

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ МАШИН, СПОРУД І ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОНСТРУЮВАННЯ ВЕРСТАТІВ, ІНСТРУМЕНТІВ ТА МАШИН

ОЛІЙНИК МИХАЙЛО ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 621.9

**ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ОКРЕМИХ ФАКТОРІВ В ІНТЕГРАЛЬНОМУ
БАЛАНСІ ПОХИБОК ОБРОБКИ НА ВАЖКОМУ ТОКАРНОМУ ВЕРСТАТІ**

133 «Галузеве машинобудування»

Автореферат
дипломної роботи магістра

Тернопіль 2018

Роботу виконано на кафедрі конструювання верстатів, інструментів та машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент, кафедри конструювання верстатів, інструментів та машин
Зеленський Костянтин Васильович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент: доктор технічних наук, професор, професор кафедри технології і обладнання зварювального виробництва
Пулька Чеслав Вікторович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 23 лютого 2018 р. на засіданні екзаменаційної комісії №10 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №4, ауд. В1

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

а) Актуальність теми роботи.

Найбільш актуальним завданням в верстатобудуванні в даний час є підвищення точності обробки.

Вимоги точності, що пред'являються машинобудуванням до верстатного обладнання, підвищуються з кожним днем. На сьогодні питання досягнення необхідної точності цілком можна вважати найбільш важливим при проектуванні нових моделей верстатного обладнання, оскільки саме в цій області розробники стикаються з найбільшою кількістю проблем, які змушують шукати обхідні шляхи, йти на компроміси, що, в кінцевому рахунку, позначається на загальній якості і конкурентоспроможності нової продукції.

Фактор точності є домінуючим в інтегральній оцінці економічної ефективності і якості обладнання. Тому розробка наукових основ по створенню систем адаптивного керування (САК) процесом обробки на цих верстатах є актуальним завданням і має велике значення. Актуальність і значення цього завдання для України посилюється тим, що Україна є одним з провідних виробників в Європі прокатного і металургійного устаткування, комплектуючих виробів до нього. Механічна обробка основних виробів цього обладнання проводиться на важких токарних верстатах.

Тому основним завданням машинобудування є підвищення точності та поліпшення якості продукції, що випускається.

б) Мета і завдання.

Метою роботи є підвищення точності поздовжнього переміщення супорта важкого токарного верстата за допомогою системи адаптивного керування.

Для досягнення цієї мети у роботі вирішено такі задачі:

- проведено огляд і аналіз методів підвищення точності поздовжнього переміщення супорта токарного верстату;
- проведено оптимізацію параметрів адаптивного керування точністю поздовжнього переміщення супорта токарного верстату;
- розроблено систему адаптивного керування (САК) точністю поздовжнього переміщення супорта токарного верстату;

с) *Об'єкт, методи та джерела дослідження.*

Об'єкт дослідження. супортна група важкого токарного верстата.

Предмет дослідження. вплив окремих факторів адаптивного керування в інтегральному балансі похибок обробки на верстаті.

Методи дослідження. В основу роботи покладено метрологічну оцінку точності виготовлення деталей-представників; метод експертних оцінок; метод кінцевих елементів.

д) **Наукова новизна отриманих результатів:**

- проведено систематизацію структури взаємозв'язків збурюючих факторів з окремими складовими похибок обробки на важких токарних верстатах;
- проведено моделювання температурних деформацій станини.
- проведено дослідження складності забезпечення потрібної точності поздовжнього переміщення супорта за рахунок впливу різних факторів;

- розроблена нова система адаптивного керування точністю обробки на важкому токарному верстаті.

е) Практичне значення отриманих результатів.

Результати дослідження дозволяють підвищити точність обробки на верстаті за рахунок адаптивного керування певними параметрами технологічної системи. Розроблена система адаптивного керування дає можливість обмежити вплив на точність обробки похибок геометрії, теплових і пружних деформацій елементів конструкції супортної групи верстату.

ф) Апробація.

Результати досліджень за тематикою магістерської роботи доповідались на VI Міжнародній науково - технічній конференції молодих учених та студентів (Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 16-17 листопада 2017 р.) і опубліковані в збірнику:

Матеріали VI Міжнародній науково - технічній конференції молодих учених та студентів / В 3 т. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 16-17 листопада 2017 р.), 2017.- Т. 1. с.143.

- 2. Структура роботи.** Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, списку літератури (30 найменування), 9 додатків.

Загальний обсяг тестової частини – 131 сторінка, 8 таблиць, 29 рисунків.

3. ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

a) У **Вступі** проведено огляд сучасного стану машинобудівної галузі промисловості та охарактеризовано основні завдання, які необхідно вирішити, сформульована мета виконання роботи, а також перелічено завдання, які необхідно виконати для досягнення поставленої мети та комплексного наповнення дипломної роботи магістра.

b) **Перший розділ "АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ"** розкриває зміст попередньо виконаних наукових досліджень за тематикою магістерської роботи, а також теоретичні засади, які покладені в основу як аналітичного дослідження, так і експериментального базису.

c) У **другому розділі "ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД"** проведено аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами, обґрунтовано актуальність роботи.

d) У **третьому розділі "ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ"** вибрано групу параметрів технологічної системи, адаптивне керування якими найбільше ефективно підвищать точність обробки на важких токарних верстатах..

e) **Четвертий розділ "СПЕЦІАЛЬНА (НАУКОВА-ДОСЛІДНА) ЧАСТИНА"** включає оптимізацію параметрів адаптивного керування точністю поздовжнього переміщення супорта токарного верстату; запропоновано принцип дії системи адаптивного керування, а саме, системи для зменшення похибок форми в поперечному перерізі і системи компенсації відхилень від прямолінійності напрямних станини;. Проведено твердотільне моделювання і аналіз деформацій напрямних важкого токарного верстата методом кінцевих елементів.

f) У п'ятому розділі **"КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА"** проведено розробку систему адаптивного керування точністю поздовжнього переміщення супорта токарного верстату, запропоновано використання лазерного променя в якості вимірювальної бази та розроблено конструкцію пристрою для його налаштування.

g) **Шостий розділ "ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ"** містить комплекс необхідних економічних розрахунків, які доводять економічну ефективність прийнятих технічних рішень.

h) **Сьомий розділ "ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ"** проведено аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що виникають при роботі на верстаті, і розроблені заходи щодо забезпечення безпечних і комфортних умов праці, а також був здійснений розрахунок захисного екрана. Верстат відповідає нормам і вимогам охорони праці, так як виконуються заходи безпеки.

i) **Восьмий розділ " ЕКОЛОГІЯ"** містить опис негативних факторів, які можуть впливати на екологічний стан навколишнього середовища та шляхи зменшення цього впливу у процесі виробничої діяльності.

4. ВИСНОВКИ

4.1.Проведений аналіз існуючих систем адаптивного керування дозволяє зробити висновок, що не розроблені універсальні системи адаптивного керування для важких верстатів з ЧПК.

4.2.Спроектовано систему адаптивного керування точністю при роботі на важкому токарному верстаті, здатну ефективно компенсувати геометричні похибки вузлів верстата, теплові і пружні деформації елементів технологічної системи, забезпечити при цьому точність траєкторій переміщення інструменту щодо настановних баз виробу та незалежності точності цих траєкторій від зовнішніх факторів, в тому числі від геометричних похибок виготовлення та збирання вузлів верстата і силових навантажень будь-якого характеру.

4.3.З метою розширення універсальності технологічної системи було запропоновано використовувати лазерний промінь в якості вимірювальної бази. Запропоноване конструктивне рішення дозволяє наблизити вимірювальну базу до ідеальної прямої, щодо якої і відбувається завмер всіх необхідних величин для контролю параметрів обробки

4.4.Створено систему адаптивного керування, що є ефективним засобом задоволення вимог якості оброблюваних деталей на важких токарних верстатах з ЧПК, що дозволив зменшити число проходів обробки для досягнення необхідної якості.

4.5.Розроблено конструкцію важкого токарного верстата і система адаптивного керування точністю спроектованого токарного верстата, застосування якої дозволило підвищити продуктивність обробки, скоротити основний час, що дало фактичний економічний ефект.

4.6. За результатами розрахунку при висвітленні датчика лазерним променем 1,2 мВт від випромінювача ЛГН-207А і довжиною хвилі 632 нм теоретична чутливість датчика склала 0,78 мкм.

5. ПЕРЕЛІК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

1. Олійник М.В. Дослідження методів обробки важкооброблюваних матеріалів / Олійник М. В., Сімора С. М. // Матеріали VI Міжнародної науково - технічної конференції молодих учених та студентів / В 3 т. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 16-17 листопада 2017 р.), 2017.- Т. 1. с. 143.
2. Кузнецов Ю.М. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах/ Ю.М. Кузнецов, І.В. Луців, О.В. Шевченко, В.Н. Волошин [Текст] - К.: - Тернопіль: Тернограф, 2011. - 692с.
3. Луців І.В. Багатолезове адаптивне оснащення: техніко-економічні показники//Вісник ЖДТУ. - Житомир: ЖДТУ, 2001, 316, с. 52-59
4. Луців І.В. Теорія технічних систем /Ю.М.Кузнецов, Ю.К.Новосьолов, І.В.Луців – Севастополь: СевНТУ, 2011. – 246 с.
5. В. В. Солоха, В. С. Ліліченко, М. В. Фролов. Зниження впливу теплових деформацій на точність обробки на токарних верстатах / В. В. Солоха, В. С. Ліліченко, М. В. Фролов // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні №2, 2011. – С. 69-72.
6. Шанайда В.В. Пакет MathCAD в інженерних розрахунках/ Шанайда В.В. – Тернопіль: Видавництво ТДТУ, 2001. – 163 с.
7. Врагов Ю.Д. Анализ компоновок металлорежущих станков: (Основы компонентики)/ Врагов Ю.Д. –М: Машиностроение, 1978. – 208 с.
8. Пуш В.Э. Металлорежущие станки./ Пуш В.Э.- М.: Машиностроение, 1986. - 526с.
9. Расчет деталей и узлов металлорежущих станков с использованием ЭВМ/ С.А.Дубиняк, С.Г.Нагорняк, И.В.Луцив, И.Д.Дубецкий :Киев УМК ВО, 1989. – 152 с.
- 10.Lutsiv I. Adaptation of lathe chucks clamping elements to the clamping surfaces / Lutsiv I.V., Voloshyn V.N., Bytsa R // International journal for science, technics and innovations for the industry Mashines, Technologies, Materials. Sophia, PSTUM, 2015 . - Issue 12. - S/64-67
- 11.Hurey I. Qualimetric indexes determinations of adaptive type limited mechanisms for materials machining / Hurey I., Lutsiv I, Broshchak I, Sharyk M // Advances in manufacturing science and technology. - 2015. - №1. -p. 33-43
- 12.Кузнецов Ю. Н., Зажимные механизмы и технологическая оснастка для высокоэффективной токарной обработки: монография/ Ю.Н. Кузнецов, О.И. Драчев, И.В. Луцив И.В., Шевченко А.В., Волошин В.Н.. – Старый Оскол: ТНТУ, 2014. – 480 с.

13. Луців І.В. Характеристики подач і зусиль при тонкому точнінні багаторізцевими головками / І.В. Луців, В. М. Шарик // Вісник ТНТУ. - №2(74). - Тернопіль, 2014. - С. 113-122.

6. АНОТАЦІЇ

Олійник М.В.; " Дослідження ролі окремих факторів в інтегральному балансі похибок обробки на важкому токарному верстаті ". 133 – Галузеве машинобудування; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; м. Тернопіль, 2018 р.

У дипломній роботі проведені дослідження ролі окремих факторів в інтегральному балансі похибок обробки на важкому токарному верстаті. Розроблено пристрій і принцип дії системи адаптивного керування, а саме, система для зменшення похибок форми в поперечному перерізі і система компенсації відхилень від прямолінійності напрямних станини. Обумовлена ефективність застосування цих систем. За рахунок адаптивного керування процесом різання вдалося підвищити якість оброблюваної поверхні на один квалітет. Проведені розрахунки свідчать, що величини напружень, що виникають при роботі верстата, не виходять за допустимі межі. Отже, верстат є працездатним і відповідає висунутим до нього вимогам по міцності і надійності. На основі цих досліджень спроектований верстат, що за своїми технічними характеристиками відповідає світовому рівню для верстатів даного класу.

Ключові слова: верстат, похибка, параметри точності, система адаптивного керування.

Oliynuk M.V.; " Study of certain factors role in integral balance of machining errors on a heavy lathe " 133 - Industrial machinery engineering; Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University; Ternopil, 2018.

The device and the principle of the system of adaptive control are developed, namely, the system for reducing the errors of the shape in the cross section and the system of compensating for deviations from the straightness of the guide racks. The effectiveness of these systems is determined. Due to the adaptive control of the cutting process, we managed to improve the quality of the surface to be processed to one qualification. The performed calculations show that the stresses that arise during the operation of the machine do not exceed the permissible limits. Consequently, the machine tool is operational and meets the requirements for reliability and reliability. On the basis of these studies a machine is designed, which according to its technical characteristics corresponds to the world level for machine tools of this class.

Key words: machine tool, error, parameters of accuracy, adaptive control system.