

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

**ПОЛІЩУК ДМИТРО СЕРГІЙОВИЧ**

УДК 621.9

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАПОБІЖНОГО ПРИСТРОЮ ПРИВОДУ  
ГОЛОВНОГО РУХУ ГАЙКОНАРІЗНОГО АВТОМАТА**

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  
**Крупа Володимир Васильович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій машинобудування  
**Дичковський Михайло Григорович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 26 грудня 2018 р. о 13.00 годині 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. 101

## 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

При роботі гайконарізних верстатів часто виникає проблема заклинювання заготовки на мітчику, або потрапляння заготовки без отвору у бункер завантаження. Внаслідок цього різко зростають навантаження як на інструмент так і на елементи приводу верстата. У таких випадках верстат доводиться зупиняти, для того щоб усунути проблему. Для запобігання у таких ситуаціях поломок елементів верстату, або інструменту використовуються, як правило запобіжні пружинно-кулачкові муфти, які спрацьовують у випадку різкого підвищення крутного моменту на шпинделі. Проте такі муфти мають свої значні недоліки, а саме: повторення спрацювання, внаслідок повороту півмуфт на ціле число кулачків і, як наслідок крутний момент періодично знову подається на інструмент, виникає пульсуюча сила, що призводить до поломки мітчика.

Запропоновано застосовувати у таких верстатах фрикційні муфти, з можливістю регулювання зусилля спрацювання. До переваг таких муфт належить підвищена швидкість спрацювання, забезпечення стабільного крутного моменту, а також компактність конструкції. Обґрунтування параметрів запобіжних муфт для використання у приводах гайконарізних автоматів є безумовно актуальною задачею.

**Метою роботи** є покращення надійності роботи гайконарізного верстата-автомата шляхом встановлення запобіжного пристрою та обґрунтування його основних параметрів

Для досягнення мети поставлено наступні **задачі дослідження:**

1. Провести аналіз схем формоутворення різей у отворах та вибрати найоптимальнішу із них для нарізування різі у гайках підвищеної точності;
2. Розробити конструкцію верстата-автомата для нарізання різі у гайках підвищеної точності та провести необхідні розрахунки його основних елементів
3. Здійснити інформаційно-патентні дослідження типів запобіжних пристроїв для гайконарізного верстата-автомата
4. Запропонувати методику обґрунтування параметрів запобіжної муфти для гайконарізного верстата-автомата

5. Запропонувати конструкцію запобіжної муфти та провести розрахунок її основних параметрів

**Об'єкт дослідження** – привод головного руху гайконарізного верстата-автомата, в якому використовується інструмент – прямий мітчик.

**Предмет дослідження** – геометричні та конструкторські параметри відцентрової фрикційної запобіжної муфти приводу головного руху гайконарізного верстата-автомата.

**Методи дослідження.** Основою роботи є комплексний підхід до розробки та конструкції гайконарізного верстата-автомата з урахуванням необхідних частот обертання шпинделя, потужності різання, а також обґрунтовано його структури на основі сучасних підходів до проектування металорізальних верстатів. Для даного верстата на основі теоретичних залежностей обґрунтовано параметри запобіжного пристрою в приводі головного руху для запобігання поломок інструменту

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає у запропонованих залежностях для визначення параметрів відцентрової запобіжної муфти для гайконарізного верстата-автомата.

**Практичне значення отриманих результатів.** Розроблено конструкцію гайконарізного верстата-автомата, в якому використовується інструмент – прямий мітчик. Запропоновано конструкцію запобіжної фрикційної муфти із збільшенням зусилля спрацювання від відцентрових сил.

**Апробація.** Результати досліджень за тематикою магістерської роботи доповідались на Міжнародній науково-технічній конференції «Актуальні задачі сучасних технологій (Тернопіль, 28–29 листопада 2018.) і опубліковані в збірнику тез доповідей цієї конференції.

## **2. СТРУКТУРА РОБОТИ.**

Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, списку літератури (66 найменувань), 1 додатку. Загальний обсяг текстової частини - 150 сторінок, 13 таблиць, 53 рисунки.

## **3. ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **Вступі** подано актуальність магістерської роботи, сформульована мета

досліджень та задачі, які необхідно виконати, відзначені об'єкт та предмет дослідження, описано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

У загальному розділі проведено аналіз конструкцій та компоновок гайконарізних верстатів-прототипів, а також типів запобіжних муфт

У розділі «Аналіз формоутворення та компоувальної схеми верстата» проведено аналіз схем формоутворення для нарізання різі у отворах, а також проведення обґрунтування компоновки верстата.

У Конструкторсько-технологічному розділі проведено розрахунок режимів різання на різенарізній операції, здійснено обґрунтування конструкції та принципу роботи верстату, виконано кінематичні та силові розрахунки основних вузлів та елементів приводу головного руху. Зокрема пасової передачі, черв'ячного редуктора та різенарізної головки. Проведено розрахунки валів та підшипників, а також виконано розрахунок шпindelного вузла.

В науково-дослідному розділі проведено обґрунтування місця встановлення запобіжної муфти, виконано розрахунок моменту сил інерції ланок різенарізної головки з урахуванням циклограми роботи верстату. Проведено інформаційно-патентні дослідження запобіжних фрикційних муфт з регулюванням зусилля спрацювання, в т ч. і адаптивних фрикційних муфт. Здійснено аналіз існуючих способів стабілізації крутного моменту запобіжних фрикційних муфт. Наведено методику визначення геометричних та конструкторських параметрів відцентрової фрикційної муфти та запропоновано її конструкцію.

В «Спеціальному розділі» проведено перевірочний розрахунок пасової та черв'ячної передач програмними засобами додатку Kompas-Gears.

У розділі «Обґрунтування економічної ефективності» проведено розрахунки затрат на конструювання та виготовлення гайконарізного верстата-автомата, здійснено порівняння використання даного автомата із традиційними методами нарізання різі у гайках, а також розраховано ефективність впровадження проектного автомата

У розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» подана інструкція з безпечних прийомів роботи на проектованому автоматі, проведено

розрахунок місцевого освітлення для ділянки та розрахунок плавкої вставки запобіжника електроприладу верстата. Описані дії населення і правила поведінки в надзвичайних ситуаціях (при підвищенні радіаційного фону).

У розділі «Екологія» приділена увага шумовому та вібраційному забрудненню довкілля при роботі гайконарізних верстатів-автоматівта подані заходи по захисту довкілля та здоров'я людини від шуму та вібрацій.

#### **4. ВИСНОВКИ**

1. Внаслідок аналізу схем формоутворення різей у отворах, а також із врахуванням необхідності нарізанням у різей у гайках підвищеної точності з метою найпростішої із можливих компоновок верстату вибрано схему нарізання різі прямим мітчиком

2. Розроблено конструкцію верстат-автомата для нарізання різі у гайках прямим мітчиком із забезпеченням прямих та зворотних обертів мітчика з допомогою карданної передачі та зубчастого сектора. Вибрано двигун потужністю 1,1 кВт з синхронною частотою обертання 930 об/хв. Проведено розрахунок редуктора та різенарізної головки приводу головного руху.

3. Внаслідок здійснених інформаційно-патентних досліджень запобіжних пристроїв встановлено, що найефективнішим в даних умовах буде використання відцентрової фрикційної муфти.

4. Запропоновано методику обґрунтування параметрів запобіжної муфти, зокрема основних її геометричних розмірів, та сили спрацювання, а також маси вантажів на основі визначеного моменту сил інерції приводу

5. Запропоновано конструкцію запобіжної муфти та проведено розрахунок її основних параметрів. Максимальний необхідний момент спрацювання муфти 20Нм. Момент різенарізаня 13,4 Нм. Момент сил інерції приводу 1,17Нм

## Перелік наукових праць

1. Поліщук Д.С. Модернізація гайконарізного автомату для запобігання поломок інструменту / Крупа В.В., Поліщук Д.С. // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 28–29 листоп. 2018.): тези допов. – Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2018 – Т. 1. – С. 110
2. Малащенко В. О. Обґрунтування ефективності застосування запобіжної фрикційної муфти з криволінійними поверхнями тертя / В. О. Малащенко, П. В. Карнаух // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2007. – № 583 : Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні. – С. 68-73.
3. Нагорняк С. Г. Синтез форм ступиць кулачкових запобіжних муфт з радіально підпружиненими елементами / Степан Григорович Нагорняк, Арсен Адамович Романець // Вісник ТДТУ, — Т. : ТДТУ, 1999 — Том 4. — № 3. — С. 156-160. — (Машинобудування. Механіка).
4. Шишкарєв М.П. Повышение эффективности защиты приводов машин от перегрузок адаптивными фрикционными муфтами : дис. ...доктора техн. наук : 05.02.02 / Шишкарєв Михаил Павлович. – Ростов на Дону, 2007. – 304 с.
5. Амбаруцмянц Р.В. Расчет и проектирование центробежной фрикционной муфты с клиновым преобразователем усилий / Р.В. Амбаруцмянц, И.И. Дели // Пром-Инжиниринг: труды Международной научно-технической конференции. – Челябинск: ЮУрГУ, 2015. – С. 51-54
6. Амбаруцмянц Р.В. Расчет основных геометрических размеров центробежной фрикционной муфты с преобразователем усилий / Р.В. Амбаруцмянц, И.И. Дели // Науковий журнал Вісник Хмельницького національного університету. – 2012. - №6. – С. 25-28
7. Петриченко В.А. Разработка и исследование фрикционных муфт повышенной точности ограничения нагрузки: Автореф. дис.. канд. техн. наук: - Киев, 1982. - 19 с.
8. Расчет, испытание и подбор фрикционных пар / Под ред. И.В. Крагельского. - М.: Наука, 1979. - 268 с.

9. Решетов Д.Н. Детали и механизмы металлорежущих станков. / Решетов Д.Н. [2-х т.] – М.: Машиностроение.– Т1.– 496с.
10. Дубиняк С.А. Розрахунок передач, валів, муфт та інших тягових механізмів. / Дубиняк С.А., Нагорняк С.Г., Дубецький І.Д. –Тернопіль, 1980.
11. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х т. / под ред. А.Г.Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985.–Т.2.–1985.–496с.
12. Металлорежущие станки и автоматы: Учебник для машиностроительных ВУЗов / под ред. А.С. Проникова. – М.: Машиностроение, 1981. -479с.
13. Поляков В.С., Справочник по муфтам / Поляков В.С., Барбаш И.Д, Ряховский О.А. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1974. - 352 с.
14. Запорожченко Р.М. О характеристиках предохранительных фрикционных муфт повышенной точности срабатывания / Запорожченко Р.М. // Изв. вузов. Машиностроение. - 1971.-№1.-С. 48-52.
15. Нагорняк Г.С. Обґрунтування конструктивно-силових параметрів планетарних відцентрових муфт [Текст] : автореф. дис... канд. техн. наук: 05.02.02 / Нагорняк Галина Степанівна ; Національний ун-т "Львівська політехніка". - Л., 2005. - 19 с.

#### **Анотації**

Поліщук Д.С. Обґрунтування параметрів запобіжного пристрою приводу головного руху гайконарізного автомата. 133 – Галузеве машинобудування; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; м. Тернопіль, 2018р.

У роботі проведено аналіз конструкцій та компоновок гайконарізних верстатів-прототипів, а також типів запобіжних муфт. Здійснено аналіз схем формоутворення для нарізання різи у отворах, а також обґрунтування компоновки верстата. Проведено розрахунок режимів різання на різенарізній операції, здійснено обґрунтування конструкції та принципу роботи верстату, виконано кінематичні та силові розрахунки основних вузлів та елементів приводу головного руху, зокрема пасової передачі, черв'ячного редуктора та різенарізної головки. Здійснено розрахунок моменту сил

інерції ланок різенарізної головки з урахуванням циклограми роботи верстату. Проведено інформаційно-патентні дослідження запобіжних фрикційних муфт з регулюванням зусилля спрацювання, в т ч. і адаптивних фрикційних муфт. Здійснено аналіз існуючих способів стабілізації крутного моменту запобіжних фрикційних муфт. Наведено методику визначення геометричних та конструкторських параметрів відцентрової фрикційної муфти та запропоновано її конструкцію.

**Ключові слова:** гайконарізний верстат-автомат, запобіжний пристрій, фрикційна муфта, відцентрова сила, геометричні параметри, конструкція, методика

### **Abstract**

Polishchuk D.S. Substantiation of parameters of safeguarding mechanism of main motion drive of tapping machine; 133 - Industrial machinery engineering; Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University; Ternopil, 2018.

Analysis of structures and machine tools prototypes nut cutting components, as well as the types of the safety clutch types has been carried out. Forming schemes for cutting threads in holes were analyzed and machine tool arrangement was interpreted. The cutting models during threading have been calculated. The structure and the machine-tool operation principle have been interpreted. Kinematic and force calculation of the main units and elements of the main motion drive have been carried out. The belt transmission, worm reducer and threading cutter in particular. The threading cutter links forces moments inertia has been calculated, taking into account the machine tool operation cyclorama. Information-patent investigations of safety friction clutches, with the response force adjustment have been carried out, adaptive friction clutches in particular. The available methods of the safety friction clutches torque stabilization have been analyzed. The method for finding geometric and structural parameters of the friction clutch has been presented and its design has been proposed.

**Key words:** threading automatic control machine tool, safety device, friction clutch, centrifugal force, geometric parameters, structure, method.