕЗ ВИКАТКИ КОЛІСНИХ ПАР НА БАЗІ ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО «ЛЬВІВ-ЗАХІД»	27

0041.190555.01.ВКР.ПЗ								
Зм	Арк	№ документа	Підпис	Дата	Технології відновлення профілю бандажів електровозів без викатки колісних пар на базі локомотивного депо «Львів-Захід	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		К. ХМІЛЬ	<i>[Підпис]</i>	10.06.22			5	40
Консульт								
Керівник		В. БОЯРКО	<i>[Підпис]</i>	07.06.22				
Н. контр.		Іван КРАВЕЦЬ	<i>[Підпис]</i>	10.06.22				
Зав.каф.		Олена БАЛЬ	<i>[Підпис]</i>	10.06.22				
						ЛІ УДУНТ		

3.1 Впровадження установки для одночасного наплавлення двох гребнів бандажів без викочування колісної пари на базі локомотивного депо «Львів-Захід»	28
3.2 Дослідження роботи установки для наплавлення гребнів бандажів без викочування колісної пари на базі локомотивного депо «Львів-Захід».....	30
3.3 Результати роботи установки на базі депо «Львів-Захід».....	34
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	38
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	40

									Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата					

**(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: 41 с., 8 рис., 5 табл., 13 використаних джерел.

Метою роботи є розробка комплексу заходів по відновленню профілю бандажів електровозів без викатки колісних пар.

Предмет дослідження – технології відновлення профілю бандажів електровозів без викатки колісних пар.

Об'єкт дослідження - бандажі колісних пар електровозів.

Для досягнення зазначеної вище мети у бакалаврській роботі проведено аналіз наукових робіт та проаналізовано існуючі технології, присвячені питанням удосконалення технології відновлення профілю бандажів електровозів за допомогою обробки різанням та за допомогою наплавлення без викатки колісних пар, надано пропозиції щодо удосконалення технології відновлення профілю бандажів електровозів без викатки колісних пар на базі локомотивного депо «Львів-Захід».

Ключові слова: КОЛІСНА ПАРА, ВІДНОВЛЕННЯ ПОВЕРХНІ КОЧЕННЯ, ФРЕЗЕРУВАННЯ, ТОЧЕННЯ, ТОЧНІСТЬ ВІДНОВЛЕННЯ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, БАНДАЖ, РЕМОНТ.

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

УЗ	АТ «Укрзалізниця»
УДУНТ	Український держаний університет науки і технологій
ТРС	Тяговий рухомий склад
ЧПК	Числове програмне керування
ППР	Планово-попереджувальний ремонт
НК	Неруйнівний контроль
ТО	Технічний огляд
ПР	Поточний ремонт

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		8

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.

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 [1].

Колісна пара є найбільш відповідальним вузлом локомотива, від стану якого залежить безпека руху. Вони сприймають статичні і динамічні навантаження від руху локомотива по рейковій колії, удари від нерівностей колії та бокові навантаження під час проходження кривих. Колісні пари перетворюють обертаючий момент якоря тягового двигуна в силу тяги поступального руху локомотива і гальмову силу при гальмуванні [2].

Найбільш ефективним методом підвищення довговічності бандажів, у яких знос гребеня значно випереджає зростання прокату, є наплавлення зношених гребенів колісних пар електровозів. Такий метод порівняно з відновленням обточуванням та формуванням конфігурації профілю за рахунок зменшення товщини бандажу має безперечні переваги: наплавлення гребеня у поєднанні з формою профілю, що охоплює, зводить до мінімуму технологічне зношування бандажу до списання, переважно визначається його природним зносом; ліквідується простий локомотивів, викликаний необхідністю проміжних обточувань (для електровоза 8-12 год); знижуються витрати на утримання верстатів для обточування без викочування та придбання ріжучого твердосплавного інструменту; досягається економія заробітної плати.

Мета роботи - розробка заходів по відновлення профілю бандажів електровозів без викатки колісних пар на базі локомотивного депо «Львів-Захід».

Об'єктом дослідження в даній роботі є бандажі електровозів.

Предметом дослідження є технологія відновлення профілю бандажів електровозів без викатки колісних пар.

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
						9
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

1 ВІДНОВЛЕННЯ ПРОФІЛЮ БАНДАЖІВ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ОБРОБКИ РІЗАННЯМ БЕЗ ВИКАТКИ КОЛІСНИХ ПАР

1.1 Аналіз наукових робіт, присвячених питанням удосконалення технології відновлення профілю бандажів електровозів без викатки колісних пар

Питання удосконалення технології відновлення профілю бандажів електровозів без викатки колісних пар 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., Грищенко М.А., 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., Баб'як М.О., та ін.

Робота [3] присвячена проведеним експериментальним дослідженням зносу бандажів електровоза в гірських умовах Львівської залізниці. Розглядалися періоди експлуатації електровоза з різними профілями коліс.

Об'єктом дослідження у роботі [4] виступає колісна пара локомотива, а метою – розробка заходів зменшення зношування поверхні колісних пар. Розглянуто теоретичні основи природи зчеплення коліс із рейками. Вказано фактори що впливають на зношування колісних пар локомотива й надано аналіз видів та причини пошкодження колісних пар. На підставі аналізу існуючих заходів підвищення ресурсу колісних пар спроектована уніфікована для різних серій тепловозів система гребнезмащування. Надано рекомендації

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		10

впровадження заходів з відновлення геометричних розмірів бандажів колісних пар локомотивів і можливість загартування поверхні бандажів колісних пар, що також суттєво вплине на підвищення їх ресурсу.

У статті [5] розглянуто причини постановок електровозів на позапланові ремонти по Львівській залізниці, причини інтенсивного зношування гребенів бандажів колісних пар, конструктивні особливості елементів механічної частини електровозів – коліскового підвішування, втулок гальмівної системи електровозів серій ВЛ10, ВЛ11, ВЛ80. Розроблені рекомендації щодо підвищення експлуатаційних характеристик та надійності механічної частини електровозів серій ВЛ10, ВЛ11, ВЛ80.

Дисертаційна робота [6] 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 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.

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
						11
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Робота [7] присвячена побудові методу прогнозування показників надійності деталей, схильних механічному зносу, на прикладі зношування по колу кочення бандажів колісних пар магістральних тепловозів.

1.2. Аналіз процесу відновлення профілю поверхні кочення колісних пар без викатки

Особливістю технологічного процесу відновлення колісних пар при поточному ремонті тягового рухомого складу є доцільність проведення операції відновлення без викатки колісних пар з-під рухомого складу. Використання цієї прогресивної технології виключає необхідність проведення трудомістких допоміжних робіт, таких як від'єднання тягового двигуна, підйом кузова, викочування візків, розбирання буксових вузлів, викочування та демонтаж колісно-моторного блоку, транспортування колісних пар на обробний верстат, що дає значний економічний ефект у порівнянні з традиційними методами відновлення.

Обробка колісних пар без викатки в цілому суттєво скорочує час простою рухомого складу у ремонті та значно знижує витрати праці.

У підрельсових верстатах, що випускаються світовою промисловістю, використовуються такі методи обробки різанням, як фрезерування, точення і шліфування. Одним з основних факторів, що впливають на конструкцію верстатів є габарит нижньої частини рухомого складу.

Обмежений вільний простір у нижній частині рухомого складу створює значні труднощі у компонуванні верстатів. До особливостей таких верстатів відносяться не тільки методи обробки, що використовуються, але і способи рзташування колісної пари, що значною мірою впливають на точність.

В даний час при обробці колісних пар на підрейкових верстатах як база використовуються або центрові отвори в осі, або букси, або поверхні кочення коліс, застосовуються також комбіновані методи базування.

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
						12
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

1.3 Огляд верстатів для відновлення колісних пар без викочування, що застосовуються на залізницях

На ремонтних та експлуатаційних підприємствах залізниць застосовуються різні типи верстатного обладнання для відновлення профілю поверхні кочення колісних пар без викатки. Найбільше застосування у локомотивних депо отримали колесофрезерні верстати, а також колесотокарні верстати з автоматизованим копіюванням профілю під час обробки. У деяких депо до сих пір використовують застарілі верстати типу А41 з ручним припасуванням профілю.

В даний час з усього верстатного парку локомотивних депо дві третини (69%) складають верстати з обробки профілю кочення коліс без викатки. Найбільша частина таких верстатів посідає модель КЖ-20 виробництва ПрАТ «Краматорський завод важкого верстатобудування» (рис. 1.1) [8] та верстати виробництва Rafamet S. F., UGB-150 та UGE-150N.



Рисунок 1.1 – Колесофрезерний спеціальний верстат моделі КЖ20ТФ1

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		13

1.3.1 Колесофрезерні верстати

На цих верстатах відновлення профілю коліс здійснюється за допомогою профільних фрез. Кожна фреза складається із корпусу, на якому закріплені змінні пластинки. На планках по спіралі встановлені ріжучі твердосплавні пластини. При відновленні профілю поверхні обода на колесофрезерних верстатах головний рух здійснює фреза, кругову подачу здійснює колісна пара, що обертається. Фрезерний верстат складається з механізму фрезерування та головного приводу. Механізм фрезерування базується на С-подібній рамі, яка має можливість коливатися на підшипнику та підніматися за допомогою гвинтового домкрата. У цей механізм входять профільні фрези та бабки з пінолями, які можуть встановлюватися за допомогою гвинтових витягів з черв'ячною передачею на висоту центрових отворів в осі колісної пари. Головний привід забезпечує обертання колісної пари від двох пар фрикційних роликів через гребені коліс. Передбачені також ролики, що вільно обертаються, для підтримки колісних пар. Особливістю верстатів цього типу є застосування комбінованої схеми базування, що включає вивішування колісної пари на парних роликах і подальше базування рухомої рами верстата за центровими отворами [9].

До переваг колесофрезерних верстатів можна віднести: простоту налагодження та роботи верстата, незалежність показників технологічного процесу від факторів кваліфікації персоналу та точності налаштування верстата, порівняно високу продуктивність верстата, зумовлену використанням фасонного інструменту.

Недоліками верстатів є: складний і дорогий інструмент, досить висока шорсткість поверхні, що отримується в основному конструкцією фасонного інструменту.

Особливістю конструкції колесофрезерних верстатів КЖ-20 є обмеження регулювання параметрів режиму різання, зокрема регулювання швидкості

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
						14
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

головного руху, що визначає низьку стійкість ріжучого інструменту (твердосплавних пластин) за тяжких умов різання за зміцненим металом.

1.3.2 Колесотокарні верстати з ручним припасуванням профілю

Одним із широко поширених верстатів для відновлення колісних пар без викатки є верстат А-41 виробництва Івано-Франківського заводу (рис. 1.2). Верстати даного типу відносяться до верстатів, простих по конструкції та експлуатації, обточування проводиться по черзі для кожного бандажа з ручним припасуванням.

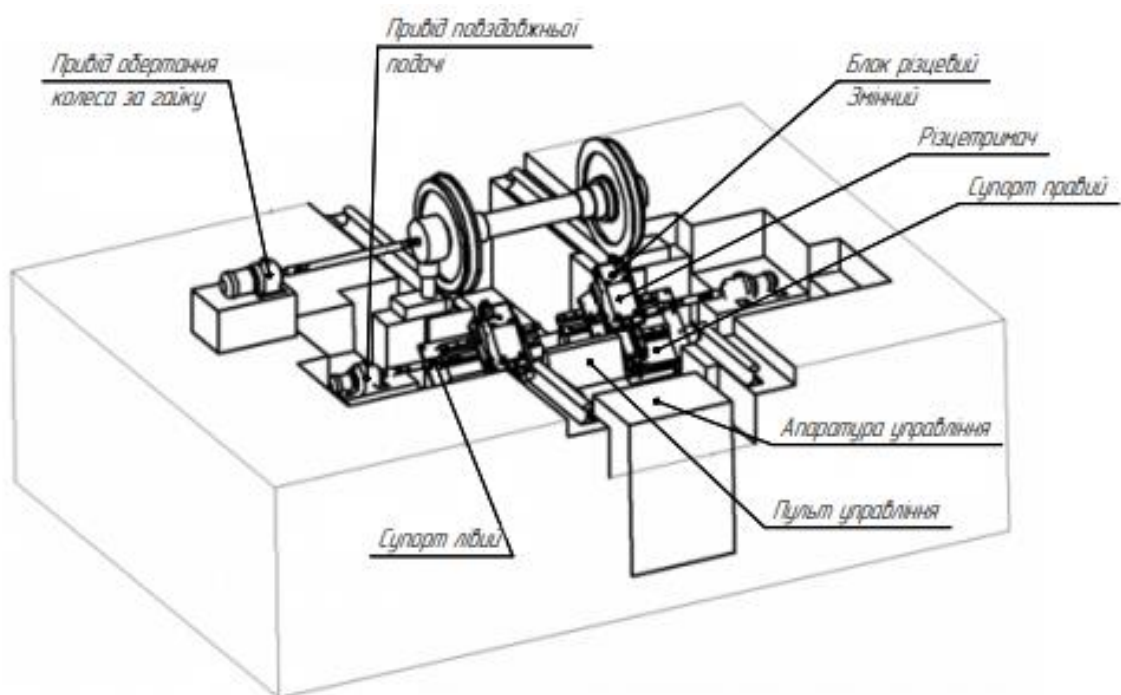


Рисунок 1.2 – Верстат А-41 для обробки колісних пар

Для відновлення зони кочення колеса застосовується механічна подача інструменту із призматичними твердосплавними пластинами, для відновлення гребеня колеса використовується ручна подача чашкового твердосплавного різця. Підйом та вивішування колісних пар на верстаті здійснюється за допомогою пневмогідролічних домкратів. Привід обертання ведучих колісних пар здійснюється від тягового електродвигуна.

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		15

Точність та продуктивність відновлення профілю поверхні кочення колісних пар для даних верстатів визначаються в основному кваліфікацією персоналу, що працює на верстаті; за даними [10], на обробку однієї колісної пари відводиться три години. За зміну робітник може обточити дві-три колісні пари, на верстаті незалежно один від одного можуть працювати два токарі.

До головних переваг цих верстатів відносять низьку вартість та дешевизну експлуатації. До недоліків верстата слідує відносити: ручну подачу, що вимагає високого рівня кваліфікації персоналу та знижує продуктивність верстата; значний виліт різця, що призводить до зниження його стійкості та погіршення якості обробленої поверхні; невисокі потужність головного приводу та міцність механізмів верстата, що обмежують подачі, що застосовуються.

1.3.3 Колесотокарні верстати, оснащені системою копіювання

Значного поширення мережі доріг отримали верстати, оснащені системами автоматизованого копіювання профілю, фірми Rafamet S. F.(Польща) моделей UGB-150 та UGE-150N.

Принцип роботи верстатів UGB-150 заснований на безперервному безцентровому точенні. Це забезпечується завдяки синхронній роботі чотирьох пар приводних роликів – по дві пари на кожне колесо. На початку обробки колісна пара базується за гребені за допомогою циліндричних роликів. Після проточування поверхні кочення коліс до обробленої поверхні підводяться конічні ролики, а циліндричні ролики відводяться у неробоче становище. Завдяки цьому забезпечується безперервний процес різання всього профілю коліс. Профіль колеса обробляється одночасно двома супортами за принципом електрокопіювання. Верстат оснащений системою вимірювання діаметра коліс по колу кочення, що дозволяє вимірювати кожне колесо після попередньої зачистки, а також після його обточування. Технологічні можливості верстата значно розширені завдяки застосуванню додаткового оснащення, що дозволяє обробляти колісні пари без викочування на легких екіпажах з додатковим

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		16

навантаженням, точити при базуванні в буксах та в центрах, обробляти зчеплені колісні пари без демонтажу зчеплення.

Верстати UGE-150N (рис. 1.3) є модернізованими верстатами моделі UGB-150, в яких електрокопіювальний пристрій, заснований на використанні електроконтактних датчиків, що включають електромагнітні муфти кінематичних ланцюгів поперечного та поздовжнього супортів, було замінено на систему ЧПК, що забезпечує більш точну та надійну роботу копіювальної системи верстата.

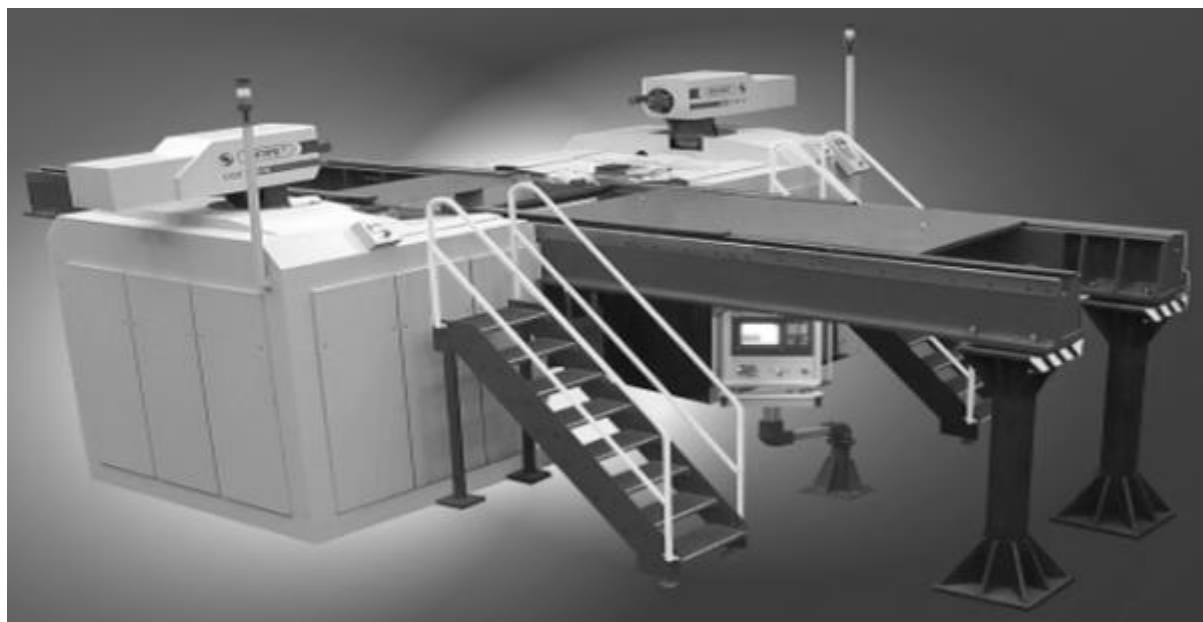


Рисунок 1.3 – Верстат підрейковий колесотокарний UGE-150N

Проте верстатний парк для відновлення поверхні кочення колісних пар тягового рухомого складу без викатки, що є у розпорядженні ремонтних підприємств вітчизняних залізниць, характеризується значною часткою верстатів з високим фізичним та моральним зносом, що експлуатуються понад 20 років.

Основні технічні характеристики підрейкових колесообробних верстатів, що є у розпорядженні ремонтних підприємств АТ «Укрзалізниця», представлені в таблиці 1.1.

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		17

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики верстатів без викатки колісних пар

Завод-виробник, країна, модель верстата	Граничні діаметри оброблюваних коліс, мм	Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	Кількість супортів (шпинделів)	Швидкість різання, м/хв	Max/мі n зусилля на вісь, тс	Межі подачі, мм/обо
КЗВВ, Україна, КЖ-20	850-1350	2х30	2	45,90	-	35-500
Івано-Франківськ, Україна, А41	150-1400	7,5*	1	80	-	1,4;1,5; ; 1,6;1,7
Rafamet S.F., Польща, UGB-150	600-1500	9/14, 18/23	2	20,30,40,60	25/10	0,2-1,7
Rafamet S.F., Польща, UGE-150N	600-1500	2х30	2	до 80**	40/12	-

Примітки: * – обертання колісної пари здійснюється від тягового електродвигуна рухомого складу;

** – вказано межі безступінчастого регулювання.

1.4 Схеми базування, що застосовують для відновлення профілю бандажів електровозів без викатки колісних пар

Схемою базування, що використовується у найпростіших верстатах типу А41 та більш сучасних ТК-941Ф3, є установка колісної пари на буксах з використанням спеціальних підпираючих опор. За такого вигляду базування підпирання букс здійснюється за допомогою регульованих опор або

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		18

підйомників. Обертання колісної пари здійснюється від тягових електродвигунів рухомого складу або від приводних роликів, що отримують тільки притиск, необхідний для передачі крутного моменту, рівного моменту від зусилля різання та сил тертя. До недоліків такого виду базування належить необхідність додаткових механізмів, що запобігають переміщенню колісної пари вздовж осі.

Для цієї мети застосовуються спеціальні розпирні пристрої між внутрішніми гранями оброблюваних коліс. Ці пристрої, зазвичай гідравлічного типу, займають відносно багато вільного простору під колісною парою і ускладнюють стружковидалення та вимірювання оброблюваних колісних пар.

При безцентровому методі обробки, реалізованому в верстатах виробництва Rafamet, установка колісних пар здійснюється на роликах. Таке базування є зручним в експлуатації з багатьох причин, серед яких слід зазначити такі: незалежність обробки від конструкції букс та їх наявності на колісній парі; збільшення продуктивності за рахунок можливості автоматизації та безперервності процесу різання; можливості зняття великих перерізів зрізу (при обробці колісних пар важких локомотивів) завдяки використанню повного натиску на ролики.

Колісна пара базується як і радіальному, і у осьовому напрямі з допомогою роликів спеціального профілю [9]. Ролики на початку обробки упираються в гребінець колеса, а в кінці – в оброблену поверхню кочення та фаску (рис. 1.4). При переміщенні роликів у друге положення колісна пара підпирається спеціальними опорами. Варто зазначити, що при зміні баз виникає додаткова похибка, спричинена неточністю взаємного розташування двох груп роликів. Безперервність процесу обробки в момент переміщення роликів та зменшення похибки при зміні баз забезпечується завдяки оригінальній конструкції роликів, що дозволяє працювати автономно.

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		19

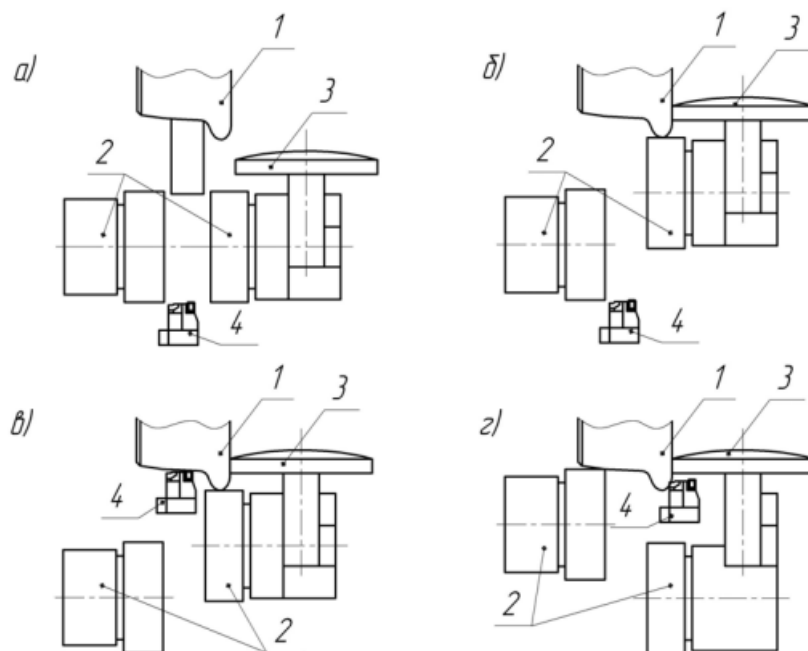


Рисунок 1.4 – Послідовність переходів при базуванні та обробці колісних пар на верстаті UGB-150 [11]: а – вихідна позиція; б - базування по реборді колеса; в – обробка зони кочення; г - базування по поверхні кочення та обробка реборди; 1 – бандаж, 2 – опорні ролики, 3 – центруючі ролики, 4 – інструмент

Дослідження точності обробки колісних пар на токарних верстатах для безцентрового точення, виконані фірмою «Хегеншайдт», показали, що некруглість коліс з 5 мм до обробки зменшується до 2 мм після обробки. При перевірці точності 66 колісних пар було також встановлено розподіл величини биття до та після обробки. Згідно отриманим даним, середня величина биття в результаті обробки підрейкових верстатах зменшується з 0,5 до 0,2 мм [10].

Одна із комбінованих схем, що включає вивішування на парних роликах та подальше базування рухомої рами верстата по центрових отворах колісної пари, реалізована на колесофрезерних верстатах типу КЖ20. У зв'язку з тим, що стандартні центри, що мають максимальний діаметр близько 30 мм, не можуть нести повного осьового навантаження при обробці колісна пара залишається на опорних роликах, встановлених на нерухомій станині верстата. Установка щодо вивішеної колісної пари С-подібної рами з розміщеними на ній центровими бабками та фрезерними шпинделями здійснюється завдяки нежорсткому

									Арк.
									20
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	6.273.190555.ПЗ				

з'єднанню цієї рами зі станиною верстата за допомогою шарнірної опори. Початкове положення рами щодо станини контролюється за допомогою гідравлічних упорів.

Після встановлення колісної пари гребенями коліс на парні ролики рама за допомогою центрових бабок базується по центрових отворах осі колісної пари. Врізання профільної фрези здійснюється за рахунок переміщення С-подібної рами з фрезерними шпинделями щодо нерухомої колісної пари із зафіксованими на ній центровими бабками. Недоліком такого способу закріплення є низька вібростійкість системи через те, що рама, підвішена на кульовому шарнірі, при обробці не зафіксована щодо нерухомих вузлів верстата. Цей недолік призводить до зниження точності обробки [11].

В цілому обробка колісних пар без викочування забезпечує стабільну точність у межах допуску 0,5 мм, у тому числі під час обточування великих припусків. Базування колісних пар на опорах букс та на роликах забезпечує зменшення ексцентриситету та овальності коліс після обробки. За наявності дефектів на поверхні кочення обробка на підрейкових верстатах дає поліпшення профілю за всіх розглянутих видах базування.

1.5 Схеми копіювання, що застосовують для відновлення профілю бандажів електровозів без викатки колісних пар

Найпростішою схемою копіювання, реалізованою в колесофрезерних верстатах, є схема відновлення поверхні кочення колісних пар інструментом, що має фасонний профіль, що повторює контури поверхні кочення колеса. У колесофрезерних верстатах таким інструментом є фасонна фреза генераторної схеми різання. Ця схема передбачає зрізання кожної точки відновлюваного профілю ріжучою кромкою єдиної твердосплавної пластини фрези. Особливістю даної схеми фрезерування є практично повна залежність точності відтворення профілю та шорсткості поверхні від конструкції та технічного

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
						21
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

стану інструменту. Фасонні фрези, що застосовуються, є інструментом, досить складним по конструкції і вимагають високоякісного налагодження.

Кожне переналагодження цього інструменту, пов'язане з поворотом або заміною пластин, що виконується навіть кваліфікованими фахівцями, дещо знижує їх точність і вимагає в ідеалі виконання перевірочних операцій на спеціалізованому стенді.

Досить простим по суті, але дуже трудомістким під час виконання є спосіб копіювання фасонного профілю обточуванням з ручним припасуванням, реалізований у верстатах моделі А41. Відновлення профілю виконується за рахунок розгортання напрямних верстата під кутом, що дорівнює куту нахилу конусної поверхні кочення, та обробки при механічній подачі зовнішньої частини контуру. Відновлення інших поверхонь проводиться при ручному керуванні переміщеннями інструменту за двома координатами. Процес ручного припасування при періодичному контролі за допомогою контурного шаблону є дуже трудомісткою операцією, при цьому точність обробки визначається переважно кваліфікацією оператора.

У верстатах UGB-150 для копіювання фасонного профілю поверхні кочення колеса використовують електрокопіювальні пристрої. У цей пристрій входять електроконтактні датчики, що включають електромагнітні муфти кінематичних ланцюгів поперечного та поздовжнього супортів, таким чином, щоб результуючі переміщення різальної кромки різця відповідали профілю копіра. Установка супорта по відношенню до оброблюваного профілю колеса здійснюється по внутрішній торцевій поверхні бандажа колісної пари, що є базою. Точність такої схеми копіювання визначається декількома факторами: точністю самих копирів, відповідністю бази на оброблюваному профілі та копирі, точністю копіювальних механізмів, точністю системи автоматики, що управляє процесом копіювання. До недоліків цієї схеми копіювання можна віднести невисоку надійність елементів автоматики, які в даний час час виходять із вживання [10].

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
						22
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Найбільш перспективним способом копіювання, реалізованим у більшості сучасних колесообробних верстатів, у тому числі у верстатах UGE-150N і ТК-941ФЗ, є спосіб копіювання із застосуванням ЧПК, створеного з урахуванням сучасних програмованих контролерів. Цей спосіб копіювання забезпечує переміщення ріжучого інструменту по двох координатах, що задаються згідно з записаним у програмі ЧПК профілю поверхні. Точність профілю визначається рівнем точності систем позиціонування та переміщення ріжучого інструменту.

Застосування сучасних технічних рішень цих систем забезпечує найвищу точність відтворення профілю проти іншими методами копіювання. Перевагами цього способу також є відсутність копіра, що замінюється еталонним профілем, записаним у програмі, що дозволяє гнучко підходити до вибору геометрії поверхні кочення та виключає із загальної похибки відтворення профілю похибка копіра. Головним недоліком даного способу копіювання є необхідність у складному та висококваліфікованому технічному обслуговуванні обладнання, не завжди здійсненному в умовах ремонтних підприємств.

Основні дані, що стосуються продуктивності та точності підрейкових колесообробних верстатів, представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Показники точності та продуктивності верстатів без викочування колісних пар

Завод-виробник, країна, модель верстата	Продуктивність		Точність обробки		
	Максимальний переріз стружки, мм ²	Час обробки однієї колісний пари, год	Радіальне биття кола кочення, мм	Шорсткість Ra, мкм	Точність профілю, мм
КЗВВ, Україна, КЖ-20	-	1	≤ 0,5	10-20	0,25
Rafamet S.F., Польща, UGB-150	10	1*	0,2	5-20	0,2
Rafamet S.F., Польща, UGE-150N	10	0,85	≤ 0,1	5-20	≤ 0,15

Примітка. * Час обробки однієї колісної пари розрахований як середній час обробки шестивісного екіпажу (5-7 год), поділений на кількість осей.

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		23

2 ВІДНОВЛЕННЯ ПРОФІЛЮ БАНДАЖІВ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НАПЛАВЛЕННЯ БЕЗ ВИКАТКИ КОЛІСНИХ ПАР

2.1 Суть методу наплавлення

Сьогодні важко уявити бодай одну галузь промисловості чи вид транспорту, у яких не використовуються зварювальні технології. На підприємствах залізничного транспорту застосовуються більше сорока способів зварювання, наплавлення та напилення. Велика роль зварювальних технологій у вирішенні наукових та практичних завдань ресурсів збереження бандажів колісних пар, зниження експлуатаційних витрат та підвищення безпеки руху поїздів.

Найбільш ефективним методом підвищення довговічності бандажів колісних пар локомотивів, у яких зношування гребня значно випереджає зростання прокату, є наплавлення зношених грабенів. Цей метод порівняно з відновленням обточуванням та отримання профілю за рахунок зменшення товщини бандажу дозволяє забезпечити відновлення профілю поверхні кочення колеса до початкових розмірів та скоротити витрати на ремонт локомотивів. Раніше технологія не знайшла широкого застосування через неможливість дотримання термічного режиму наплавлення, особливо в холодну пору року, незадовільної зносостійкості наплавленого шару, появи термічних тріщин у гребні. При наплавленні високовуглецевої, з вмістом 0,55-0,65% вуглецю, попередньо напруженої сталі бандажа, значно зростає ймовірність появи тріщин у наплавленому металі в зоні термічного впливу через великі напруження при охолодженні наплавленого шару відносно холодному бандажі. Пропонований спосіб наплавлення гребеня методом "лежачого електрода" не потребує дотримання жорстких термічних режимів, без попереднього нагрівання бандажу до 300-350⁰С. Дозволяє:

- наплавляти матеріал на терморегулюючий підшар, який зводить до мінімуму термічні та структурні напруги в зонах сплавлення металу бандажу з наплавним матеріалом;

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
						24
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

- здійснювати процес наплавлення при температурі бандажа 18-20⁰С дискретно, без перегріву бандажа;
- проводити постійний контроль заданих температурних режимів,
- отримувати необхідну якість наплавленого металу;
- використовувати для наплавлення низьковуглецевий дріт або сталеву смугу і в процесі наплавлення забезпечувати легування наплавленого шару.

В даний час для відновлення гребнів бандажів електровозів на підприємствах «Укрзалізниці» застосовують дводугове наплавлення під шаром флюсу з попереднім нагріванням бандажа до 250 °С і подальшим охолодженням протягом 6 год. Після наплавлення та охолодження роблять механічну обробку та ультразвуковий контроль бандажа колісної пари. При цьому час перебування однієї колісної пари після викочування з-під електровозу в процесі наплавлення становить не менше 8 год.

Наплавлення гребнів бандажів промислових електровозів вимагає спеціальної технології, що забезпечує поряд із зносостійкістю гарантію відсутності зварювальних дефектів під впливом неминучих на залізничному транспорті технологічних відхилень. Крім того, виконання таких вимог ускладнено тим, що бандажна сталь відноситься до важкозварюваних через високий вміст вуглецю і схильності при зварюванні до утворення гарячих та холодних тріщин.

Різноманітність експлуатаційних умов на шляхах промислового залізничного транспорту диктує підвищені вимоги до технології наплавлення; тут також необхідна гарантія відсутності зварювальних дефектів під впливом неминучих технологічних відхилень. Виконання вимог такого роду ускладнено тим, що бандаж відноситься до металів, що важко зварюються, через високий вміст вуглецю і схильність до утворення гарячих і холодних тріщин. Особливістю розробленої установки є можливість її переміщення у двох площинах, завдяки чому значно скорочується час на з'єднання муфти приводу обертання колісної пари зі стопорною гайкою буксового підшипника. Щоразу при неправильному виборі зварювального дроту, на поверхні наплавлення

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
						25
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

відбувалося утворення неметалевих включень, які були концентраторами напруг і призводили до розвитку тріщин. В результаті дворічних досліджень обрано тип зварювального дроту марки ЗОХГСА, для якого розроблені основні технічні умови для наплавлення гребенів (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Технічні умови для наплавлення гребнів бандажів колісних пар електровоза дротом марки ЗОХГСА

Характеристики	Чисельне значення
Обертання колісної пари, об/хв	15,0
Лінійна (окружна) швидкість, м/хв	60
Діаметр зварювального дроту, мм	3,0
Подача зварювального дроту, м/хв	2,0
Джерело зварювального струму: напруга джерела при зварюванні, В	70,5
напруга на дузі, В	30-35
Зварювальний струм, А	400-450
Позитивна полярність	На електроді

Внаслідок досліджень було обрано тип зварювального дроту марки ЗОХГСА, для якого зміна мікродеформацій при наплавленні носила плавний характер, властивий як зоні наплавлення, так і іншим характерним зонам металу бандажу, що сприяло підвищенню опору розвитку тріщин. Застосування керамічного легуючого флюсу АНК-18 поєднанні з дротом ЗОХГСА стало практично прийнятним та економічно виправданим для відновлення робочої поверхні гребеня бандажів колісних пар електровозів.

Для дослідження якості наплавленого шару колісна пара піддавалася механічній обробці (обточуванню), ретельно оглядалася та перевірялася магнітним та ультразвуковим дефектоскопами.

Таким чином, існує декілька способів підвищення довговічності бандажів колісних пар електровозів: обточування за найкращим профілем поверхні

кочення бандажів; зміцнення гребенів бандажів колісних пар; застосування триботехнічного складу; наплавлення гребенів бандажів; збільшення початкової товщини бандажу та своєчасна заміна гумометалевих елементів буксових вузлів електровозів ВЛ11 та ВЛ11 Ім.

Отримати залежність значень контрольованих параметрів колісних пар від пробігу при застосуванні наплавки важко, проте, щоб отримати орієнтовні значення, можна скористатися «ідеальним випадком»: інтенсивність зносу - величина постійна і обточування бандажів колісних пар проводиться тільки по граничному зносу гребеня через однакові значення (90%-ний ресурс до обточування). Використовуючи ці припущення, можна розрахувати технологічне зношування (або економію бандажної сталі при кожній обточці), а, отже, і ресурс бандажів колісних пар при використанні наплавлення.

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
						27
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

3 ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ПРОФІЛЮ БАНДАЖІВ ЕЛЕКТРОВОЗІВ БЕЗ ВИКАТКИ КОЛІСНИХ ПАР НА БАЗІ ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО «ЛЬВІВ-ЗАХІД»

3.1 Впровадження установки для одночасного наплавлення двох гребнів бандажів без викочування колісної пари на базі локомотивного депо «Львів-Захід»

Виникло завдання розробити установку та менш енергоємну технологію, яка не вимагає попереднього підігріву бандажів колісних пар, з можливістю використання на залізничному транспорті. Така установка для одночасного наплавлення двох гребнів бандажів без викочування колісної пари з-під електровоза була представлена у роботі [12], схема встановлення з позначенням усіх деталей показана на рис. 3.1, а зовнішній вигляд установки – на рис. 3.2.

Пропоную розглянути її використання на базі локомотивного депо «Львів-Захід».

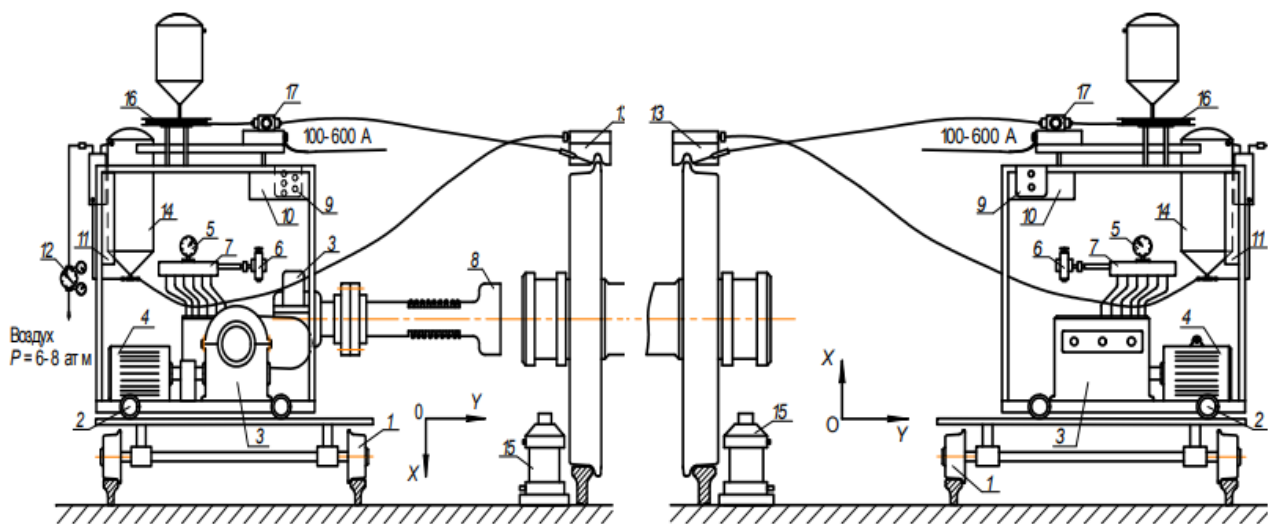


Рисунок 3.1 – Схема установки для наплавлення гребнів бандажів без викочування колісних пар з-під електровозу: 1 – переміщення візка установки щодо осі OX ; 2 – переміщення установки по платформі щодо осі OY ; 3 – редуктор черв'яковий спарений; 4 – електродвигун обертання колісної пари; 5 – манометр контролю тиску масла; 6 – регулятор тиску олії; 7 – золотники

									Арк.
									28
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	6.273.190555.ПЗ				

керування домкратами; 8 – муфта приводу колісних пар; 9 – пульт керування електродвигуна обертання колісних пар та насоса; 10 - маслобак; 11 – розподільний електрощит; 12 – редуктор регулювання тиску стисненого повітря; 13 - ванна горіння дроту під флюсом; 14 – бункер для флюсу; 15 – гідравлічний домкрат; 16 - барабан з бухтою дроту; 17 – механізм подачі електродного дроту



Рисунок 3.2 – Вигляд установки для наплавлення гребенів бандажів без викатки колісних пар з-під електровозу

Перед початком роботи заправляються флюсом бункери 14 установки та проводиться постановка електровоза в депо та закріплення його гальмівними башмаками.

Перекочуючи візки 1 установки щодо осі 0X, добиваються їх установки 2 навпроти колісної пари, що наплавляється таким чином, щоб вісь колісної пари збіглася з віссю муфти приводу колісних пар 8. З букси колісної пари знімається кришка. За допомогою пульта керування і гідравлічних домкратів 15, встановлених під буксою, вивішують колісну пару, що наплавляється.

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		29

Переміщуючи візок верстата щодо осі 0У, з'єднують муфту обертання електродвигуна 4 зі стопорною гайкою буксового підшипника.

Змонтовані на пересувних рамах електродвигуни обертання колісної пари 4 приводи масляних насосів забезпечують підйом від рейки на висоту 10–20 мм колісної пари та її плавне обертання із заданою для зварювальних напіваавтоматів швидкістю. В якості електрода можна використовувати зварювальний дріт діаметром від 1 до 6 мм. Подачу дроту (100-300 м/год) можна регулювати за допомогою спеціального пристрою 17. Флюс до місцю наплавлення подається по шлангу стисненим повітрям тиском 0,5-1,0 атм., яке регулюється редуктором 12, встановленим перед входом в маслобак 10.

3.2 Дослідження роботи установки для наплавлення гребнів бандажів без викочування колісної пари на базі локомотивного депо «Львів-Захід»

Після впровадження в експлуатацію установки у залізничному цеху для наплавлення бандажів були перевірені різні способи наплавлення з різним зварювальним струмом, швидкості подачі дроту, швидкості наплавлення при використанні різних марок дроту та флюсу.

На першому етапі використовувався зварювальний дріт та флюс згідно з інструкцією виробника, тобто дріт типу Св-08 та флюс АН-348.

Наплавні роботи на бандажах проводили у приміщенні з температурою не нижче 5°C без протягів та різких температурних перепадів згідно з технологічною інструкцією.

Однак після наплавлення гребенів бандажів усіх колісних пар електровоза і виконаних спостережень в експлуатації та металографічних досліджень за допомогою оптичного мікроскопа були виявлені втомні тріщини (рис. 3.3), а один гребінь мав відкол (рис. 3.4).

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		30



Рисунок 3.3 – Втомні тріщини на робочій поверхні гребеня бандажа



Рисунок 3.4 – Відкол гребеня бандажа колісної пари електровоза

Крім того, на одному бандажі виявлено включення шлаку в наплавлену поверхню гребеня, що стало наслідком наявності грязьової плівки на гребені, малого зварювального струму та великої швидкості наплавлення [12].

Використання рекомендованої марки дроту послужило поштовхом до створення неметалевих включень на робочій поверхні гребеня, які, будучи концентраторами напруг, призвели до розвитку втомних тріщин (рис. 3.3).

Були виявлені основні недоліки наплавлення, які полягали в інтенсивному виділенні тепла та призводили до зростання зерен основного металу та надалі до його розміцнення. Також відбувалося вигорання легуючих елементів,

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		31

особливо легколетючих (вуглецю, бору), неможливість забезпечення стабільних характеристик наплавленого металу як за фрикційними властивостями, так і за однорідністю структури та якості (шлакові та газові включення) при наплавленні в один прохід та різкому охолодженні.

Електрична дуга горить під шаром гранульованого флюсу в газовому міхурі, надлишковий тиск у якому надійно оберігає метал від негативних впливів повітря (тиск у газовому міхурі трохи вище атмосферного, за рахунок цього утворюється шар розплавленого флюсу і повітря не потрапляє до зварювальної ванни). Крім того, флюсова оболонка не дає розбризкуватися металу електрода і дозволяє краще використовувати тепло.

За способом приготування флюси поділяються на плавлені та неплавлені або керамічні. Плавлені флюси отримують сплавленням силікатів у печах та подрібненням, вони мають склоподібний вигляд. Ці флюси самі не беруть участь у формуванні хімічного складу розплавленого металу, а лише оберігають його від повітря. Неплавлені флюси (АНК-18, АНК-40 та ін.) – це (аналогічно обмазці електрода) механічна суміш легуючих, газо- та шлакоутворюючих, зв'язуючих та розкислюючих компонентів. Було встановлено, що ці флюси дають високу якість наплавлення.

Після експериментів для наплавлення бандажів без викочування колісних пар з-під електровозу був обраний дріт 30ХГСА та флюс АНК-18.

Дослідження напруг другого роду дозволило зробити такі висновки: при наплавленні гребенів колісних пар дротом 30ХГСА зміна відносних мікрореформацій носить плавний характер, властивий як зоні наплавлення, так і іншим характерним зонам металу бандажу, а при наплавленні дротом СВ-08, СВ-10 та іншими в зоні сплаву спостерігається високий градієнт зміни відносних мікрореформацій, що говорить про наявність дефектів кристалічної структури металу бандажу. Отже, найбільш сприятливими властивостями з погляду опору розвитку тріщин має наплавлене покриття із дроту 30ХГСА.

Застосування керамічного легуючого флюсу АНК-18 у поєднанні з дротом 30ХГСА стало практично прийнятним та економічно виправданим для

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
						32
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

відновлення конфігурації робочої поверхні гребеня бандажів колісних пар електровозів.

Наплавку гребенів бандажів необхідно проводити за підшаром, наплавленим під керамічним легуючим флюсом АНК -18 у цьому випадку забезпечується сприятливе зміна мікротвердості на межі сплаву основний метал бандажу – перший шар наплавлення.

Вибір раціонального способу та технологічних прийомів наплавлення гребенів визначався необхідністю отримання бандажу з необхідними розмірами та напавленого шару з необхідними властивостями.

У всіх випадках після наплавлення гребенів бандажів виявлено мартенситну структуру зони термічного впливу.

Режим наплавлення під флюсом АНК-18 в залежності від діаметра дроту 30ХГСА, при якому досягається необхідна твердість, наведено в таблиці 3.1. У таблиці 3.2 дано хімічний склад, структура та твердість напавленої робочої частини гребеня бандажа колісної пари електровоза.

Таблиця 3.1 – Режим наплавлення під флюсом АНК-18, залежно від діаметра дроту, при якому досягається необхідна твердість

Режим	Діаметр дроту, мм					
	2			3		
Струм, А	200	300	400	300	450	550
Напруга дуги, В	22-28	28-34	35-42	24-30	32-38	37-43

Таблиця 3.2 – Хімічний склад, структура та твердість металу напавленого гребня

Матеріали для напавлення	Зміст у напавленому металі, %					Структура металу	Твердість, НВ
	С	Si	Mn	Cr	Ni		
Проволока 30ХГСА, флюс АНК-18	0,25-0,35	0,8-1,2	1,4-1,7	0,7	0,3	Перліт + надлишковий ферит	220-300

При розробленій технології наплавлення забезпечується максимальна продуктивність та економічність процесу. Середня товщина наплавленого шару становить 5,5 мм, включаючи припуск на подальшу чорнову механічну обробку інструментом з твердих дрібнозернистих сплавів ВКЗМ і ВК6М. Обов'язковою умовою для чорнової обробки є застосування різців з негативними передніми кутами, що забезпечують підвищену міцність робочої частини різця, або шліфувальним колом ЕБ25СМ2К5. Для чистової обробки наплавлених гребенів бандажів рекомендовано використовувати інструмент із ельбору-Р та гексаніту-Р або інструмент із матеріалів безвольфрамових, у тому числі із надтвердих матеріалів на основі синтетичних алмазів та композитів на основі нітриду бору.

При механічній обробці наплавлення в процесі різання відбувається наклеп та самозміцнення металу [13]. Тому обробка повинна проводитись за один прохід. Підрізи шва, западини між сусідніми валиками, кратери та інші дефекти виправляються наплавкою дрота 30ХГСА. Після механічної обробки наплавлений метал на гребені бандажі при необхідності можна виправити пневматичним молотком або на дробоструминній установці.

При появі під час наплавлення дефектів, розташованих на значній довжині, гребінь необхідно обточити на верстаті до їхнього повного видалення і бандаж знову наплавити. Наплавлення гребенів бандажів колісних пар, виконують безпосередньо під електровозом, реєструють у спеціальній книзі із зазначенням прізвища зварювальника, який виконав наплавлення.

Після механічної обробки наплавленого гребеня бандаж потрібно ретельно оглянути та перевірити магнітним та ультразвуковим дефектоскопами. Вибійни (повзуни) на поверхні кочення бандажа усувають обточуванням або електронаплавленням з подальшою механічною обробкою.

3.3 Результати роботи установки на базі депо «Львів-Захід»

Після впровадження розробленої технології, що не потребує попереднього підігріву бандажів колісних пар та експлуатаційних випробувань, було

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
						34
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

встановлено незалежність якості наплавлення від числа наплавлених шарів і відсутність тріщин як в основному, так і наплавленому металі, а також наявність у наплавленому металі порівняно невеликої кількості дрібних пір.

Враховуючи, що метал гребеня бандажа в процесі взаємодії колеса з рейкою наклепується, слід очікувати збільшення твердості поверхневих шарів і, відповідно, підвищення зносостійкості наплавлених гребенів. Це підтверджується попередніми результатами порівняльних ходових випробувань колісних пар електровозів, наплавлених дротом 30ХГСА. Після пробігу понад 1,5 місяці напрацювання знос наплавленого гребеня виявився меншим, ніж у звичайного.

Результати експлуатаційних випробувань бандажів колісних пар електровозів гребенями, наплавленими дротом 30ХГСА, показують, що цей метод відновлення повністю відповідає вимогам, що висуваються до технологічного процесу відновлення гребенів для найважчих умов роботи екіпажної частини. Метод може бути з успіхом застосований всім локомотивів промислового залізничного транспорту, що працюють на ділянках зі складним планом шляху.

Наплавлення зношених гребенів у 3,5 рази знижує темпи обточування для відновлення конфігурації поверхні кочення бандажів електровозів та збільшує термін служби колісних пар на 50-60%. Річний економічний ефект складе приблизно понад 100 тис. грн. Протягом одного року можна окупити витрати на монтаж та експлуатацію розробленої установки та отримати ефект за рахунок зниження витрат, пов'язаних зі зміною бандажів колісних пар, та домогтися скорочення простою електровозу у ремонті

Наступні дослідження показали, що присутність хрому у дроті 30ХГСА небажана, оскільки ускладнюється механічна обробка та знижується зносостійкість наплавленого шару. Тому перспективна розробка порошкового дроту спеціально для відновлення гребенів бандажів, яка містила б у своєму складі 12–14 % марганцю з недефіцитною мікролегуючою добавкою, що покращує властивості наплавленого металу, наприклад ванадієм.

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
						35
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Найбільш доступною для промислового застосування є спеціальна порошковий дріт ПП-АН105 або ППЖН-35.

Дріт ПП-АН105 знаходить обмежене застосування через недостатню її популярність, хоча застосування її найбільш раціонально для зазначеної мети. Дріт ППЖН-35, що широко застосовується відновлення валків прокатних станів, містить негативно впливаючий на процес обробки хром, у перспективі слід працювати над створенням порошкового високомарганцевистого дроту спеціально для відновлення зношених гребенів бандажів колісних пар не тільки локомотивів, але також гребенів та поверхні катань цільнокатаних коліс рухомого складу промислового транспорту.

Технологія наплавлення порошковими марганцевими дротами має свої особливості. Дріт ПП-АН105 самозахисний, а дріт ППЖН-35 наплавляють під шаром маломарганцевистого флюсу. Щоб уникнути охрупчування наплавленого шару та навколошовної зони при повторних наплавленнях на раніше наплавлену марганцевисту сталь, процес слід вести з найменшим тепловкладенням: мала сила струму, низька напруга дуги, вузькі валики, підвищена швидкість наплавлення. Через необхідність інтенсивного тепловідведення наплавлення ведуть без попереднього підігріву бандажа. Однак при цьому бандаж повинен мати початкову температуру не нижче 18–20°C.

Якщо швидкість охолодження виявиться недостатньою, у процесі наплавлення можна використовувати штучне охолодження струменем стисненого повітря. Повітря прямує із спеціального мундштука на кірку шлаку, яка вже не знаходиться в рідкому стані. З цих міркувань краще наплавлення відкритим дугою самозахисним дротом, так як при це забезпечується більш інтенсивне охолодження валиків, ніж при наплавленні під флюсом.

Наплавлення порошковим дротом проводиться однією дугою на типовому зварювальному обладнанні (автомат АБСК, трактор зварювальний ТС-17М).

Представляється перспективним метод наплавлення зношених гребенів колісних бандажів пар електровозів стрічковим електродом. Крім високої

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		36

продуктивності, цей метод має наступні переваги: досягається мала глибина проплавлення основного металу бандажу, чим зменшується частка основного металу наплавленому шарі; змінюючи дозування компонентів можна отримати наплавлений метал заданого складу; необхідна конфігурація наплавленого шару досягається обраною шириною та поперечними коливаннями електрода при наплавленні. Це дозволяє наплавити гребінь бандажа колісної пари навіть зі складною формою виробітку.

Значний інтерес становить застосування металокерамічної стрічки. Її виготовляють холодною прокаткою порошків з подальшим спіканням у печі (товщина 0,8-1,2 мм, ширина 25-100 мм. Перевагами металокерамічної стрічки є підвищена продуктивність наплавлення (на 25-30% більше, ніж холоднокатаної стрічки); наплавлений метал більш однорідний. Досвід застосування стрічок для наплавлення гребенів незначний.

Досвід застосування стрічок для наплавлення плоских деталей механічної частини рухомого складу показує, що при належному керуванні процесом поверхня наплавлення має шорсткість у межах 0,35-0,55 мм і може не піддаватися механічній обробці. На перспективу слід вважати за необхідне розробку стрічки, легованої марганцем.

Таким чином, процес відновлення конфігурації зношеного гребеня без наплавлення є економічно не вигідним, оскільки збільшення товщини гребеня доводиться знімати з поверхні кочення значний шар металу. При наплавленні гребенів бандажів отримуємо значну економію часу та коштів зважаючи на відсутність необхідності відправки колісних пар на завод або колісний цех для ремонту зі зміною елементів. При організації процесу наплавлення гребенів без викочування колісних пар з-під електровозу витрати часу на виробництво ремонту суттєво знижуються.

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		37

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Відновлення поверхні кочення колісних пар без викатки завдяки своїй високій ефективності має широке поширення в локомотивних депо залізниць. Аналіз стану обладнання для обробки колісних пар без викатки, що є у розпорядженні підприємств по ремонту тягового рухомого складу показує, що не завжди наявне обладнання відповідає сучасним вимогам щодо рівня точності процесу відновлення та його продуктивності.

На сучасних верстатах застосовуються різноманітні засоби базування та закріплення колісних пар при обробці. При відновленні профілю поверхні кочення колісних пар різних за конструкцією локомотивів та електросекцій доцільно використовувати верстати з комбінованими способами базування, які мають найбільш гнучку пристосованість до того чи іншого типу рухомого складу.

Досвід показує, що сучасні підрейкові верстати, що застосовуються на залізницях, забезпечують точність обробки колісних пар, що відповідає вимогам динаміки та плавності ходу поїздів зі швидкостями руху до 200 км/год.

Напрямами подальшого вдосконалення методів відновлення профілю поверхні кочення колісних пар без викочування є підвищення точності обробки для реалізації високошвидкісного руху та збільшення продуктивності обробки. При цьому обробка повинна бути досить економічною, забезпечувати зняття в стружку мінімально необхідного шару металу та завдяки цьому продовження терміну служби коліс.

Основними шляхами збільшення продуктивності та підвищення економічності відновлення профілю поверхні кочення колісних пар є скорочення циклу обробки за рахунок суміщення (перекриття) та автоматизації основних та допоміжних елементів операції, використання на підрейкових верстатах надійних автоматичних засобів вимірювання зносу профілів та діаметрів коліс, застосування мікропроцесорних пристроїв програмного керування.

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
						38
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Потенціал наплавлення гребнів бандажів електровозів далеко не вичерпано. У залізничних цехах на будь-якому промисловому підприємстві його можна розвивати та шукати оптимальні шляхи. При правильному виборі практично відразу забезпечується віддача, саме скорочення:

- витрат на придбання нових бандажів в результаті збільшення кількості відновлюваних;
- простою та підвищення продуктивності електровозу внаслідок збільшення терміну служби бандажів колісних пар;
- витрат на ремонт в результаті збільшення міжремонтного періоду роботи електровозів.

Таким чином, у бакалаврській роботі:

- Проведено дослідження щодо вибору технології відновлення профілю бандажів електровозів без викатки колісних пар, що дозволить скоротити час проведення ремонту.
- Рекомендується на базі локомотивного депо «Львів-Захід» застосовувати установки для наплавлення гребнів бандажів без викочування колісних пар з-під електровозу використовуючи електродний дріт 30ХГСА під флюсом АНК-18.
- Встановлено, що дане наплавлення гребнів дозволяє в 3,5 рази знизити темпи обточування бандажів колісних пар і збільшує термін їх служби на 33 %.

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		39

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. Сайт «Raillook». [Електронний документ] Режим доступу: <https://raillook.com/materialy/transport/jezнодороjnyj/tyagoviy-podvijnoi-sostav/kolisna-para-elektrovoza-elektropoyizda-docx/>

3. Експериментальне дослідження зносу бандажів електровозів ВЛ11М з різними профілями / М. Л. Коротенко, О. М. Заболотний, Л. О. Недужа, Н. М. Нестеренко, Д. О. Ягода // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2005. – Вип. 8. – С. 53–57. – DOI: 10.15802/stp2005/20112.

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. Шидловський, Р. М. Аналіз можливостей підвищення експлуатаційних характеристик механічної частини електровозів / Р. М. Шидловський, М. О. Баб'як, В. В. Артемчук // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля. – 2016. – № 1 (225). – С. 240–244.6.

6. Грищенко М. А. Підвищення експлуатаційної безпеки елементів колісних пар на основі визначення механізмів формування дефектів : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20. Дніпропетровськ, 2015. 172 с.

7. 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.

8. Сайт ПрАТ «Краматорський завод важкого верстатобудування». [Електронний документ] Режим доступу: <http://www.kzts.com/contacts.html>

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		40

9. Восстановление профиля поверхности катания колесных пар: учеб. пособие / А. Ф. Богданов, И. А. Иванов, М. Ситаж. – СПб.: ПГУПС, 2000. – 128 с.

10. Технология обточка железнодорожных колесных пар без выкатки / В. А. Аксенов, Л. А. Полиновский, Г. И. Смагин // Новосибирск: Издательство Сибирского государственного университета путей сообщения, 2006. – 122 с.

11. Ремонт колесных пар без выкатки / А. Ф. Богданов, Э. Ольброт // Железнодорожный транспорт. – 1985. – № 5. – С. 30–34.

12. Буйносов А.П. Методы повышения ресурса бандажей колесных пар тягового подвижного состава: автореф. дис.д-ра техн. наук. Екатеринбург, 2011. 44 с.

13. Буйносов А.П. Методы повышения ресурса колесных пар тягового подвижного состава: монография. М.: УМЦ образования на ж.д. тр-те, 2010. 224 с.

					6.273.190555.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		41