

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

**СІМОРА СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ**

УДК 621.9

**ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ  
ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ТІЛ  
ОБЕРТАННЯ**

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.

Деталі типу тіл обертання складають більшість конструктивних елементів машин. Обробка їх зовнішніх поверхонь охоплює декілька груп металорізальних верстатів, зокрема токарних. Відповідно формоутворення вказаних поверхонь також здійснюється різними способами. При цьому одним із основних якісних критеріїв верстатів є критерій жорсткості. Таким чином цей критерій є особливо важливим для формоутворюючих елементів конструкції верстатів призначених для обробки зовнішніх поверхонь тіл обертання. Зважаючи на значний сегмент таких верстатів у їх загальному парку дослідження характеристик жорсткості вказаних елементів конструкції є актуальним і необхідним в процесі модернізації верстатів.

## б) Мета і завдання.

*Метою роботи* є покращення характеристик жорсткості формоутворюючих елементів конструкції верстатів для обробки зовнішніх поверхонь тіл обертання.

Для досягнення цієї мети у роботі необхідно вирішити такі задачі:

- визначити вплив пружних деформацій системи на точність і продуктивність обробки;
- визначити вплив жорсткості деталей на роботу механізмів;
- провести дослідження структури пружних переміщень у верстатах;
- провести аналіз норм жорсткості токарних верстатів;
- дослідити вплив власної жорсткості;
- розробити основні напрями оптимізації конструкцій за умовою жорсткості.

## с) Об'єкт, методи та джерела дослідження:

*Об'єкт дослідження:* конструкція верстатів для обробки зовнішніх поверхонь тіл обертання.

*Предмет дослідження:* характеристики жорсткості формоутворюючих елементів верстатів для обробки зовнішніх поверхонь тіл обертання.

*Методи дослідження:* аналітичний, графічний, порівняльний, математичного моделювання; експериментальний та емпіричний.

## д) Наукова новизна отриманих результатів:

- оцінено вплив пружної деформації системи верстату на точність обробки, зокрема, через копіювання похибок обробки та змінність жорсткості системи верстату..
- складено та проаналізовано баланс пружних переміщень системи верстату і структуру пружних деформацій, зокрема власних і контактних..
- на основі розгляду характеристик жорсткості токарних верстатів, їх аналізу запропоновано основні, напрямки оптимізації конструкцій за критерієм жорсткості, які в тому числі передбачають забезпечення раціонального балансу жорсткості системи, застосування матеріалів з високим модулем пружності, вибір раціональних форм переізів та інші рекомендації.

#### **е) Практичне значення отриманих результатів.**

На основі дослідження жорсткісних характеристик токарних верстатів розроблено конструкції підвищеної жорсткості формоутворюючих елементів верстатів для обробки зовнішніх поверхонь тіл обертання.

#### **ф) Апробація.**

Результати досліджень за тематикою магістерської роботи доповідались на VI Міжнародної науково - технічної 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 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. СТРУКТУРА РОБОТИ** Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, списку літератури (34 найменування), 7 додатків.

Загальний обсяг тестової частини – 155 сторінок, 12 таблиць, 24 рисунків.

### **3. ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

а) 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.

б) **Перший розділ "ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА"** 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; проаналізовано сучасні проблеми жорсткості формоутворюючих елементів конструкції верстатів для обробки зовнішніх поверхонь тіл обертання, аналіз існуючих верстатів- аналогів.

в) У **другому розділі "АНАЛІЗ СХЕМ ФОРМОУТВОРЕННЯ ТА ВИБІР КОМПОНОВКИ ВЕРСТАТУ"** здійснено аналіз формоутворюючих схем, які можна реалізувати на цьому верстаті при виконанні технологічного процесу механічної обробки цієї деталі, значна увага приділено аналізу компоновальних схем верстатного обладнання подібного типу. Здійснено глибокий аналіз верстатного забезпечення для обраної групи верстатів, що мають подібні набори модульних комплектів, технологічних та конструктивних модулів. Обґрунтовано обрання найбільш раціонального варіанту компоновки верстата для обраного типу верстатного обладнання.

г) У **третьому розділі "ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА"** здійснено комплекс технологічних розрахунків щодо аналізу точності механічної обробки при раціональному підборі системи базування деталі та оптимального проектування раціонального варіанту технологічного процесу механічної обробки деталі-представника. Розраховано припуски та режими різання на

певну операцію механічної обробки, які слугують вихідними даними для розробки наступного розділу дипломної роботи.

е) **Четвертий розділ "КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА"** представлені процедури проектування, що включають необхідний комплекс проектних розрахунків, які пов'язані із розробкою кінематичного ланцюга приводу головного руху верстата, які супроводжуються детальним проектним розрахунком елементів конструкції ШВ верстата.

ф) **У п'ятому розділ "СПЕЦІАЛЬНИЙ (НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ) РОЗДІЛ"** У даному розділі значна увага приділена розрахунку радіальної та осової жорсткості вала шпинделя верстата. Отримані результати задовольняють граничні умови щодо проектування верстатного обладнання.

г) **У шостому розділ "ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ"** міститься комплекс необхідних економічних розрахунків, які доводять економічну ефективність прийнятих технічних рішень.

h) **Сьомий розділ "ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ"** присвячений висвітленню питань щодо забезпечення безпечних умов праці на виробництві та аналіз дій адміністративного та виробничого персоналу у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

і) **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. виконано дослідження характеристики жорсткості формуютьуючих елементів верстатів для обробки зовнішніх поверхонь тіл обертання;
- 4.2. проаналізовано конструкторсько-технологічні особливості деталі представника;
- 4.3. здійснено оптимізацію схем формоутворення деталей і оптимізацію компонуальної схеми досліджуваного верстату;
- 4.4. обґрунтовано вихідні дані та здійснено технологічний розрахунок відповідно до розробки верстатного обладнання;
- 4.5. проведено кінематичний розрахунок верстату і спроектовано окремі його вузли та конструкції;
- 4.6. з використанням елементів САПР проведено розрахунок та конструювання визначеного вузла;
- 4.7. на основі наукових досліджень встановлені закономірності, щодо характеристик жорсткості формуютьуючих елементів верстатів для обробки зовнішніх поверхонь тіл обертання;
- 4.8. оброблені результати автоматизованих розрахунків і САПР;
- 4.9. здійснено обґрунтування ефективності прийнятих рішень;
- 4.10. розглянуто питання застосування інформаційних технологій, охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях те екології;

## 5. ПЕРЕЛІК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

1. Сімора С.М. Дослідження методів обробки важкооброблюваних матеріалів / Сімора С. М., Олійник М. В. // Матеріали VI Міжнародної науково - технічної конференції молодих учених та студентів / В 3 т. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулую (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 компонетики)/ 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.Луцев, 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. Луцев И.В., Шевченко А.В., Волошин В.Н.. – Старый Оскол: ТНТУ, 2014. – 480 с.
- 13.Луців І.В. Характеристики подач і зусиль при тонкому точінні багаторізцевими головками / І.В. Луців, В. М. Шарик // Вісник ТНТУ. - №2(74). - Тернопіль, 2014. - С. 113-122.

## 6. АНОТАЦІЇ

Сімора С. М.; " Дослідження конструкторсько-технологічних методів підвищення точності токарної обробки деталей тіл обертання ". 133 – Галузеве машинобудування; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; м. Тернопіль, 2018 р.

У дипломній роботі розглянуті результати досліджень підвищення жорсткості формоутворюючих елементів конструкції верстатів для обробки зовнішніх поверхонь тіл обертання. Узагальнено окремі питання її забезпечення, які дозволяють без додаткових капітальних витрат поліпшити техніко - економічні показники дрібносерійного виробництва. На основі цих досліджень детально розглянуті питання, що стосуються досягнення необхідної точності обробки на даних верстатах традиційними методами.

На основі розгляду характеристик жорсткості токарних верстатів, їх аналізу запропоновано основні напрямки оптимізації конструкцій за критерієм жорсткості. Така оптимізація в тому числі передбачає забезпечення раціонального балансу жорсткості системи, застосування матеріалів з високим модулем пружності, вибір раціональних форм перерізів та інше.

Ключові слова: верстат, формоутворюючі елементи, похибка, жорсткість, параметри точності.

Simora S.M.; "Study of design-processing methods of turning accuracy increase of rotation bodies parts" 133 - Industrial machinery engineering; Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University; Ternopil, 2018.

In the thesis work the research results are presented to increase rigidity formative elements of design tools for machining external surfaces of bodies of revolution. The specific issues of machining are discussed, which allow no additional capital expenditure to improve the techno - economic performance of small-scale production. Based on these studies in detail the issues are given relating achieving the required accuracy of the given machine tools processing by traditional methods.

Based on consideration of the characteristics of rigidity lathes their analysis the basic designs optimization ways are offered after the criterion of rigidity. They include providing rational system rigidity balance, the use of materials with high elastic modulus, the choice of rational forms of cross-sections and others.

Key words: machine tool, forming elements, error, rigidity, parameters accuracy