

До спеціалізованої вченої
ради Д 12.105.02
у Донбаській державній машинобудівній академії

ВІДГУК

офіційного опонента ЛУЦІВА ІГОРЯ ВОЛОДИМИРОВИЧА
на дисертаційну роботу АНТОНЕНКО ЯНИ СЕРГІЇВНИ
«ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВАЖКИХ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ
ШЛЯХОМ УПРАВЛІННЯ ПАРАМЕТРАМИ НЕСУЧОЇ СИСТЕМИ»,
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі
спеціальності 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти

1. Актуальність теми дисертації

Найбільш перспективним напрямком підвищення характеристик точності важких токарних верстатів є впровадження систем адаптивного управління, для розвитку якого у сучасному виробництві відкрито широкі можливості завдяки розвитку систем ЧПК. При побудові програм ЧПК потрібно врахувати реальну динамічну структуру верстата і її вплив на траєкторії формоутворюючих рухів, оскільки при цьому виникає необхідність аналізу безлічі чинників, таких як зміна жорсткості заготовки, вплив параметрів несучої системи верстата, температура і явища, пов'язані з нею. Несуча система верстата утворюється сукупністю елементів верстата, через які замикаються сили, що виникають між інструментом і заготовкою у процесі різання. У балансі точності оброблення на важких токарних верстатах пружні деформації несучої системи відіграють важливу роль. При цьому питання зниження металоємності залишається актуальним, оскільки вага елементів несучої системи складає до 80% від ваги верстата. У зв'язку з їх специфічними складними формами, а також високими вимогами до точності важких верстатів, несучі системи мають забезпечувати і

зберігати протягом терміну служби верстата можливість оброблення із заданими режимами і необхідною точністю.

Таким чином, розроблення методів управління параметрами несучої системи важких токарних верстатів є актуальною науково-технічною задачею, вирішення якої дозволить підвищити точність оброблення великогабаритних деталей при одночасному забезпеченні умов зниження металоємності.

2. Наукова новизна одержаних результатів

Дисертаційну роботу Антоненко Я.С. можна охарактеризувати як наукове дослідження, спрямоване на вирішення актуальної науково-технічної задачі, яка пов'язана з підвищенням точності важких токарних верстатів шляхом управління параметрами несучої системи.

Поставлена авторкою у дисертаційній роботі мета - підвищення точності важких токарних верстатів за рахунок забезпечення жорсткості й управління параметрами несучої системи при мінімально можливій масі - досягнута.

На основі аналізу методів підвищення точності технологічної системи та структури виникнення похибок при обробленні великогабаритних деталей, методів моделювання несучих систем верстатів, врахування існуючих видів автоматичного і адаптивного керування, розроблені структурні та функціональні моделі керування точністю важкого верстата, а також математичні моделі роботи адаптивної системи на базі важкого токарного верстата для оброблення великогабаритних деталей.

Запропоновані нові методи створення конструкцій станин важких токарних верстатів, проведено параметричний синтез й аналіз їх експлуатаційних характеристик, а також створені методи компенсації похибок й адаптивного керування точністю формоутворюючих рухів верстата.

Найбільш вагомим положеннями наукової новизни одержаних в дисертації результатів на наш погляд є новий науковий метод компоновання станин важких токарних верстатів з врахуванням системи силових факторів, що діють на верстат

Наведені наукові результати є новими і до даного часу не були відомими.

3. Практична цінність одержаних результатів

В дисертаційній роботі проведені експериментальні дослідження розроблених систем керування точністю на важких токарних верстатах, щодо яких проведені натурні виробничі дослідження і які впроваджені у виробництво, зокрема при створенні важких токарних верстатів нового покоління, що випускаються ПрАТ «Краматорський завод важкого верстатобудування». Економічний ефект від впровадження методів проектування несучих систем важких токарних верстатів з урахуванням характеру навантаження у розрахунку на 1 верстат становить 84 тис. грн. Результати роботи впроваджені також при реконструкції важких токарних верстатів на ТОВ «Важстанкосервіс» з економічним ефектом 31 тис. грн на 1 важкий токарний верстат.

Найбільш важливими результатами з точки зору практичної цінності є розроблені в роботі рекомендації з проектування несучої системи важкого верстатного обладнання з ЧПК підвищеної точності. Результати дисертаційної роботи використані у навчальному процесі Донбаської державної машинобудівної академії при викладанні ряду навчальних дисциплін.

Відповідно достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих на основі математичного моделювання, підтверджується експериментальними та натурними дослідженнями та впровадженням у виробництво і навчальний процес.

4. Апробація роботи та її відповідність планам наукових досліджень

Дисертаційна робота виконувалась відповідно до наукової тематики кафедри Металорізальні верстати та інструменти» (зараз «Комп'ютеризовані мехатронні системи, інструмент і технології») Донбаської державної машинобудівної академії. Здобувачка брала безпосередню участь у виконанні держбюджетних науково-дослідних робіт: «Дк-03-2001 «Підвищення якості та ефективності верстатного обладнання та різального інструменту для важкого

машинобудування» (№0102U001664); Д-04-2004 «Розробка системи управління якістю роботи важких верстатів та інструментів» (№0104U004038); Д-06-07 «Розробка інтегрального комплексу оптимального управління адаптивною технологічною системою важких верстатів» (№0107U001306); Дк-08-04 «Удосконалювання технологічного середовища для автоматизованого виробництва продукції важкого машинобудування» (№0105U002445); Д-06-2007 «Розробка інтегрального комплексу оптимального управління адаптивною технологічною системою важких верстатів» (0107U001306); Дк-02-2009 «Підвищення якості верстато-інструментальних систем для автоматизованого виробництва в умовах важкого машинобудування» з 01.01.2009 по 31.12.2013р. Д-05-2009 «Розробка інформаційних технологій для систем адаптивного управління процесом механічної обробки деталей на важких верстатах» (0109U002669); Д-03-2011 «Оперативна оптимізація процесів різання для систем адаптивного управління важкими верстатами нового покоління» (0111U000884); Д-03-2013 «Розробка технологічних систем для екологічно ефективної обробки деталей енергетики на базі адаптивних багатоцільових важких верстатів» (0113U000607); Дк-01-2014 «Підвищення надійності та продуктивності комп'ютеризованих мехатронних верстатів інструментальних систем важкого машинобудування» (0114U002757); Д-03-2015 «Управління процесами механічної обробки деталей вітроенергетики з нових важкооброблюваних матеріалів на важких верстатах» (0115U003124); Д-03-2017 «Підвищення ефективності виготовлення виробів оборонного та енергетичного призначення шляхом створення високотехнологічних мехатронних верстато-інструментальних систем» (0117U001165).

Основні питання дисертаційної роботи були представлені, обговорені та одержали схвалення на 9-ти міжнародних науково-технічних конференціях. У повному обсязі дисертаційна робота доповідалась на розширеному науковому семінарі кафедри «Металорізальні верстати та інструменти» (зараз «Комп'ютеризовані мехатронні системи, інструмент і технології») Донбаської державної машинобудівної академії.

5. Оцінка достовірності та обґрунтованості основних положень дисертації

Теоретичні дослідження проведені на основі фундаментальних засад теоретичної механіки, технології машинобудування, основ конструювання верстатів та верстатних систем. В роботі використані сучасні ефективні інформаційні методи дослідження процесів. Експериментальні дослідження проведені з використанням сучасних методів цифрової обробки сигналів.

Достовірність одержаних результатів підтверджена обґрунтуванням припущень та відповідності результатів розрахунку експериментальним даним, відсутності логічних протиріч і відповідності фізичній сутності вирішуваних задач.

Використані в дисертації основні теоретичні положення та припущення є коректними і узгоджуються із загальноприйнятими в теорії проектування і розрахунку верстатів. Обґрунтованість наукових результатів забезпечується коректністю поставлених мети та завдань досліджень, точністю використаних засобів вимірювання та підтвердженою адекватністю розроблених математичних моделей.

6. Відповідність змісту автореферату і дисертаційної роботи та висвітлення результатів роботи в наукових виданнях

Автореферат у повній мірі відображає структуру дисертаційної роботи та за своїм змістом відповідає основним її положенням і висновкам. Оформлення автореферату відповідає існуючим вимогам. Висновки, зазначені у дисертаційній роботі та в авторефераті, є ідентичними.

За результатами досліджень опубліковані 24 наукові праці, в тому числі: 12 статей у провідних фахових виданнях (2 статті – особисто), з них 2 статті опубліковані у іноземних виданнях, 9 матеріалів та тез доповідей міжнародних конференцій, 1 колективна монографія.

Об'єм публікацій в повній мірі відповідає вимогам до кандидатських дисертацій відповідно до п. 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника».

7. Структура, зміст та оформлення дисертації

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

Текст дисертації викладений на 151 сторінці і містить 136 рисунків та 6 таблиць, а список використаних джерел складається із 115 найменувань. Таким чином, об'єм і структура дисертаційної роботи відповідають вимогам, що 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 обґрунтовано 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 підвищення точності металообробного обладнання на основі моделювання та керування точністю технологічних систем. Також розглянуті етапи процесу оброблення деталей на металорізальному обладнанні, систематичні та випадкові похибки розмірів і обертань, які виникають при виконанні кожного етапу і дають результуючу похибку. Розглянуто два напрямки підвищення характеристик точності з точки зору впровадження систем адаптивного керування. Проаналізовано шляхи підвищення точності верстатного обладнання та виявлено, що найбільш перспективним і економічно доцільним є створення адаптивних систем автоматичного керування. В результаті аналізу стану питання автором

сформульовано мету і задачі дослідження, встановлено шляхи і засоби досягнення поставленої мети.

У другому розділі представлено структурно-логічну схеми роботи. Обґрунтовано застосування методу кінцевих елементів для математичного моделювання й обчислення деформацій елементів несучої системи у балансі точності при компенсуванні похибок оброблюваної поверхні. Наведено дані про використані прилади вимірювання точності переміщень, температур, деформацій, відхилень для визначення точності важкого токарного верстату.

У третьому розділі було проведено аналіз факторів впливу різних видів похибок при обробленні на важких токарних верстатах. Встановлені елементи несучої системи, які мають найбільший вплив на точність і якість оброблення деталей. Обґрунтовано необхідність раціоналізувати й оптимізувати конструкцію станин та методів їх виготовлення. Розроблено структуру проектування несучої системи важкого верстату. Розроблено методи підвищення точності важких токарних верстатів і методи їх моделювання. Для розроблення системи керування точністю важкого верстата при обробленні нежорстких деталей запропоновано методики моделювання пружної технологічної системи під впливом силових і температурних факторів на основі структурного і геометричного аналізу компоновальних схем важких токарних верстатів з використанням методу кінцевих елементів.

У четвертому розділі наведено методики розрахунків станини на жорсткість і температурні деформації з точки зору точності. Для визначення найбільш раціональної конструкції станини було проведено порівняльні розрахунково-експериментальні дослідження пружних деформацій зварної і литої станини важкого токарного верстату.

У п'ятому розділі проведено розробка конструкції та натурні випробування несучої системи важкого токарного верстата мод. 1К675Ф3. Запропоновано адаптивну систему керування, що дозволяє компенсувати пружні деформації всіх елементів несучої системи, що виникають у разі дії сил різання, а також теплові деформації, викликані зміною температури після початку процесу оброблення. Наведені дані про впровадження роботи.

8. Оцінка змісту дисертації

В цілому дисертаційна робота містить всі необхідні розділи, які достатньо повно розкривають проведені автором дослідження – від ґрунтового аналізу існуючих теоретичних підходів та технічних рішень до конкретних рекомендацій. Стиль викладення і мова дисертації відповідають вимогам, що ставляться до дисертаційних робіт.

9. Зауваження до дисертації та автореферату

1. В розділі 2 бажано було б більш докладно зазначити точність вимірювальних засобів.

2. У третьому розділі зазначено, що проведено аналіз пружної технологічної системи під впливом силових і температурних факторів на основі структурного і геометричного аналізу компоновальних схем важких токарних верстатів, але більшість наведених результатів тривимірного моделювання присвячено силовим деформаціям.

3. Бажано було б зазначити, як результати роботи можна розповсюдити на верстати інших груп і типів.

4. Із матеріалу дисертації незрозуміло які пари тертя використовуються на станинах (зварних та литих) при взаємодії з рухомими вузлами.

5. На графіках досліджень прогинання станин рис. (4.21, 4.22, 5.41 дисертації), не вказані одиниці вимірювання.

6. В дисертації і авторефераті мають місце певні неточності і описки редакційного характеру. Зокрема, автор вживає термін «ЧПК» і поряд з цим термін «ЧПУ» (рис. 5.54), деякі формули записані шрифтами, що відрізняються від шрифту основного тексту, в тексті дисертації має місце повтор номеру рисунку (4.19), 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.

Заключна оцінка дисертаційної роботи

Дисертаційна робота «ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВАЖКИХ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ ШЛЯХОМ УПРАВЛІННЯ ПАРАМЕТРАМИ НЕСУЧОЇ СИСТЕМИ» є самостійно виконаною, закінченою науково-дослідною працею, 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 авторка Антоненко Яна Сергіївна 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

