

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Полупана Івана Івановича

“Підвищення ефективності процесу відновлення профілю колісних пар
збірними різцями”, що представлена на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук за спеціальністю
05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти

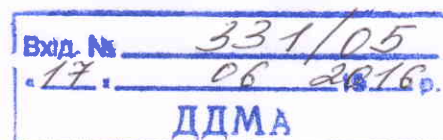
Актуальність теми дисертації. Технічний прогрес в промисловості у значній мірі обумовлений розробкою нових ресурсозберігаючих, наукоємних та високопродуктивних технологій, що забезпечують підвищення продуктивності праці і якості продукції машинобудування. Можливості виготовлення машин, конкурентоспроможних на світовому ринку, забезпечується оснащенням машинобудівельних підприємств сучасним верстатним обладнанням, інструментальним забезпеченням, новими технологічними методами та ефективною їх експлуатацією.

Тому особливого значення набуває впровадження сучасних технологій виготовлення нових і нових деталей і відновлення зношених на підприємствах залізничного транспорту де трудомісткість і собівартість ремонту перш за все колісних пар рухомого складу досить висока.

Процес відновлення профілю колісних пар на колесотокарних верстатах є одним з найбільш затратних складових технологічного процесу ремонту рухомого складу і яка характеризується відносно невисокою продуктивністю і технологічними особливостями.

У вирішенні проблеми підвищення ефективності процесу відновлення профілю колісних пар одне з найважливіших місць займає розробка сучасної технології та створення надійного різального інструменту

Використання високопродуктивних технологій відновлення профілю колісних пар на колесотокарних верстатах, зокрема надійного різального інструменту, відкриває нові можливості для виготовлення та відновлення широкої номенклатури деталей залізничного транспорту.



Розв'язання підвищення ефективності процесу відновлення профілю колісних пар збірними різцями задачі неможливе без розроблення науково-обґрунтованих технологічних методів відновлення профілю колісних пар, на основі використання надійного збірного різального інструменту, які суттєво підвищують техніко-економічні показники та надійність роботи рухомого складу залізничного транспорту.

Тому дисертаційна робота Полупана І.І. «Підвищення ефективності процесу відновлення профілю колісних пар збірними різцями», яка направлена на вирішення важливої науково-технічної задачі підвищення міцнісних і динамічних характеристик збірних різців та продуктивності процесу механічної обробки є безумовно актуальною та вчасною.

Відповідність роботи планам наукових досліджень. Робота виконувалась в рамках наукової тематики кафедри комп'ютеризованих мехатронних систем, інструменту та технологій Донбаської державної машинобудівної академії у відповідності з програмою науково-дослідних робіт: Дк-08-04 "Удосконалення технологічного середовища для автоматизованого виробництва продукції важкого машинобудування" (№0105U002445), Д-05-2007 «Дослідження динамічних явищ і процесів та підвищення ефективності механообробки на основі теорії фракталів і детермінованого хаосу» (№0107U001305), Д-04-2009 «Зниження енергозатрат обробки деталей в умовах складних динамічних процесів різання на унікальних верстатах важкого машинобудування» (№0109U002670), Дк-01-2014 «Підвищення надійності та продуктивності комп'ютеризованих мехатронних верстатопристрійних систем важкого машинобудування» (№0114U002757), Д-01-2015 «Підвищення енергоефективності процесів механообробки на основі багатокритеріальної оптимізації параметрів технологічних систем важкого машинобудування» (№0115U003122).

Оцінка наукової новизни, достовірності та обґрунтованості основних положень дисертації. Аналіз технічних рішень та наукових розробок в області підвищення ефективності обробки та профілю колісних пар дозволив автору сформулювати мету і задачі досліджень.

В першому розділі дисертаційної роботи автор виконав аналітичний огляд сучасного стану особливостей технологічного процесу відновлення профілю колісних пар, на основі якого зроблено висновок про перспективність виконання досліджень із забезпечення підвищення ефективності формоутворення профілю катання колісних пар, сформульована мета і основні завдання дослідження.

Проаналізувавши результати виконаних раніше робіт, автор дисертації запропонував нову концепцію забезпечення якості конструкцій кріплення різальних пластин по упорній та опорній поверхням збірних різців.

Відповідно до запропонованої гіпотези, розроблено методику досліджень процесу формоутворення профілю катання колісних пар збірними різцями із заданими експлуатаційними властивостями.

Автором виконано ряд досліджень з метою отримання розрахунково-аналітичних залежностей визначення параметрів напружено-деформованого стану збірного чашкового різця, що дало змогу запропонувати максимально жорстке кріплення різальної пластини удосконаленої конструкції збірного чашкового різця з раціональним кутом нахилу конусного спряження розрізної втулки. При цьому слід враховувати, що ці процеси є мало вивченими і приховують значні виробничі можливості їх використання.

Експериментально обґрунтовано залежність амплітуди коливань збірних чашкових різців від елементів режимів різання та встановлено вплив технологічних параметрів обробки на частоту коливань різців при формуванні формоутворення профілю катання колісних пар.

Теоретичні положення автора є послідовними, логічними та обґрунтованими. Наведені в роботі припущення при описі динамічного стану технологічної системи важкого колесотокарного верстата не впливають суттєво на остаточний результат.

У загальних висновках автор представив найбільш значимі результати роботи, вони є змістовними і досить повно характеризують наукову і практичну новизну дисертаційного дослідження.

В роботі використано методики аналізу статистичної інформації, сучасна діагностична техніка та математична обробка даних.

Достовірність отриманих результатів базується на значному об'ємі експериментальних досліджень, що виконані як в лабораторних умовах, так і в умовах виробництва.

Достовірність розроблених рекомендацій підтверджується результатами їх практичного використання.

Наведене дозволяє вважати основні положення дисертації обґрунтованими, а отримані результати – достовірними.

Загальна характеристика роботи. Дисертаційна робота виконана в Донбаській державній машинобудівній академії та складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаної літератури та додатків. Повний обсяг рецензованої роботи містить 170 сторінок машинописного тексту з 93 рисунками та 18 таблицями. Список використаних джерел складається із 137 найменувань. У додатках наведено акти впровадження розробки в умовах промислових підприємств та патенти, що отримані за результатами роботи.

У **вступі** викладено обґрунтування актуальності теми роботи, сформульовано мету та задачі, вказано об'єкт та предмет дослідження, визначено наведено наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів.

Перший розділ присвячений аналізу сучасного стану формування профілю поверхні катання колісних пар залізничного транспорту і вимог щодо їх якості та обґрунтовано необхідність створення нових способів відновлення профілю колісних пар, поставлено завдання дисертаційного дослідження. На основі аналізу нестационарності процесу колесотокарної обробки обґрунтовано необхідність застосування для відновлення профілю колісних пар збірних різців підвищеної динамічної стійкості.

В **другому розділі** наведено опис використаних у роботі методик проведення досліджень та опис використаного устаткування.

Окрім використання стандартних методик у роботі застосовано методику аналізу функціонування збірних різців для відновлення профілю колісних пар, що дозволило створити банк даних, а також визначити властивості збірних інструментів шляхом експертного оцінювання комплексних властивостей збірного

інструменту та визначити його якість Дослідження напружено-деформованого стану збірних різців для відновлення профілю колісних пар проведено методом скінченних елементів з використанням програмного продукту ANSYS.

Теоретичні дослідження коливань збірних різців для відновлення профілю колісних пар досліджувано шляхом побудови математичної моделі, до складу якої входить модель збірного різального інструменту як складова окремих елементів.

Для проведення експериментальні досліджень коливань збірного різального інструменту розроблено вібровимірjuвальний комплекс, який дозволяв реєструвати та оброблювати параметри відносних віброприскорень збірних різців.

В **третьому розділі** представлено результати досліджень видів відмов чашкових і тангенціальних пластин збірних різців, які виникають у процесі відновлення профілю колісних пар залізничного транспорту, та побудовано закони розподілу величин руйнування різальних пластин.

Встановлено, що ширина зрізу в зоні переходу від галтелі до реборди суттєво впливає на динаміку процесу різання і має більший вплив на відмову інструмента.

Для дослідження напружено-деформованого стану різальної кромки збірного чашкового інструменту в програмному середовищі ANSYS за базову для розрахунків прийнято різальну пластину збірного чашкового різця RPUX2709MO24 з твердого сплаву T14K8. Встановлено, що при обробці колісної пари в зоні переходу від галтелі до реборди, тобто зоні максимальних глибин різання максимальні напруження розтягу на поверхні різальної пластини σ_y виникають на відстані 12...16 мм від вершини різця

Крім того, проведені розрахунки напружено-деформованого стану збірного чашкового різця у зоні максимальних нормальних напружень розтягу поверхні різальної пластини збірного чашкового різця в залежності від ділянки обробки колісної пари

Результати розрахунку пружних переміщень різальної кромки збірного чашкового різця базової конструкції в напрямку осей X, Y, Z показали, що максимальні пружні переміщення виникають на ділянці обробки по колу катання

та на ділянці зони переходу від галтелі до реборди, де знімається максимальний припуск.

На основі проведених розрахунків з метою підвищення надійності базування чашкової пластини по упорній і опорній поверхням збірного різця розроблено удосконалену конструкцію з пружною розрізною втулкою.

З метою максимально жорсткого закріплення різальної пластини удосконаленої конструкції збірного чашкового різця проведено теоретичні розрахунки і визначено раціональний кут нахилу конусного спряження розрізної втулки з оправкою Ψ , який знаходиться в межах 60° .

Результати розрахунку напружено-деформованого стану збірного різця з тангенціальним кріпленням пластини показали, що по мірі віддалення від різальної кромки величина напружень стиску зменшується, а розтягу – збільшується. Також встановлено, що на максимальний характер напружень розтягу у більшій мірі чинять вплив нормальні напруження σ_z .

Для більш надійного базування різальної пластини по опорній поверхні збірного різця з тангенціальним кріпленням пластини запропоновано затискний елемент, який щільно притискає різальну пластину до упорної та опорної поверхонь.

Таким чином, застосування удосконаленої конструкції збірного різця з тангенціальним кріпленням пластини дозволяє збільшити жорсткість кріплення інструменту за рахунок гарантованого притиску різальної пластини по опорній поверхні під вершиною до базової поверхні гнізда корпусу.

В четвертому розділі проведено теоретичні дослідження коливань пружної системи збірного чашкового різця базової та удосконаленої конструкцій на основі розробленої математичної моделі технологічної системи колесотокарного верстата.

З урахуванням отриманих залежностей, які описують процес різання, руху елементів еквівалентної пружної системи та підсистеми збірного інструменту, отримано амплітудно-частотні характеристики в залежності від ділянки обробки та визначено запас стійкості базової та удосконаленої конструкцій збірного чашкового різця для відновлення профілю колісних пар за критерієм Найквіста.

Еспериментальні дослідження виконано на базі розроблено вібровимірального комплексу, що дозволи встановити залежності амплітуди коливань збірних чашкових різців від швидкості різання і подачі в області низьких частот і практичну відсутність високочастотних коливання на супорті верстата.

Для процесу обробки колісних пар на колесотокарних верстатах залежність амплітуди коливань від швидкості різання і подачі має монотонний характер, тобто при збільшенні швидкості різання амплітуда коливань збірного чашкового різця збільшується, а при збільшенні подачі відбувається зниження величини амплітуди коливань збірного чашкового різця, що пояснюється зростанням сил різання, з іншого боку, збільшення подачі і товщини зрізу, приводить до збільшення демпфівальної спроможності самої зони різання.

У п'ятому розділі приведено результати випробувань збірних різців для відновлення профілю колісних пар базової та удосконаленої конструкцій проводились методом руйнівної подачі в лабораторних умовах на токарному верстаті 1А64.

Промислове впровадження результатів роботи у виробництво при реалізації технологічного процесу відновлення профілю колісних пар на колесотокарних верстатах підтвердили техніко-економічну доцільність застосування збірного різального інструменту підвищення жорсткості і дозволило підвищити продуктивність обробки колісних пар на 15 %, а також знизити витрати інструменту на 21...26 %, а також дало загальний річний економічний ефект понад 105 тис. грн в рік

По кожному розділу роботи надано відповідні висновки.

По роботі представлено загальні висновки, що містять основні наукові і практичні результати, які отримані автором.

У додатках до роботи представлено документи про практичне використання отриманих результатів: документи про дослідно-промислову перевірку та впровадження результатів роботи в Публічному акціонерному товаристві «Краматорський завод важкого верстатобудування», Товаристві з обмеженою

відповідальністю «ВАЖСТАНКОСЕРВІС», Відкритому акціонерному товаристві «Холдингова компанія «Луганськтепловоз»..

Значення результатів роботи для науки і практики. Цінність для науки і практики дисертаційного дослідження які виконані Полупана І. І. полягає в тому, що на основі вивчення особливостей процесу формування профілю колісних пар, отримано можливість покращення міцнісних і динамічних характеристик збірних різців за рахунок надійного базування різальної пластини по опорній та упорній поверхням.

Такий підхід дозволив врахувати фактичну взаємодію різальної пластини з елементами механічного закріплення та корпусом інструменту, що дозволяє суттєво збільшити жорсткість вузла кріплення і зменшити еквівалентні напруження різальної частини, що дозволило знизити витрати інструменту внаслідок зменшення кількості відмов різальних пластин.

На базі розробленої математичної моделі технологічної системи з урахуванням конструкції кріплення різальної пластини та характеру навантаження, визначення запасу динамічної стійкості конструкції збірного чашкового різця, в роботі закладено наукові основи підвищення ефективності процесу відновлення профілю колісних пар збірними різцями

На рівні патентів України автором розроблено конструкції удосконалених збірних різців, які дозволили підвищити ефективність формування профілю колісних пар.

Результати дисертаційної роботи мають велику перспективу практичного використання на багатьох машинобудівних підприємствах при виготовленні та ремонті деталей сучасного рухомого складу залізничного транспорту.

Використання результатів дисертаційного дослідження в учбовому процесі дозволить формуванню у студентів – майбутніх інженерів і науковців глибокого розуміння основ процесів підвищення якості поверхонь деталей шляхом обробки матеріалів різанням. Робота виконана на прикладі формування профілю колісних пар, проте висновки і рекомендації відносяться і до інших галузей механічної обробки.

Повнота опублікування результатів дисертації. Результати досліджень, виконаних при підготовці дисертації, досить повно опубліковані в наукових працях Полупана І.І.

Основний зміст дисертаційного дослідження відображено у 19 публікаціях, в тому числі 8 статей в наукових фахових виданнях України, 1 стаття в науковому виданні, включеному до міжнародних науково-метричних баз, і в трьох патентах України на корисну модель.

Найголовніші положення дисертації були представлені автором в доповідях на 8 Міжнародних та Всеукраїнських науково-технічних конференціях і семінарах.

В публікаціях Полупана І.І. представлені методичні розробки, результати теоретичних та експериментальних досліджень, а також матеріали, що стосуються практичного використання роботи.

Таким чином, наведені публікації в належній мірі відображають основні положення та результати дисертаційної роботи.

Зауваження по дисертації та автореферату

1. Вимагає пояснень практичне застосування вектор критеріїв керування якістю процесу обробки (формула 2.1, стор. 54).

2. В розділі 2 відсутня формула розрахунку коефіцієнта конкордації, на який робиться посилання, для перевірки узгодженості думок експертів про вагомність всіх або одиничних показників якості (стор. 63).

3. В запропонованій математичній моделі технологічної системи колесо токарного різця розглядаються переміщення в системі координат $X-Y$, але при цьому не враховуються коливання в напрямку осі Z , а також складова сили різання P_z .

4. При статистичній обробці експериментальних даних параметрів коливань збірних чашкових різців в залежності від швидкості різання і подачі інструмента з використанням критеріїв Кохрена та Ст'юдента не вказано довірчі ймовірності отриманих результатів (стор. 140).

5. Викликає сумнів програмна реалізація технологічної системи верстата, що приставлена у вигляді структурної моделі процесу точіння (рис. 4.4, стор. 134), оскільки верстат є частиною технологічної системи.

6. Наведені в розділі 4 результати виконання розрахунків не підтверджені значеннями кількості степенів та довірчої ймовірності, за якими визначені критичні значення цих показників.

7. В роботі відсутнє чітке обґрунтування вдосконаленої математичної моделі динамічної системи та використання кваліметричного підходу до оцінки якості конструкції і процесу експлуатації збірних різців.

8. В роботі та авторефераті є деякі похибки в представленні результатів. Крім того, в роботі присутні лексичні та граматичні помилки, а також неточності у вживанні технічних термінів, наприклад в авторефераті, «відколки» замість «сколи» (стр.6), «більш-менш рівномірно» замість «нерівномірно», «максимальний характер розтягувальних напружень» (стор. 9) не відповідають загально прийнятим нормам. Також в деяких наведених рисунках дисертації автор не приводить значення початкових умов при яких вони отримані (рис.3.12, стор. 97, рис. 3.34, стор. 115), а також рисунки 2.11 і 3.11 повторюються в різних розділах дисертації (стор. 77 і стор. 95)

Зазначені недоліки не знижують загальної цінності представленої роботи

Автореферат в повній мірі відбиває зміст та основні положення дисертації.

Завершальна оцінка дисертаційної роботи. Дисертаційна робота Полупана Івана Івановича є завершеною науково працею та вирішує конкретне наукове завдання підвищення ефективності процесу відновлення профілю колісних пар збірними різцями.

Опубліковані наукові праці за період 2007-2015 рр. та автореферат повністю відповідають змісту дисертації.

За обсягом виконаних досліджень актуальності та науковій новизні, по достовірності та практичній цінності. по завершеності та впровадженню результатів а також по оформленню та опублікуванню її результатів дисертація відповідає вимогам щодо кандидатських дисертацій і, насамперед, вимогам пп. 9,

11, "Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника" затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567 (зі змінами), а її автор Полупан Иван Іванович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти.

Офіційний опонент,
професор кафедри "Виробництва приладів"
Національного технічного університету України
"Київський політехнічний інститут",
доктор технічних наук, професор

