

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

ФІК ПЕТРО МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 621.9

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВУЗЛА АВТОМАТИЧНОГО ПЕРМИКАННЯ
ШВИДКОСТЕЙ КРУГЛОШЛІФУВАЛЬНОГО ВЕРСТАТА**

8.05050301 «Металорізальні верстати та системи»

Автореферат
дипломної роботи магістра

Тернопіль 2017

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
Шанайда Володимир Васильович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент кафедри технології машинобудування
Паливода Юрій Євгенович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 21 лютого 2017 р. о 9⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №9 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №4, ауд. 101

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

а) Актуальність теми роботи.

Круглошліфувальні верстати застосовуються в основному для зниження шорсткості оброблюваних деталей і отримання точних розмірів. Вони призначені для шліфування зовнішніх циліндричних, конічних, а також торцевих поверхонь, та характеризуються найбільшим діаметром встановлюваної деталі і її довжиною.

Важливим завданням машинобудування є вдосконалення конструкцій круглошліфувальних верстатів відповідно до сучасного рівня досягнень науки і техніки із метою збільшення міри автоматизації, максимального підвищення якості і ефективності у виробництві. В даний час одним з основних напрямків модернізації круглошліфувального верстату є забезпечення постійності швидкості різання при шліфуванні за допомогою автоматичної коробки швидкостей. Процес шліфування характеризується ефективним зношуванням шліфувального круга, що є причиною зменшення швидкості різання у процесі механічної обробки. Зміна цього параметра має суттєвий вплив на якість обробленої поверхні, а також продуктивність праці.

б) Мета і завдання.

Метою роботи є дослідження напружено-деформованого стану елементів, які забезпечують передачу крутного моменту від привідного валу до зубчастих коліс.

Для досягнення цієї мети у роботі вирішено наступні задачі:

- провести інформаційно-патентне дослідження щодо проектування автоматичних коробок швидкостей та їх складових елементів;
- провести аналіз сучасних методик дослідження напружено-деформованого стану елементів конструкцій та новітнього програмного забезпечення для його реалізації;
- провести аналіз схем формоутворення та можливих компоновочних схем верстата для забезпечення процесу механічної обробки;
- виконати технологічний аналіз об'єкта виробництва, виконати комплекс розрахунків для визначення навантажень у процесі механічної обробки;
- провести кінематичний розрахунок приводу головного руху верстата;
- провести конструювання окремих елементів верстатного обладнання;
- провести дослідження деформацій у характерних точках ведучих та ведених елементів електромагнітної муфти автоматичної коробки швидкостей.

с) Об'єкт, методи та джерела дослідження.

Об'єкт дослідження. Конструктивні елементи електромагнітної муфти автоматичної коробки швидкостей круглошліфувального верстата.

Предмет дослідження. Деформації та напружений стан конструктивних елементів електромагнітної муфти автоматичної коробки швидкостей.

Методи дослідження. В основу роботи покладено фундаментальні положення теорії пружності; методу скінченних елементів, теорії міцності, математичного аналізу.

d) Наукова новизна отриманих результатів.

Доведено недовантаженість всіх конструктивних елементів електромагнітної муфти через необхідність забезпечення стабільності електромагнітного потоку для створення осевого затискного зусилля.

e) Практичне значення отриманих результатів.

Результати проведених досліджень та інженерного розрахунку можна використати при проектуванні нових конструкцій електромагнітних муфт з використанням композитних та полімерних матеріалів.

f) Апробація.

Результати досліджень за тематикою магістерської роботи доповідались ІХ Всеукраїнській студентській науково - технічній конференції (Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 20-21 квітня 2016 р.) і опубліковані в збірнику:

Матеріали ІХ Всеукраїнської студентської науково - технічної конференції / В 2 т. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 20-21 квітня 2016 р.), 2016.- Т. 1. - 245 с. – с. 171.

2. Структура роботи. Робота складається зі ступу, 9 розділів, висновків, списку літератури (38 найменування), 4 додатків.

Загальний обсяг текстової частини – 190 сторінок, 25 таблиць, 24 рисунків.

3. ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

a) У **Вступі** відзначено актуальність теми магістерської роботи, сформульована мета виконання роботи, а також перелічено завдання, які необхідно виконати для досягнення поставленої мети та комплексного наповнення дипломної роботи магістра.

b) У **першому розділі "АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ"** проведено аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами, обґрунтовано актуальність роботи, виконано постановку задачі на дипломну роботу.

c) У **другому розділі "ОПТИМІЗАЦІЯ СХЕМ ФОРМУВАННЯ НА ПРОЕКТОВАНОМУ ВЕРСТАТІ І ОПТИМІЗАЦІЯ ЙОГО КОМПОНУВАЛЬНОЇ СХЕМИ"** проведено аналіз конструкторсько-технологічних особливостей однієї із деталей, яку обробляють на досліджуваному верстаті, проведено комплекс технологічних розрахунків, здійснено аналіз формуютьорюючих схем, які можна реалізувати на цьому верстаті при виконанні технологічного процесу механічної обробки цієї деталі. Сформовано структурно-кінематичну схему досліджуваного верстата. 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.

d) У третьому розділі **"ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ НА РОЗРОБКУ ВЕРСТАТНОГО ОБЛАДНАННЯ. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК"** 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 режими різання на різні операції механічної обробки, які слугують вихідними даними для розробки наступного розділу дипломної роботи.

e) Четвертий розділ **"ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВЕРСТАТНОГО ОБЛАДНАННЯ"** включає необхідний комплекс проектних розрахунків, які пов'язані із розробкою кінематичного ланцюга приводу головного руху верстата, детальним проектним розрахунком елементів конструкції автоматичної коробки швидкостей верстата.

f) У п'ятому розділі **"НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ"** проведено огляд попередніх результатів досліджень вузла автоматичного перемикачів швидкостей для круглошліфувальних верстатів. Значна увага приділена дослідженню напружено-деформованого стану конструктивних елементів автоматичної коробки швидкостей круглошліфувального верстата. Доведено недовантаженість конструктивних елементів електромагнітної муфти. Встановлено можливість виконання конструктивних елементів електромагнітних муфт з композитних та полімерних матеріалів.

g) Шостий розділ **"СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ (автоматизовані розрахунки та елементи САПР)"** включає розгляд питань, які пов'язані з автоматизованим проектуванням зубчатих передач та розрахунку модуля зубчастого зачеплення з використанням спеціалізованого програмного забезпечення.

h) Сьомий розділ **"ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ"** містить комплекс необхідних економічних розрахунків, які доводять економічну ефективність прийнятих технічних рішень. Розрахунковий економічний ефект становить 203923 грн. на рік.

i) Восьмий 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.

j) Дев'ятий 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 базового ТП обробки деталі "Вал КС6В 47.627" показав можливість скорочення кількості верстатного обладнання шляхом розширення його технологічних можливостей.

4.2. Кінематичні параметри верстата моделі 3М151Ф2 після модифікації конструкції найбільш повно відповідають виробничим потребам.

- 4.3. Розроблено конструкцію автоматичної коробки швидкостей та впроваджено її до складу приводу головного руху верстата, що дало можливість забезпечувати постійність швидкості обертання шліфувального круга на рівні 50 м/с при різних ступенях його зношення.
- 4.4. Доведено недовантаженість конструктивних елементів електромагнітної муфти через необхідність забезпечення стабільності електромагнітного потоку для створення осевого затискного зусилля. За результатами дослідження МСЕ для найбільш навантажених елементів електромагнітної муфти максимальне еквівалентне напруження по Мізесу склало 16,86 МПа, максимальне лінійне переміщення – $1,79 \cdot 10^{-3}$ мм, значення по коефіцієнту запасу текучості – 14,01.
- 4.5. Встановлено можливість конструювання нових конструкцій електромагнітних муфт з використанням композитних та полімерних матеріалів.
- 4.6. Очікуваний економічний ефект від проведених організаційних та технологічних змін передбачається в розмірі 203923 грн. на рік.

5. ПЕРЕЛІК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

1. Фік П.М. Автоматизоване ступеневе регулювання швидкості різання на круглошліфувальному верстаті /Шанайда В., Фік П. Матеріали ІХ Всеукраїнської студентської науково - технічної конференції / В 2 т. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 20-21 квітня 2016 р.), 2016.- Т. 1. С. 171.
2. Шанайда В. Напрями раціонального проектування акумулюючого модуля обмежувальних механізмів / І. Брошак, В. Шанайда // Матеріали ХVІІІ наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 29-30 жовтня 2014 року — Т. : ТНТУ, 2014 — С. 14-15.
3. Шанайда В. Дослідження перехідних процесів електропривода металорізального верстата з використанням інформаційних технологій / Скляр Р., Шанайда В., Савчук М. // Вісник ТНТУ. — 2011. — Том 16. — № 1. — С.117-125.
4. Луців І.В. Теорія технічних систем /Ю.М.Кузнєцов, Ю.К.Новосьолов, І.В.Луців – Севастополь: СевНТУ, 2011. – 246 с.
5. Шанайда В.В. Пакет MathCAD в інженерних розрахунках/ Шанайда В.В. – Тернопіль: Видавництво ТДТУ, 2001. – 163 с.
6. Кривий П.Д. Трудомісткість конструювання та виготовлення металорізальних і деревообробних верстатів: Навчальний посібник/ Кривий П.Д., Шарик М.В., Сотник І.П. – Тернопіль: ТДТУ, 2005. – 128 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. Дубиняк С.А. 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.

6. АНОТАЦІЯ

Фік П.М.; "Дослідження вузла автоматичного перемикання швидкостей круглошліфувального верстата". 8.05050301 – Металорізальні верстати та системи; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; м. Тернопіль, 2017 р.

У дипломній роботі проведено аналіз патентів і наукових досліджень за напрямом модернізації вузлів автоматичного перемикання швидкостей круглошліфувального верстата. Розглянуто питання, які пов'язані з оптимізацією схем формоутворення та компоновальних схем верстата, обґрунтуванням раціонального технологічного процесу механічної обробки деталі. Розроблено структурно-кінематичну і кінематичну схеми верстата та проведено повний кінематичний та силовий розрахунок приводу головного руху верстата. В результаті модернізації приводу головного руху, шляхом впровадження автоматичної коробки швидкостей, забезпечено постійність швидкості обертання шліфувального круга на рівні 50 м/с при різних ступенях його зношення. Використовуючи метод скінченних елементів та систему АРМ FEM КОМПАС-3D досліджено напружено-деформований стан конструктивних елементів електромагнітної муфти автоматичної коробки швидкостей круглошліфувального верстата. Доведено недовантаженість конструктивних елементів електромагнітної муфти через необхідність забезпечення стабільності електромагнітного потоку для створення осевого затискного зусилля. Встановлено можливість конструювання нових конструкцій електромагнітних муфт з використанням композитних та полімерних матеріалів.

Ключові слова: автоматична коробка швидкостей, електромагнітна муфта, шліфування, круглошліфувальний верстат.

Fik P.M.; "Investigation of automatic transmission unit of circular grinder." 8.05050301 - metal-cutting machine tools and systems; Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University; Ternopil, 2017.

In this thesis we analyzed patents and scientific researches in the field of modernization units of automatic gear switching of grinding machine. We examined the question related to optimization of formation schemes and combining schemes of machine, justification of rational technological process of the machining parts. We developed the structural-kinematic and kinematic schemes of machine and conducted the full kinematic and power calculations of the main motion drive of machine. The result of modernization the main motion drive by implementing an automatic gearbox is provide speed constancy of the grinding wheel rotation at 50 m/s at its various stages of wear. Using the finite element method and APM FEM KOMPAS-3D system we investigated the mode of deformation the structural elements of electromagnetic clutch of automatic gearbox grinding machine. We proved the underuse of the structural elements of electromagnetic clutch because of the need to ensure the electromagnetic flux to create axial clamping force stability. We have established the possibility of constructing new designs of the electromagnetic clutches using composite and polymeric materials.

Keywords: automatic gearbox, electromagnetic clutch, grinding, grinding machine.