

До спеціалізованої вченої ради К 12.105.02
у Донбаській державній машинобудівній академії

ВІДГУК

офіційного опонента КОБЕЛЬНИКА ВОЛОДИМИРА РОМАНОВИЧА
на дисертаційну роботу ПОЛУПАНА ІВАНА ІВАНОВИЧА
«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ПРОФІЛЮ
КОЛІСНИХ ПАР ЗБІРНИМИ РІЗЦЯМИ»,

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі
спеціальності 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти

Актуальність теми дисертації

Дисертаційна робота Полупана Івана Івановича присвячена підвищенню ефективності процесу відновлення профілю колісних пар збірними різцями за рахунок удосконалення конструкцій збірних різців для відновлення профілю колісних пар із покращеними міцнісними та динамічними характеристиками, що в свою чергу забезпечить зростання продуктивності механічної обробки.

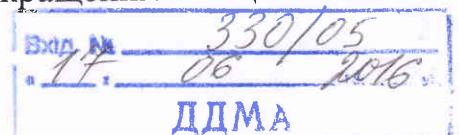
Одним із шляхів підвищення ефективності виробництва на сучасному етапі є досягнення високої продуктивності при мінімальній собівартості і трудомісткості з одночасним забезпеченням регламентованих показників якості.

На основі проведеного аналізу процесу відновлення профілю колісних пар механічною обробкою на колесотокарних верстатах автором зроблено висновок, що дана операція є однією із складних та затратних складових технологічного процесу відновлення рухомого складу залізничного транспорту. Процес механічної обробки профілі коліс при відновленні значним коливанням припуску та твердості оброблюваної поверхні. Складний профіль колеса призводить до того, в процесі обробки кут контакту різальної частини інструменту з оброблюваною деталлю суттєво змінюється. Зазначені фактори, що виникають в процесі обробки викликають значні теплові коливання, навантаження на інструмент, що призводить до викришування та поломок різальних пластин та руйнування елементів механічного кріплення.

Тому вважаю, що проведення досліджень спрямованих на підвищення ефективності процесу відновлення колісних пар збірними різцями для забезпечення надійної роботи рухомого складу залізничного транспорту безперечно є актуальною науково-технічною задачею на сучасному етапі.

Оцінка наукової новизни, практичної цінності, достовірності та обґрунтованості основних положень дисертації

Загалом дисертаційну роботу можна охарактеризувати як завершене наукове дослідження, спрямоване на вирішення актуальної науково-технічної задачі, яка пов'язана з підвищенням ефективності процесу відновлення профілю колісних пар збірними різцями за рахунок удосконалення конструкцій збірних різців для відновлення профілю колісних пар із покращеними міцнісними та



динамічними характеристиками.

У дисертаційній роботі автором була поставлена мета – підвищення ефективності процесу відновлення профілю колісних пар за рахунок покращення міцнісних і динамічних характеристик збірних різців, зростання продуктивності процесу механічної обробки, якості конструкції та експлуатації збірних різців для відновлення профілю колісних пар.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані та вирішені такі задачі дослідження:

- визначено фактори та досліджено умови експлуатації, проаналізовано характер та структуру відмов збірних різців для відновлення профілю колісних пар в умовах складних динамічних навантажень;
- досліджено вплив конструктивних параметрів різальної пластини збірних різців для відновлення профілю колісних пар на напружено-деформований стан конструкції, форми різальної пластини збірних різців на величину та характер розподілення напружень;
- виявлено вплив елементів режиму різання при відновленні колісних пар на напружено-деформований стан збірних різців для відновлення профілю колісних пар;
- розроблено математичні моделі для опису динамічної системи «верстат-інструмент-деталь» для дослідження коливань збірних різців для відновлення профілю колісних пар та перевірено їх адекватність;
- на основі проведених досліджень удосконалено конструкції збірних різців для відновлення профілю колісних пар в умовах складних динамічних навантажень.

Робота здійснювалася у рамках науково-дослідних тем кафедри «Комп'ютеризовані мехатронні системи, інструменти та технології» Донбаської державної машинобудівної академії ДК 08-04 «Удосконалення технологічного середовища для автоматизованого виробництва продукції важкого машинобудування» (№ державної реєстрації 0105U002445), Д-05-2007 «Дослідження динамічних явищ і процесів та підвищення енергоефективності механообробки на основі 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 і продуктивності комп'ютеризованих мехатронних верстатно-інструментальних систем важкого машинобудування» (№0114U002757), Д-01-2015 «Підвищення енергоефективності процесів механообробки на основі багатокритеріальної оптимізації параметрів технологічних систем важкого машинобудування» (№ державної реєстрації 0115U003122) та відповідає науковій тематиці кафедри в частині проектування збірного різального інструменту.

Усі теоретичні та практичні висновки, які зроблені у розглянутій дисертаційній роботі, а також наукові положення та рекомендації, є достовірними і в достатній мірі обґрунтовані результатами як теоретичних так і проведених експериментальних досліджень.

Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується експериментальними дослідженнями та впровадженням у виробництво і навчальний процес.

Автором отримані та підтверджені в дисертаційній роботі такі наукові результати: вперше узагальнено динамічні характеристики збірних різців в умовах складних динамічних навантажень, нерівномірності припуску, змінних фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу в процесі обробки колісних пар, які необхідні для удосконалення збірних різців для відновлення профілю колісних пар; вперше встановлено особливості характеру і структури відмов збірних чашкових різців та різців з тангенціальним кріпленням пластини для відновлення профілю колісних пар, які можуть бути використані для підвищення їх експлуатаційних характеристик; удосконалено математичну модель динамічної системи «верстат-інструмент-деталь», яка вперше враховує конструкцію та характер навантаження збірного різця для відновлення профілю колісних пар, як підсистему, що складається з окремих елементів; розроблено моделі напружено-деформованого стану різальних елементів збірних різців для відновлення профілю колісних пар, які враховують особливості контактної взаємодії різальної пластини з елементами механічного закріплення та корпусом інструменту; уточнено розподіл реакцій з боку опорних і упорних поверхонь пластини з елементами базування збірних різців при різних способах закріплення та навантаження силами різання, що дозволяє підвищити точність розрахунків і виявити небезпечний переріз у тілі пластини; запропоновано ієрархічна система властивостей якості збірних різців для відновлення профілю колісних пар, яка дозволяє кількісно оцінити якість конструкції та експлуатації збірних різців для відновлення профілю колісних пар із використанням кваліметричного підходу, проводити евристичний пошук раціональної конструкції та умов експлуатації.

Практична цінність результатів дисертаційної роботи полягає в наступному:

- розроблено методикку забезпечення для розрахунку контактних напружень на передній поверхні різального леза для оцінювання конструкції збірних різців для відновлення профілю колісних пар за техніко-економічними параметрами з метою збільшення ресурсу роботи збірного металорізального інструменту на операціях чорнового точіння;
- створено удосконалені конструкції вузлів кріплення пластин збірного чашкового різця, а також збірного різця з тангенціальним кріпленням пластини для відновлення профілю колісних пар;
- розроблено рекомендації по підвищенню ефективності відновлення профілю колісних пар збірними різцями з покращеними динамічними характеристиками вузлів кріплення різальних пластин;
- удосконалено конструкції збірних різців для відновлення профілю колісних пар, що дозволяють підвищити продуктивність обробки в середньому на 15%, знизити витрати інструменту на 21-26%, а також можуть бути використані для механообробки в інших галузях машинобудування.

Технічна новизна отриманих рішень підтверджена патентами України на корисні моделі.

Результати дисертаційної роботи широко впроваджено як в навчальний процес Донбаської державної машинобудівної академії, так і у виробництво на ПАТ «КЗВВ», ТОВ «ВАЖСТАНКОСЕРВІС», ВАТ ХК «Луганськтепловоз».

Аналіз і оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертація складається зі вступу, 5 розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел і додатків.

Основний зміст дисертації викладений на 170 сторінках, на 15 сторінках розміщений список використаних джерел із 137 найменувань, чотири додатки розміщені на 13 сторінках.

Стиль тексту та оформлення дисертаційної роботи зауважень не викликають.

У *вступі* обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету та задачі дослідження, визначено об'єкт і предмет дослідження, а також висвітлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Подано інформацію про апробацію результатів досліджень та публікації, що висвітлюють основні положення дисертаційної роботи.

Перший розділ присвячено аналізу літературних джерел щодо процесів механічної обробки та відновлення профілю колісних пар, проаналізовано особливості технологічного процесу їх відновлення, конструкції збірних різців, які використовуються в процесі відновлення, методи дослідження напружено-деформованого стану різального інструменту.

Проведений аналіз показав, що використання методів колесотокарної обробки при формуванні профілю колісних пар є досить поширене з використанням з використанням збірних чашкових різців та різців з тангенціальним кріпленням пластин. Але зазначається, що основною причиною зниження продуктивності є значне коливання припуску, що спонукає до динамічних ударних навантажень, а різальний інструмент, який використовується характеризується недостатньою жорсткістю кріплення різальних пластин, що призводить до виходу його з ладу.

В результаті аналізу існуючого стану питання автором сформульовано мету і задачі дослідження, встановлено шляхи і засоби їх досягнення.

Другий розділ присвячено розробці методики проведення теоретичних і експериментальних досліджень збірних різців для забезпечення процесу відновлення профілю колісних пар.

Розглянуті методики дозволяють проаналізувати середовище функціонування збірних різців, на основі цього створено банк даних для накопичення, математичної обробки та використання статистичних даних.

Запропоновано методику визначення властивостей збірного інструменту через експертне визначення його комплексних властивостей.

Дослідження коливань збірних різців здійснено за допомогою побудови математичної моделі процесу відновлення колісних пар. Яка в собі додатково включала підсистему збірного різця.

Для проведення досліджень напружено-деформованого стану збірних різців

для відновлення колісних пар методом кінцевих елементів автором використано програмний продукт ANSYS.

Для проведення експериментальних досліджень коливань збірних різців розроблено вібровимірювальний комплекс, який дозволяє фіксувати та обробляти величини відносних віброприскорень різців.

У **третьому розділі** наведено види відмов чашкових та тангенціальних пластин збірних різців, що виникають при здійсненні процесу відновлення колісних пар.

За результатами сформованого у другому розділі банку даних відмов збірних різців отримано та побудовано закони розподілу величин руйнування різальних пластин.

Проведено дослідження напружено-деформованого стану різальної кромки збірного чашкового різці базової та удосконаленої конструкцій в залежності від ділянки обробки колісної пари, проведено розрахунки номінальних напружень.

Також проведено дослідження напружено-деформованого стану різальної пластини збірного різця з тангенціальним кріпленням пластини, для забезпечення більш надійного базування різальної пластини по опорній поверхні збірного різця, запропоновано його удосконалену конструкцію.

У **четвертому розділі** на основі розробленої математичної моделі технологічної системи колесотокарного верстата здійснено теоретичні дослідження коливань збірного чашкового різця.

Вказано, що діапазон коливань пружної системи існуючого збірного чашкового різця значно більший ніж у різця запропонованої удосконаленої конструкції збірного різця, що безперечно говорить про більш стабільний режим його роботи (1,5...1,8 рази).

Для різних ділянок обробки колісної пари проведено розрахунок амплітудно-фазових-частотних-характеристик (АФЧХ) пружної системи збірного чашкового різця. Запас стійкості існуючої та удосконаленої конструкцій збірного чашкового різця визначався за критерієм Найквіста.

Наведено залежності коливань збірних чашкових різців від швидкості різання та подачі, встановлено що при збільшенні подачі відбувається зниження величини амплітуди коливань різця.

У **п'ятому розділі** подано результати впровадження проведеної науково-дослідної роботи, а саме збірних різців в умовах виробництва на згаданих вище підприємствах.

Подано кругову діаграму, яка відображає ранжування властивостей збірного різального інструменту для відновлення колісних пар.

Вказано, що розрахунок рівня якості удосконалених конструкцій чашкового різця та різця із тангенціальним кріпленням пластини показує його зростання відповідно в 1,2 та 1,7 рази у порівнянні з базовими конструкціями.

Також охарактеризовано ступінь узгодженості думок експертів, встановлено, що між думками експертів є значний збіг.

У **висновках** до дисертаційної роботи автором викладені найбільш важливі отримані наукові і практичні результати.

Автореферат дисертації з необхідною повнотою та об'єктивністю відображає зміст дисертації.

В цілому дисертаційна робота містить всі необхідні розділи, які достатньо повно розкривають проведені автором дослідження – від аналізу існуючих теоретичних положень до технічних рішень і конкретних рекомендацій.

В цілому мова, стиль викладання, оформлення дисертації та автореферату відповідають вимогам, які ставляться до наукових праць.

Повнота опублікування результатів дисертації

Наукові положення, висновки, які наведені в дисертації, висвітлені в 19 наукових публікаціях, з яких: 1 стаття – у виданні, що включене до міжнародної наукометричної бази SCOPUS; 7 статей – у наукових фахових виданнях України; 8 тез доповідей у збірниках матеріалів наукових конференцій; отримано 3 патенти України на корисні моделі.

Зауваження по роботі

В результаті детального аналізу по дисертаційній роботі та автореферату зроблені наступні зауваження:

1. В роботі на стор. 92 йдеться про те, що для дослідження напружено-деформованого стану різальної пластини збірною чашкового різця вказаної конструкції в якості базової була прийнята пластина діаметром 27,8 мм з відповідними геометричними параметрами, а на стор. 94-95 вказано результати розрахунків максимальних напружень поверхонь різальних пластин з діаметрами 22 мм, 27,8 мм, та 30,8 мм.

2. В дисертації на стор. 106, а також в авторефераті на стор. 8 сказано, що Ψ – це кут нахилу спряження пружної розрізної втулки з оправкою. А далі в роботі на стор. 126 автор стверджує, що Ψ це вісь перпендикулярна головній різальній кромці.

3. З роботи та автореферату не зрозуміло, чи для базової конструкції та удосконаленої конструкції збірних різців з тангенціальним кріпленням пластин використовуються однакові типи пластин. До речі, як в дисертації, так і в авторефераті зустрічаються терміни «збірний різець з тангенціальним кріпленням пластин», «збірний різець з тангенціальним розміщенням пластин» та «та збірний призматичний різець», напевно мова йде про одне і теж, бажано було б використовувати один термін. Також по тексту вживається термін «удосконалена конструкція збірного різця», а на рисунках написано «новий різець».

4. На мій погляд, із першого абзацу на стор. 110 дисертаційної роботи та автореферату стор. 9 зрозуміло, що схема розміщення січень в яких проводилися дослідження напружено-деформованого стану призматичної пластини виглядає наступним чином: 1 січення – за 0,5 мм від різальної кромки, 2, 3 та 4 січення – за 1 мм від різальної кромки. А насправді є: 1 січення – за 0,5 мм, 2 січення – за 1,5 мм, 3 січення – за 2,5 мм, 4 січення – за 3,5 мм від різальної кромки.

5. В авторефераті на рис. 13, стор. 11 показано «технологічну систему», а по тексту на стор. 10 йдеться про «технологічну схему».

6. В роботі та авторефераті є напевно, що невідповідність позначень стосовно математичної моделі, яка подана в авторефераті, як (1). Так в моделі (1) є величини K_x та K_y , а в описі прийнятих позначень цього не вказано. В моделі (1) використовуються величина з позначенням K_p , а напевно мало б бути K_{px} та K_{py} – відповідно, питомі значення складових сил різання $P_x(t)$ та $P_y(t)$, які чомусь в описі до математичної моделі позначені як $P_x(\tau)$ та $P_y(\tau)$. До речі, на схемі технологічної системи рис. 4.1 дисертації та на рис. 13 автореферату взагалі сили чомусь позначені як P_x та P_y .

Однак висловлені мною зауваження ні в якій мірі не зменшують наукової цінності дисертаційної роботи, у якій досягнута поставлена мета.

Заклучна оцінка дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Полупана Івана Івановича є самостійно виконаною, цілісною, завершеною науковою-дослідною роботою, яка виконана на актуальну тему. Отримані в роботі результати є новими і науково обґрунтованими.

Вважаю, що дисертаційна робота Полупана І.І. «Підвищення ефективності процесу відновлення профілю колісних пар збірними різцями» відповідає вимогам п 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р., виконана на високому науково-технічному рівні і оформлена у відповідності з вимогами МОН України, які ставляться до кандидатських дисертацій, а її автор Полупан І.І. заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти.

Офіційний опонент,
доцент кафедри конструювання верстатів,
інструментів та машин
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя,
кандидат технічних наук

Кобельник В.Р.

Підпис к.т.н. Кобельника В.Р. засвідчую:
Проректор з наукової роботи ТНТУ ім. І. Пулюя

Рогатинський Р.М.

