

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

**КОВАЛЬ ІВАН ІВАНОВИЧ**

УДК 621.9

**РОЗРОБКА ОСНОВНИХ ВИКОНАВЧИХ ВУЗЛІВ БАГАТООПЕРАЦІЙНОГО  
ВЕРСТАТА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ  
ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

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  
**Лещук Роман Ярославович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент кафедри технології машинобудування  
**Радик Дмитро Леонідович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 23 лютого 2017 р. о 9.00 год. 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

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

### **Актуальність теми.**

Недостатній рівень надійності технологічних процесів обробки на металорізальних верстатах приводить до збільшення браку оброблюваних деталей і підвищенню витрат на усунення відмов різального інструменту й устаткування. Тому необхідно прогнозувати рівень надійності на стадії проектування технологічних процесів, металообробного обладнання та різального інструменту переважно без експериментальних перевірок, тому що вони надзвичайно дорогі й часто нездійсненні. Тому є актуальною оцінка рівня надійності технологічних процесів, металообробного обладнання та різального інструменту на стадії їх проектування розрахунковими методами.

**Мета роботи.** Підвищення продуктивності багатоопераційних верстатів за рахунок удосконалення параметрів інструментального забезпечення .

**Об'єкт дослідження.** Характеристики та параметри інструментів при фрезеруванні.

**Предмет дослідження.** Експлуатаційні та конструктивні характеристики торцевих фрез.

### **Завдання дослідження:**

1. Провести аналіз компоновок проектованого верстата та вибрати раціональну за допомогою умов відбору.
2. Провести розрахунок та сконструювати привід головного руху верстату,
3. Дослідити допустимі значень зношування при певних режимах різання, визначення часу відновлення торцевих фрез.
4. Теоретично дослідити показники внутрішніх напружень і стійкості торцевої касетної фрези із метою прогнозування станів інструмента.
5. На основі теоретичних і експериментальних досліджень жорсткості торцевої фрези розробити рекомендації з вибору оптимальних умов і режимів роботи інструмента.

**Методи дослідження:** Теоретичні дослідження виконувались із використанням положень класичної механіки, основ теорії механізмів і машин, основ конструювання деталей машин, а також сучасних методів математичного моделювання напружено-деформованого стану торцевої фрези за допомогою сучасних програмних пакетів.

**Наукова новизна отриманих результатів.** Проведене дослідження таких властивостей торцевих фрез як універсальність і пристосованість до обслуговування шляхом вивчення розподілу часу відновлення технологічної системи і його елементів.

Уперше отримані залежності міцності торцевих касетних фрез, у залежності від глибини різання. Установлений вплив зміни геометричних параметрів, на міцність елементів різального інструменту.

**Практична цінність і реалізація результатів роботи.** Результати теоретичних і експериментальних досліджень дозволили розв'язати завдання підвищення ефективності процесу фрезерування, що відрізняються високою працездатністю при різанні з великою глибиною фрезерування за рахунок застосування східчастої схеми різання.

**Апробація.** Результати досліджень за тематикою магістерської роботи доповідались на V Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя , 2016) і опубліковані в збірнику матеріалів конференції.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 159 арк. формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А1

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У вступі наведено актуальність проблеми дослідження, мету роботи, завдання дослідження, наукову новизну та практичну цінність роботи.

У розділі 1 «ОГЛЯД ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БАГАТООПЕРАЦІЙНИХ ВЕРСТАТІВ» проведено аналіз різних конструктивних варіантів торцевих фрез та надано рекомендації з експлуатації інструменту

У розділі 2 «ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БАГАТООПЕРАЦІЙНОГО ВЕРСТАТА» проведено аналіз формоутворюючих рухів, типів базових компоновок та побудована загальна матриця компоновки верстату

У розділі 3 «РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ВУЗЛІВ БАГАТООПЕРАЦІЙНОГО ВЕРСТАТА» здійснено кінематичний розрахунок та

конструювання та розрахунок шпindelного вузла

У розділі 4 «ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ІНСТРУМЕНТУ» зроблено аналіз умов обробки торцевими фрезами, аналіз експериментальних досліджень часу відновлення торцевих фрез із механічним кріпленням пластин та вдосконалення базової конструкції торцевої фрези.

У розділі 5 «СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ САПР» проведено імітаційне моделювання процесу статичного навантаження та аналіз процесу деформації різального інструменту

У розділі 6 «ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ» розроблено комплекс необхідних економічних розрахунків, які доводять економічну ефективність прийнятих технічних рішень.

У розділі 7 «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» висвітлено питань, щодо забезпечення безпечних умов праці на виробництві та аналізу дій адміністративного та виробничого персоналу у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

У розділі 8 «ЕКОЛОГІЯ» наведено опис негативних факторів, які можуть впливати на екологічний стан навколишнього середовища та шляхи зменшення цього впливу у процесі виробничої діяльності.

## **ВИСНОВКИ**

1. Проведено аналіз компоновок проектованого верстата та вибрано раціонально за допомогою умов відбору.

2. Проведено розрахунок та сконструйовано привід головного руху верстату, яка забезпечу необхідні технологічні параметри. Міжопорна відстань шпинделя 300 мм. Радіальна жорсткість в передньої опорі 161 Н/мкм, в задньої опорі – 77 Н/мм. Власна частота шпинделя для двохмасової системи: перша – 9850 рад/с, друга – 12345 рад/с.

3. У результаті аналізу конструкцій існуючих торцевих фрез були визначені їхні недоліки й переваги. Перевагами торцевих фрез є висока продуктивність обробки й простота в експлуатації за рахунок швидкої змінності пластин з механічним кріпленням, універсальність корпусу фрези і як наслідок, можливість застосування східчастої схеми різання з різним кутом у плані ф.

4. Згідно з аналізом експериментальних даних встановлена залежність між

розподілом ширини фрезерування й діаметром застосовуваної фрези, а також розподіл припусків і глибини різання при фрезеруванні торцевими фрезами сталей і чавунів. Визначено, що при збільшенні діаметра торцевої фрези необхідно проводити фрезерування з великою глибиною для більш ефективного використання інструмента.

5. За результатами комп'ютерного розрахунків встановлене місце розташування границь дії максимальних еквівалентних напружень у всій конструкції фрези, де можлива поява тріщин, що приводять до руйнування. Визначені величини деформацій ріжучих пластин залежно від величини глибини різання.

6. Проведено економічне обґрунтування проектного верстату, а також обґрунтовано відповідність проекту вимогам охорони праці, безпеки життєдіяльності, екології.

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Луців І.В. Теорія технічних систем /Ю.М.Кузнєцов, Ю.К.Новосьолов, І.В.Луців – Севастополь: СевНТУ, 2011. – 246 с.
2. Врагов Ю.Д. Анализ компоновок металлорежущих станков: (Основы компонетики)/ Врагов Ю.Д. –М: Машиностроение, 1978. – 208 с.
3. 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.
4. Ансеров М.А. Приспособление для металлорежущих станков: [Текст]: Справочник / М.А. Ансеров; изд. 5-е – М. : Машиностроение, 1966. – 652 с.
5. Кудинов В.А. Динамика станков [Текст] / В.А. Кудинов. – М.: Машиностроение, 1967. – 359 с.
6. Луців І.В. Динамічні характеристики підсистем верстатного оснащення адаптивного типу [Текст] / І.В. Луців, Р.Я. Лещук. // Вісник ТДТУ. - 2009. - Том 14. - № 4. - С. 99-107.
7. Металорізальні інструменти. Проектування. Навч. посібник/ Кукляк М.Л., Афтаназів І.С., Юрчишин І.І.- Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2003.- 556с.
8. Мельничук П.П. Вплив точності розташування формоутворюючих елементів торцевої фрези на процес різання/ П.П. Мельничук, В.Ю. Лоев, О.В.

- Головатенко// Вісник Житомирського державного технологічного університету. Технічні науки. – Житомир, 2007.
9. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник/ В.И.Баранчиков, А.В.Жаринов, Н.Д.Юдина и др.; Под общ. ред. В.И.Баранчикова.- М.: Машиностроение,1990.- 400с.:ил.
- 10.А.с.№730498 МКИ В23 С5/22 Режущий инструмент/ В.С. Гузенко, Л.И. Зазырова, В.Е. Сучков, А.К. Сергеев (СССР)/ 2619988/25-08. Заявлено 30.05.78, опубликовано 30.04.80. Бюл.№16// Откр. изобр. – 1980 №16.
- 11.А.с.№1287987 МКИ В23 С5/06 Торцовая фреза/ Г.Ф. Филлипов, Ю.В. Высоцкий, В.С. Гузенко, А.П. Шелест (СССР) / 3982685/25-08. Заявлено 19.09.85, опубликовано 07.02.88. Бюл.№5// Откр. изобр. – 1980 №5.

### АНОТАЦІЯ

Коваль І.І. Розробка основних виконавчих вузлів багатоопераційного верстата та дослідження параметрів роботи інструментального забезпечення. 8.05050301 «Металорізальні верстати та системи» – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2017.

В роботі виконано кінематичний та конструктивний розрахунок приводу головного руху багатоопераційного верстата та досліджено конструкції торцевих фрез з покращеними експлуатаційними характеристиками.

**Ключові слова:** БАГАТООПЕРАЦІЙНИЙ ВЕРСТАТ, ШПИНДЕЛЬНИЙ ВУЗОЛ, ТОРЦЕВА ФРЕЗА.

### ANNOTATION

Koval I. Development of main actuation components of multifunctional machine tool and investigation of tooling backup operating conditions. 8.05050301 - metal-cutting machine tools and systems. – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University. – Ternopil, 2017.

The thesis the constructive and kinematic calculation drive head movement multioperational machine tools and investigated design end mills with improved performance.

**Key words:** MULTIFUNCTIONAL MACHINE TOOL, SPINDLE, END MILL.