

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

ДЕРЛИЦЯ КОСТЯНТИН АНДРІЙОВИЧ

УДК 621.9

**КОНСТРУЮВАННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНИНИ ТОКАРНОГО
НАПІВАВТОМАТА З НАХИЛЕНИМИ НАПРЯМНИМИ З
ВИКОРИСТАННЯМ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ**

133 Галузеве машинобудування

Автореферат
дипломної роботи магістра

Тернопіль 2019

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
Гагалюк Андрій Валерійович
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 24 грудня 2019 р. о 9⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №____ 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.

Точність, яку забезпечує верстат є головним показником якості та продуктивності. Дослідження та шляхи покращення точності є завжди актуальними. Адже є багато різних факторів, які можуть впливати та погіршувати точність. Виявлення та вчасне запобігання дії таких чинників є завданням інженера-конструктора. А прогнозування дозволяє завідомо уникати факторів впливу.

Жорсткість є найголовнішим параметром, який забезпечує точність верстата. Є загальна жорсткість, яка складається із жорсткостей усіх деталей. Вузлом на який монтуються інші вузли є станина. Вона є різних конструкцій, виходячи із загального призначення верстата. Станина забезпечує взаємодію усіх інших вузлів і точність переміщень рухомих частин. Вона повинна мати достатню жорсткість опиратись силам, які виникають в процесі оброблення. Більшість токарних верстатів мають горизонтальну станину, але сучасні - вийшли за звичні означення типів МРВ і зараз це обробні центри, які і обточують, і фрезерують. Відповідно на одиниці площі необхідно розмістити більшу кількість виконавчих механізмів. У пошуку конструкцій інженери запропонували нахилені конструкції нахилених станин, що дозволило збільшити технологічні можливості МРВ, покращити жорсткість при аналогічній площі.

Одним з таких представників є токарний напівавтомат 1740РФЗ. В часи його проектування і виробництва інженерам були доступні лише аналітичні методи розрахунку. Цікавим є провести дослідження напружено-деформованого стану станини сучасними комп'ютерними методами..

б) Мета і завдання.

Метою роботи є метою роботи є дослідження напружено-деформованого стану станини з використанням 3D-моделювання. Це дослідження дозволить визначити найбільш навантажені ділянки станини. Виходячи з описаної мети необхідно сформулювати завдання для її досягнення :

- проаналізувати конструкції та матеріали нахилених станин;
- проаналізувати методику розрахунку жорсткості станини;
- провести аналіз компоновок верстатів;
- побудувати 3D-модель станини верстата;
- провести дослідження напружено-деформованого стану станини.

Об'єкт, методи та джерела дослідження.

Об'єкт дослідження – станини токарного напівавтомата з нахиленими напрямними.

Предмет дослідження – напружено-деформованого стан станини.

Методи дослідження. Проведення теоретичних досліджень базується на методах математичного та комп'ютерного моделювання методом скінчених елементів, синтезу а також вибору раціональних технічних рішень.

с) Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше виконано 3D-моделювання станини токарного напівавтомата для розрахунку напружено-деформованого стану.

d) Практичне значення отриманих результатів.

Результати проведених досліджень та інженерного розрахунку можна використати для оптимізації конструкції станини та інших вузлів верстату.

е) Апробація.

Результати досліджень за тематикою магістерської роботи доповідались під час роботи міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27–28 листоп. 2019.) і опубліковані в збірнику:

Гагалюк А.В. Дослідження навантажувальної здатності несучої системи токарного верстата аналітичним методом / Гагалюк А.В., Духнич Ю.П., Дерлиця К.А. // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27–28 листоп. 2019.) – Тернопіль: ТНТУ, 2019. С.59 – 60.

2. СТРУКТУРА РОБОТИ.

Робота складається із вступу, 9 розділів, висновків, списку літератури (41 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 105 сторінок, 18 таблиць, 46 рисунків.

3. ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

а) У **ВСТУПІ** означено актуальність теми магістерської роботи, визначено мету роботи, а також сформульовано завдання, які необхідно виконати для досягнення поставленої мети та комплексного наповнення дипломної роботи магістра.

б) **Перший «АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ»** описує попередньо проведені наукові теоретичні та практичні дослідження за дослідною тематикою магістерської роботи. Проведено аналіз станин токарних верстатів з нахиленими напрямними і матеріалу їх виготовлення. Описано поняття жорсткості верстатів, дано методи оцінювання.

с) У **другому розділі «ОПТИМІЗАЦІЯ СХЕМ ФОРМОУТВОРЕННЯ НА ПРОЕКТОВАНОМУ ВЕРСТАТІ І ОПТИМІЗАЦІЯ ЙОГО КОМПОНУВАЛЬНОЇ СХЕМИ»** проведено аналіз конструкторсько-технологічних особливостей оброблюваної деталі при обробленні на досліджуваному верстаті, проведені технологічні розрахунки, здійснено аналіз формоутворюючих схем, які реалізуються на цьому верстаті при виготовленні цієї деталі. Розроблено структурно-кінематичну схему досліджуваного верстата. Приділено увагу аналізу компоновок верстатного обладнання подібного типу. Обґрунтовано обрання найбільш раціонального варіанту компоновки верстата для обраного типу верстатного обладнання.

д) У **третьому розділі «ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ НА РОЗРОБКУ ВЕРСТАТНОГО ОБЛАДНАННЯ. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК»** виконано обґрунтування організаційної форми виробництва, отримання заготовки деталі, її базування та оптимального проектування раціонального варіанту технологічного процесу механічної обробки. Призначено припуски, вибрано різальний та вимірвальний інструмент, розраховано режими різання та нормування часу.

е) **Четвертий розділ «ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВЕРСТАТНОГО ОБЛАДНАННЯ»** включає необхідний комплекс проектних розрахунків, які пов'язані із розробкою кінематичного ланцюга приводу головного руху верстата, проектування шпindelного вузла, розрахунком станини.

ф) У п'ятому розділі **«НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ»** проведено 3D – моделювання станини токарного напівавтомата 1740РФ3 і проведено дослідження її напружено-деформованого стану з метою візуалізації внутрішніх напружень, найбільш навантажених частин станини та переміщень від прикладених сил.

г) **Шостий розділ «СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ (комп'ютерні розрахунки та автоматизоване проектування)»** містить дані про автоматизований розрахунок жорсткості станини з нахиленими напрямними.

h) **Сьомий розділ «ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ»** містить алгоритм економічних розрахунків, які доводять економічну ефективність прийнятих технічних впроваджень. Розрахунковий економічний ефект становить 7952062 грн. на рік.

i) **Восьмий розділ «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ»** містить аналіз, прогнозування, профілактики травматизму та професійної захворюваності на виробництві, а в підрозділі Безпека в надзвичайних ситуаціях описано про шумове, вібраційне та електромагнітне забруднення міст..

ж) **Дев'ятий розділ "ЕКОЛОГІЯ"** описує забруднення довкілля, яке виникає внаслідок реалізації дипломного проекту та заходи по зменшенню забруднення.

4. ВИСНОВКИ

На основі проведеного магістерського дослідження можна зробити наступні висновки та рекомендації:

1. У першому розділі проведено інформаційний пошук, з якого випливає, що проектування і виготовлення деталей методом генеративного моделювання та топологічної оптимізації є прогресивним та перспективним методом проектування.
2. Можна стверджувати, що комп'ютерне моделювання спрощує і пришвидшує проведення досліджень, але є лише візуальним підтвердженням аналітичних розрахунків. Разом з тим аналітичний розрахунок є основою розрахунків проведених алгоритмом.
3. Для максимальної правдивості результатів досліджувана 3D-модель має максимально відповідати оригіналу. А для кращого отримання результатів необхідно моделювати збірку, що буде краще відтворювати реальні умови навантажень.
4. Проведені дослідження типових об'єктів методом генеративного моделювання і різних галузях науки довели, що на жорсткість і міцність конструкції впливає не кількість матеріалу, а його розподілення в об'ємі.
5. З вищеперелічених пунктів можна зробити висновок, що дані методи проектування не лише можна, а й необхідно використовувати у

верстатобудуванні, що суттєво зможе зекономити використання металу.

6. ПЕРЕЛІК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

1. Ковальов В.Д. Натурні випробування крутної жорсткості станин важких токарних верстатів / В.Д. Ковальов, Я.С. Антоненко, Б.Ю. Виганяйло // Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПІ»: зб. наук. пр. Сер.: Технології в машинобудуванні = Bulletin of the National Technical University «KhPI» : coll. works. Ser.: Techniques in a machine industry. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 26 (1248). – С. 94-98.
2. Методические указания к выполнению контрольной работы и экзамена по дисциплине «Конструирование и расчет станков и станочных комплексов» для студентов заочного отделения специальности 6.050.503 / Сост.: В.Д.Ковалев, М.В. Шаповалов – Краматорск: ДГМА, 2012.- 38 с.
3. Шанайда В.В. Пакет MathCAD в інженерних розрахунках / В.В.Шанайда. Тернопіль: Видавництво ТДТУ, 2001. – 163 с.
4. Гагалюк А.В. Дослідження навантажувальної здатності несучої системи токарного верстата аналітичним методом / Гагалюк А.В., Духнич Ю.П., Дерлиця К.А. // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27–28 листоп. 2019.) – Тернопіль: ТНТУ, 2019. С.59 – 60.
5. 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.
6. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В., Панчук О.П., Чорна О.Г. Інтегрований курс безпеки життєдіяльності (теоретичні основи): Навч. посіб. - Кам'янець-Подільський: Буйницький О .А. ,2009 . - 200 с .
7. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В., Панчук О.П., Чорна О.Г. Безпека життєдіяльності та охорона праці (Практичний курс): Навчальний посібник . - Кам'янець-Подільський: "Думка", 2010 - 152 с
8. Васильчук М.В., Медвідь М.В., Сачков Л.С. Збірник нормативних документів з безпеки життєдіяльності . – К.: Фенікс, 2000 . –
9. Голубець М А., Кучерявий В.П.,Генсіру к СА. таін. Конспект лекцій з курсу «Екологія та охорона природи» (теоретичні основи загальної екології, охорони природи, комплекс природоохоронних заходів). — К.: УМКВО, 1990. — 216 с.
10. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці: Навчально-методичний комплекс для підготовки спеціалістів ступеня «бакалавр» III-IV рівнів акредитації для всіх напрямків підготовки / М.М.Сақун, І.В.Москалюк, В.Ф.Нагорнюк; за редакцією Сақуна М.М. – Одеса: Видавництво, 2017. – 400 с.

7. АНОТАЦІЇ

Дерлиця К.А. «Конструювання і дослідження станини токарного напівавтомата з нахиленими напрямними з використанням 3D-моделювання»

133 - Галузеве машинобудування; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; м. Тернопіль, 2019 р.

При виконанні магістерської випускної роботи проведено аналіз конструкцій нахилених станин верстатів і матеріалів, з яких їх виготовляють їх. Проведено аналіз нових технологічних і конструкторських рішень. Розраховано режими різання і визначено граничні силові фактори, які впливають на конструкцію верстата. Проведено аналітичний автоматизований розрахунок жорсткості конструкції спроектованої станини за допомогою пакета Mathcad. Сформовано 3D-модель нахиленої станини верстата і досліджено її напружено-деформований стан. Проведено економічне обґрунтування прийнятих інженерних рішень. Виконані економічні розрахунки показали, що комплекс робіт по розробці технічної документації та організаційно-підготовчих заходів щодо впровадження елементів модернізації верстатного обладнання складає 7952062 грн. Проведено аналіз прогнозування, профілактика травматизму та професійної захворюваності на виробництві та аналіз дій та правил для зменшення шумового, вібраційного та електромагнітного забруднення міст. Розроблено питання охорони навколишнього середовища.

Ключові слова: станина, жорсткість, 3D-модель, генератор форм, моделювання

Derlytsya K.A. «Design and study of a semiautomatic lathe foundation slab with inclined guides using 3D-modeling» 133 – industrial engineering; Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University; Ternopil, 2019.

In the course of master's degree work the analysis of designs of inclined machine frames and the materials from which they make them is carried out. New technological and design solutions are analyzed. Cutting modes have been calculated and the limiting force factors affecting the machine design have been determined. Analytical automated calculation of the rigidity of the design of the designed frame using the Mathcad package was carried out. A 3D model of the inclined machine frame was formed and its stress-strain state was investigated. The economic substantiation of the made engineering decisions is made. The performed economic calculations showed that the complex of works on the development of technical documentation and organizational and preparatory measures for the implementation of elements of modernization of machine equipment is 7952062 UAH. The analysis of forecasting, prevention of injury and occupational morbidity in production and analysis of actions and rules for reducing noise, vibration and electromagnetic pollution of cities is carried out. Environmental issues have been developed.

Keywords: frame, stiffness, 3D model, shape generator, modeling