

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ МАШИН, СПОРУД І ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОНСТРУЮВАННЯ ВЕРСТАТІВ, ІНСТРУМЕНТІВ ТА МАШИН

МОТРИНЕЦЬ НАТАЛІЯ МИХАЙЛІВНА

УДК 621.9

**ДОСЛДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ
ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ НА ОСНОВІ КЕРУВАННЯ ПОТОЧНИМ СТАНОМ
ДИНАМІКИ СИСТЕМИ**

133 «Галузеве машинобудування»

**Автореферат
дипломної роботи магістра**

Тернопіль 2018

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

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент кафедри конструювання верстатів, інструментів та машин
Ярема Ігор Теодорович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пуллюя

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій
Бадищук Василь Ігорович
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пуллюя

Захист відбудеться 27 лютого 2018 р. на засіданні екзаменаційної комісії №9 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пуллюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №4, ауд. В1

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

a) Актуальність теми роботи.

Підвищення вимог до точності розмірів і форми деталей, оброблюваних на металорізальних верстатах, появу нових важкооброблюваних матеріалів, а також широке впровадження автоматизації технологічних процесів і створення автоматичних верстатів з системами управління і регулювання призвело до збільшення ролі динамічних процесів у верстатах та їх вплив на показники точності та якості оброблюваних виробів.

При проектуванні, виготовленні та експлуатації верстатів все частіше виникає необхідність вирішення завдань, врахування динамічних явищ процесу механічної обробки. У першу чергу це відноситься до забезпечення умов стійкого руху інструменту і заготовки, тобто відсутності так званих вібрацій, «заклинивания» або стрибкоподібного переміщення вузлів верстата.

Головним же є забезпечення умов, необхідних для отримання деталі з мінімальними похибками розмірів і форми, тобто відсутність відхилень від заданих стійких положень інструменту і заготовки. Такі відхилення виникають як результат силових, теплових та технологічних зовнішніх впливів на деформовану систему верстата.

b) Мета і завдання.

Метою роботи є підвищення якості та продуктивності обробки деталей на токарних верстатах за допомогою керування динамікою процесу.

Для досягнення цієї мети у роботі слід вирішити наступні задачі:

- Проаналізувати результати теоретичних і експериментальних досліджень процесу токарної обробки з можливістю керування динамікою системи
- Розробити методику для дослідження коливань інструменту та шпинделя під час токарної обробки
- Розробити модель стендів для дослідження впливу власних частот і форм коливань частин верстата на шорсткість поверхні деталі
- Розробити способи зменшення амплітуд коливань робочих органів токарного верстата під час обробки

c) Об'єкт, методи та джерела дослідження.

Об'єкт дослідження. динамічні характеристики процесу токарної обробки.

Предмет дослідження. динаміка токарного верстата в процесі обробки.

Методи дослідження. В основу роботи покладено фундаментальні положення методів теорії пружності, теорії міцності, апарату математичного аналізу та математичного моделювання.

d) Наукова новизна отриманих результатів.

Встановлено функціональну залежність вібраційної складової шорсткості обробленої поверхні від зовнішніх збурювальних сил і власних форм та частот коливання.

e) Практичне значення отриманих результатів.

Результати проведених досліджень та інженерного розрахунку можна використати при обробці деталей за допомогою керування динамічним станом елементів обраної системи.

f) Апробація.

Результати досліджень за тематикою магістерської роботи доповідались на VII Міжнародної науково - технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пуллюя (м. Тернопіль, 28-29 листопада 2018 р.) і опубліковані в збірнику:

Матеріали VII Міжнародної науково - технічної конференції молодих учених та студентів / В 3 т. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пуллюя (м. Тернопіль, 28-29 листопада 2018 р.), 2018.- Т.1. с. 43.

2. СТРУКТУРА РОБОТИ. Робота складається зі вступу, 7 розділів, висновків, списку літератури (42 найменування), 13 додатків.

Загальний обсяг тестової частини – 189 сторінок, 54 таблиць, 57 рисунків.

3. ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

a) У **Вступі** відзначено актуальність теми магістерської роботи, сформульована мета виконання роботи, об'єкт і предмет дослідження, а також визначені завдання, які необхідно виконати для досягнення поставленої мети та комплексного наповнення дипломної роботи магістра.

b) **Перший розділ "АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ"** 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 "ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ"** проведено аналіз конструкторсько-технологічних особливостей однієї із деталей, яку обробляють на досліджуваному верстаті, проведено комплекс технологічних розрахунків, здійснено аналіз формоутворюючих схем, які можна реалізувати на цьому верстаті при виконанні технологічного процесу механічної обробки цієї деталі. Значна увага приділено аналізу компонувальних схем верстатного обладнання подібного типу. Здійснено аналіз верстатного забезпечення для обраної групи верстатів, що мають подібні набори модульних комплектів, технологічних та конструктивних модулів. Обґрутовано обрання найбільш раціонального варіанту компонування верстата для обраного типу верстатного обладнання.

d) **У третьому розділі "СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ"** 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 шпиндельного вузла верстата. Значна увага приділена розрахунку радіальної та осьової жорсткості вала шпинделя верстата. Отримані результати задовільняють граничні умови щодо проектування верстатного обладнання.

e) У четвертому розділі "**НАУКОВО – ДОСЛІДНА ЧАСТИНА**" проведено аналіз результатів теоритичних і експериментальних досліджень процесу токарної обробки з можливістю керування динамікою системи. Запропоновано методику для дослідження коливань інструменту та шпинделя під час токарної обробки. Розроблено способи зменшення амплітуд коливань робочих органів токарного верстата під час оробки, а також на базі токарного верстата з ЧПК розроблено експериментальний стенд, оснащений модулятором та первинними датчиками обертів шпинделя, для дослідження впливу власних частот і форм коливань частин верстату на шорсткість поверхні деталі .

f) У п'ятому розділі "**ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ**" міститься комплекс необхідних економічних розрахунків, які доводять економічну ефективність прийнятих технічних рішень.

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

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

4. ВИСНОВКИ

- 4.1.Проаналіковано результати теоритичних і експериментальних досліджень процесу токарної обробки з можливістю керування динамікою системи
- 4.2.Розроблено методику для дослідження коливань інструменту та шпинделя під час токарної обробки
- 4.3.Розроблено способи зменшення амплітуд коливань робочих органів токарного верстата під час оробки
- 4.4.Встановлено, що вірогідність виникнення вібрацій, у т.ч. і резонансних, суттєво зростає при практичній реалізації процесів токарної обробки деталей з відносно малими діаметрами оброблюваних поверхонь
- 4.5.Результати теоретичних досліджень дозволили виявити резонансні частоти обертання шпинделя, та нову залежність, що при збільшенні частоти обертання, величина коливань варіється, в бік зростання та в бік зменшення
- 4.6.На базі токарного верстата з ЧПК розроблено експериментальний стенд, оснащений модулятором та первинними датчиками обертів шпинделя для дослідження впливу власних частот і форм коливань частин верстату на шорсткість поверхні деталі

5. ПЕРЕЛІК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

1. Мотринець Н.М. Оптимізація процесу обробки епоксикомпозитів зовнішніми енергетичними полями / Ярема І.Т., Антонов А.М., Колибабюк П.В., Мотринець Н.М. Матеріали VII Міжнародної науково - технічної конференції молодих учених та студентів / В 3 т. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пуллюя (м. Тернопіль, 28-29 листопада 2018р.), 2018.- Т.1. с. 43.
2. Кузнецов Ю.М. Технологичне оснащення для високоекспективної обробки деталей на токарних верстатах/ Ю.М. Кузнецов, I.B. Луців, О.В. Шевченко, В.Н. Волошин [Текст] - К.: Тернопіль: Тернограф, 2011. - 692с.
3. Луців I.B. Теорія технічних систем /Ю.М.Кузнецов, Ю.К.Новосьолов, I.B.Луців – Севастополь: СевНТУ, 2011. – 246 с.
4. 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.
5. Луців I.B. Багатолезове адаптивне оснащення: техніко-економічні показники//Вісник ЖДТУ. - Житомир: ЖДТУ, 2001, 316, с. 52-59
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.Луців, 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 mechanizms 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. Луців И.В., Шевченко А.В., Волошин В.Н.. – Старий Оскол: ТНТУ, 2014. – 480 с.
- 13.Луців I.B. Характеристики подач і зусиль при тонкому точнінні багаторізцевими головками / I.B. Луців, В. М. Шарик // Вісник ТНТУ. - №2(74). - Тернопіль, 2014. - С. 113-122.

6. АНОТАЦІЯ

Мотринець Н.М.; " Дослідження характеристик продуктивності та якості токарної обробки на основі керування поточним станом динаміки системи ". 133 – Галузеве машинобудування; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; м. Тернопіль, 2018 р.

У дипломній роботі проведено аналіз результатів теоретичних і експериментальних досліджень процесу токарної обробки з можливістю керування динамікою системи. Запропоновано методику для дослідження коливань інструменту та шпинделя під час токарної обробки. Розроблено способи зменшення амплітуд коливань робочих органів токарного верстата під час обробки, а також на базі токарного верстата з ЧПК розроблено експериментальний стенд, оснащений модулятором та первинними датчиками обертів шпинделя, для дослідження впливу власних частот і форм коливань частин верстату на шорсткість поверхні деталі.

Ключові слова: динаміка системи, токарна обробка, шорсткість.

Motrynec N.M.; " Investigation of turning efficiency and quality based on the system dynamics current state control " 133 - Industrial machinery engineering; Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University; Ternopil, 2018.

In the thesis the analysis of the results of theoretical and experimental studies of the turning process with the ability to control the dynamics of the system is carried out. The technique for studying the oscillation of the tool and the spindle during turning process is proposed. The methods of reducing the amplitudes of oscillations of the working parts of the lathes during the milling process, as well as on the basis of the CNC turning center, have developed an experimental stand equipped with a modulator and primary spindle speed sensors to study the influence of the eigenfrequencies and forms of oscillation of the machine tool on the roughness of the surface of the part.

Key words: system dynamics, turning processing, roughness.