

До спеціалізованої вченої
ради К 12.105.02
у Донбаській державній
машинобудівній академії

ВІДГУК

офіційного опонента ЛУЦІВА ІГОРЯ ВОЛОДИМИРОВИЧА
на дисертаційну роботу ХОРОШАЙЛО ВАДИМА ВІКТОРОВИЧА
«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗТОЧУВАННЯ ОТВОРІВ
НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ ШЛЯХОМ СТВОРЕННЯ
ВІБРОСТІЙКОЇ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ СИСТЕМИ»,

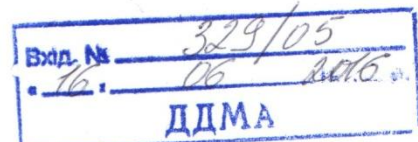
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі
спеціальності 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти

Актуальність теми дисертації

Однією з найважливіших вимог, що пред'являються до будь-якої технологічної системи, є можливість забезпечення необхідної точності і якості обробки деталей при високій продуктивності.

На основі аналізу існуючих технологій на заводах важкого машинобудування автором зроблено висновок, що при обробці деталей класу втулок проблемним є процес розточування отворів великих діаметрів і довжини на токарних верстатах. При розточуванні необхідно застосовувати різальні інструменти, виліт яких повинен відповідати довжині оброблюваного отвору, що призводить до значного зниження жорсткості різця, а отже і до зниження його вібростійкості. У виробничих умовах застосовуються різні способи зниження рівня вібрацій різальних інструментів, пов'язані з підвищенням їх параметрів жорсткості або характеристик демпфування, проте ці способи не завжди є достатньо ефективними.

Тому питання, пов'язані з розробкою і дослідженнями вібростійких інструментальних систем, які забезпечують високу ефективність обробки розточуванням, є актуальними.



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

Дисертаційну роботу Хорошайло В. В. можна охарактеризувати як наукове дослідження, спрямоване на вирішення актуальної науково-технічної задачі, яка пов'язана з підвищенням ефективності процесу розточування отворів на токарних верстатах, шляхом розробки вібростійкої інструментальної системи, що проектується на основі теоретичних розробок, комплексного моделювання і експериментальних досліджень.

У дисертаційній роботі автором була поставлена мета - підвищення ефективності обробки отворів деталей типу циліндрів і втулок на токарних верстатах шляхом розроблення вібростійкої інструментальної системи, використання якої забезпечує підвищення продуктивності, точності та якості обробки при зниженні її собівартості.

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

- на основі аналізу умов експлуатації розточувальних різців при обробці на токарних верстатах у виробничих умовах та наведених у літературних джерелах досліджень щодо забезпечення зниження вібрацій в процесі обробки, виявлена можливість підвищення ефективності розточування за рахунок покращення характеристик жорсткості та вібростійкості інструменту;
- було розроблено методику досліджень на основі математичного і тривимірного моделювання інструментів та систем для розточування отворів на токарних верстатах;
- розроблено модель і структурну схему інструментальної системи, яка забезпечує додаткову рухливу опору розточувальному різцю;
- запропонована конструкція вібростійкої інструментальної системи для розточування отворів великих діаметрів на токарних верстатах та проведено її тривимірне моделювання та аналіз з використанням методу скінченних елементів;

- на основі розробленої конструкції створено інструментальну систему і проведено експериментальне дослідження розточування консольно та двоопорно закріпленим різцем для порівняння вібростійкості та показників ефективності обробки;

- надано рекомендації з використання розробленої інструментальної системи для використання у виробничому процесі на машинобудівних підприємствах.

Робота здійснювалася у рамках науково-дослідних тем ДК 08-04 «Удосконалення технологічного середовища для автоматизованого виробництва продукції важкого машинобудування» (№ державної реєстрації 0105U002445), ДК 01-2014 «Підвищення надійності і продуктивності комп'ютеризованих мехатронних верстатно-інструментальних систем важкого машинобудування» (№ державної реєстрації 0114U002757), Д-01-2015 «Підвищення енергоефективності процесів механообробки на основі багатокритеріальної оптимізації параметрів технологічних систем важкого машинобудування» (№ державної реєстрації 0115U003122) кафедри «Комп'ютеризовані мехатронні системи, інструменти та технології» Донбаської державної машинобудівної академії.

При формуванні наукових положень, висновків та рекомендацій автором використані відомі закономірності і розкриті нові засоби зниження рівня вібрацій на основі власних досліджень, які можна вважати обґрунтованими. В роботі використані методики математичного, стрижньового і тривимірного моделювання розточувальних інструментів та систем на основі сучасних комп'ютерних програм. Експерименти проводились з використанням сучасних вимірювальних приладів у лабораторних та виробничих умовах.

Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій сформульованих на основі математичного, стрижньового і тривимірного моделювання, підтверджується експериментальними дослідженнями та впровадженням у виробництво і навчальний процес.

Автором вперше отримані та підтверджені в дисертаційній роботі такі наукові результати:

- розроблено математичну модель коливань розточувального різця, що дозволяє уперше прогнозувати вплив параметрів жорсткості інструментальної системи з додатковою рухомою опорою різця на амплітудні характеристики вібрацій процесу розточування;
- уперше розроблено інструментальну систему для розточування на токарних верстатах, яка забезпечує підвищення вібростійкості процесу різання за рахунок двоопорного закріплення інструменту;
- розроблено тривимірну модель інструментальної системи для розточування, яка дозволяє оцінити вплив пружних деформацій на динамічні характеристики інструменту при розточуванні;
- встановлено вплив застосування розробленої інструментальної системи для розточування на підвищення точності, якості і продуктивності обробки отворів великих діаметрів на токарних верстатах.

Практична цінність результатів дисертаційної роботи може бути оцінена так:

- розроблено комплексну методику математичного й тривимірного моделювання розточувальних різців і інструментальних систем, яка може використовуватися при проектуванні інструментів на машинобудівних і інструментальних підприємствах;
- запропоновано спосіб розточування отворів великих діаметрів на токарних верстатах із двоопорним закріпленням розточувального різця;
- створено інструментальну систему для розточування, яка забезпечує підвищення ефективності процесу розточування на токарних верстатах за рахунок додаткової рухомої опори державки розточувального різця;
- розроблену інструментальну систему для розточування на токарних верстатах впроваджено на ТОВ «НДШТмаш – дослідний завод» і ПАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» з очікуваним економічним ефектом 11000 грн на рік;

- методику математичного і тривимірного моделювання інструментальних систем впроваджено в навчальний процес кафедри «Комп'ютеризовані мехатронні системи, інструменти та технології», ДДМА (м. Краматорськ).

Загальна характеристика роботи

Дисертація складається зі вступу, 6 розділів основної частини, висновків і додатків.

Текст дисертації викладений на 180 сторінках (з додатками), на 14 сторінках розміщений список використаних джерел. Таким чином, об'єм дисертаційної роботи відповідає вимогам, які визначені п. 11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника».

Стиль тексту та оформлення дисертаційної роботи зауважень не викликають.

У **вступі** обгрунтовано актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, викладено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено інформацію щодо апробації матеріалів дисертації та публікацій.

Перший розділ присвячено виявленню можливостей вирішення наукової задачі. Було узагальнено особливості процесу розточування отворів на токарних верстатах, проаналізовані літературні джерела за напрямками досліджень причин виникнення вібрацій у процесі різання та їх впливу на точність, якість обробки і зносостійкість різального інструменту. Також проведено аналіз засобів зниження рівня коливань при обробці отворів.

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

Другий розділ присвячено розробці методики теоретичних і експериментальних досліджень розточувальних інструментів та систем для розточування.

На основі загальної схеми механічної обробки було виділено напрямок дослідження зв'язку жорсткості технологічної системи з її вібростійкістю і розроблено структурну схему дослідження.

Запропоновано методику математичного й комп'ютерного моделювання розточувальних різців та інструментальної системи, з визначенням їх статичних і динамічних характеристик. Розроблені математичні моделі дозволяють теоретично розраховувати прогини розточувального різця під дією сумарної сили різання. Також розроблено методику розрахунку власної частоти коливань консольно закріпленого різця. У роботі запропоновано методику моделювання та розрахунку інструментальних систем із використанням комп'ютерної програми APM Structure 3D для стрижньового моделювання, що дозволяє створювати і аналізувати структурні схеми, які складаються із декількох елементів.

Стрижньове моделювання використовувалось в якості засобу попереднього аналізу систем перед тривимірним моделюванням. Для проведення поглибленого теоретичного дослідження характеристик інструментальних систем розроблена методика використання тривимірного моделювання з інженерними розрахунками за методом скінчених елементів.

Розроблена методика передбачає, що після комплексного аналізу з використанням різних методів моделювання необхідно застосувати експериментальні методи дослідження запропонованого процесу розточування і провести аналіз його випробування у виробничих умовах.

У **третьому розділі** на основі стрижньового моделювання розроблено структурну схему інструментальної системи з додатковою рухливою опорою розточувального різця для підвищення вібростійкості процесу обробки. Створені стрижньові моделі консольно та двоопорно закріплених розточувальних різців доводять підвищення жорсткості державки розточувального різця при використанні додаткової опори. Математична модель коливань вершини розточувального різця дозволяє оцінити вплив параметрів жорсткості і кута орієнтації головних осей жорсткості на амплітудні характеристики коливань інструменту.

У **четвертому розділі** на основі розробленої структурної схеми вперше запропоновано конструкцію інструментальної системи для розточування на токарних верстатах, яка забезпечує додаткову рухливу опору державки розточувального різця, та створено її тривимірну модель. Для визначення статичних і динамічних параметрів моделі проводився її скінчено-елементний інженерний аналіз, який показав підвищення жорсткості і вібростійкості розточувального різця при використанні інструментальної системи.

У **п'ятому розділі** представлені експериментальні дослідження статичних і динамічних характеристик створеної інструментальної системи для розточування в лабораторних і виробничих умовах. Встановлено вплив застосування інструментальної системи на параметри точності і якості обробки отворів на токарних верстатах. Аналіз результатів експериментальних даних показав, що завдяки зменшенню амплітуди коливань показники шорсткості обробленої поверхні при розточуванні в умовах експерименту з використанням розробленої інструментальної системи знизилися в середньому в 1,3 раз. Також підвищилась точність обробки. Так при розточуванні отвору діаметром 300 мм і довжині 250 мм різниця діаметрів початкового та кінцевого перерізів зменшилась з 0,09 до 0,02 мм, радіальне биття зменшилось з 0,15 до 0,03 мм, у порівнянні з обробкою консольно закріпленим розточувальним різцем.

У **шостому розділі** наведені рекомендації щодо впровадження результатів дослідження у виробництво. При призначенні режимів обробки рекомендовано ввести нові поправочні коефіцієнти на величину подачі, що дасть можливість підвищити її для різних відношень вильоту різця і висоти його перерізу в середньому в 1,24 рази. У розділі наведена оцінка підвищення середнього періоду стійкості ріжучої частини інструменту та підвищення продуктивності обробки.

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

Оцінка змісту 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. Стиль викладення дисертації відповідає вимогам, що ставляться до дисертаційних робіт.

Автореферат дисертації у достатній мірі є ідентичним роботі, містить основні положення, висновки та рекомендації, які наведені в дисертації.

Результати дисертації пропонуються до впровадження на машинобудівних та інструментальних підприємствах. Наукові положення, висновки та рекомендації, одержані автором, слід прийняти для використання у навчальному процесі вищих навчальних закладів спеціальностей з металорізальних верстатів та систем, інструментального виробництва і технології машинобудування.

Повнота опублікування результатів дисертації

Наукові положення, висновки, які наведені в дисертації, висвітлені в 14 наукових публікаціях, з яких: 1 стаття – у виданні, що включене до міжнародних наукометричних баз; 4 статті – у спеціалізованих фахових виданнях, що входять до переліку ВАК; 1 стаття і 6 тез – у виданнях матеріалів науково-технічних конференцій; отримано 2 патенти України на корисні моделі.

Зауваження по роботі

По роботі та автореферату зроблені такі зауваження:

1. На мій погляд, слід було б краще структурувати дисертаційну роботу. Зокрема, наповненість окремих розділів дисертації матеріалом значно відрізняється. Особливо це зауваження слід віднести до шостого розділу. Об'єднанням матеріалу можна було б скоротити дисертацію до 5, а можливо і до 4 розділів, що краще відповідало б структурі саме кандидатської дисертації.

2. У першому розділі слід було б привернути увагу таким засобам підвищення вібростійкості процесу розточування, які стосуються вибору раціональної геометрії різальної частини інструменту та призначенню раціональних режимів обробки.

3. При проектуванні вібростійкої інструментальної системи доцільно було б проаналізувати можливість використання елементів демпфування для підвищення динамічних характеристик.

4. При теоретичних дослідженнях коливань вершини розточувального різця і визначенні його вібростійкості слід було б використати не тільки модель координатного зв'язку, але й врахувати динамічну характеристику процесу різання за В.О. Кудиновим, зокрема постійну часу стружкоутворення, що надзвичайно важливо власне для процесу розточування.

5. На графіках вібропереміщень вершини розточувального різця (рис. 5 і 6 автореферату), які отримані за математичною моделлю, не вказані одиниці вимірювання.

6. В п'ятому розділі при оцінюванні точності обробки бажано було б перевірити співвісність обробленого отвору та зовнішньої поверхні.

7. Із матеріалу дисертації незрозуміло яким чином визначались саме середні значення амплітуд коливань вершини розточного різця при використанні і без використання вібростійкої інструментальної системи, адже це впливає на обчислення коефіцієнта підвищення середнього періоду стійкості.

8. В дисертації і авторефераті мають місце певні неточності і описки редакційного характеру. Зокрема, автор вживає правильний термін «різальний інструмент» і поряд з цим неправильний термін «ріжуча частина», мають місце помилки в записах даних таблиць с. 129 і 130, деякі формули записані шрифтами, що відрізняються від шрифту основного тексту, та деякі інші.

Проте наведені вище зауваження не знижують якості досліджень та наукової цінності висновків і не впливають на основні теоретичні та практичні результати роботи.

Заклучна оцінка дисертаційної роботи

Дисертаційна робота «Підвищення ефективності розточування отворів на токарних верстатах шляхом створення вібростійкої інструментальної системи» є самостійно виконаною, закінченою науково-дослідною роботою, в якій вирішена важлива науково-технічна задача і отримані нові наукові теоретичні та експериментальні результати. Вважаю, що дана робота за актуальністю, новизною, практичною цінністю та за об'ємом публікацій відповідає існуючим вимогам, що встановлені до кандидатських дисертацій, а її автор Хорошайло Вадим Вікторович – заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.01 — «Процеси механічної обробки, верстати та інструменти».

Офіційний опонент,
завідувач кафедри конструювання верстатів,
інструментів та машин
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя,
заслужений працівник освіти України,
доктор технічних наук, професор

І. В. Луців

Підпис д.т.н., проф. І. В. Луціва засвідчую:

Проректор з наукової роботи ТНТУ ім. І. Пулюя

Р.М.Рогатинський

