

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ МАШИН, СПОРУД І ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

ЛАСЬКО ВІКТОР РОМАНОВИЧ

УДК 621.9

**РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЕКТУ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОГО ЦЕХУ ДЛЯ
ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСА УГ 250.31.00.007 З ДОСЛІДЖЕННЯМ І –
ТОПОЛОГІЧНОЮ ОПТИМІЗАЦІЄЮ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ**

спеціальність 131 «Прикладна механіка»
галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Автореферат
дипломної роботи магістра

Тернопіль - 2019

Роботу виконано на кафедрі технології машинобудування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент кафедри технології машинобудування
Данильченко Лариса Миколаївна,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент кафедри конструювання машин, інструментів та технологій
Ярема Ігор Теодорович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 24 грудня 2019 р. о 10 годині на засіданні екзаменаційної комісії №3 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Лук'яновича, 4, навчальний корпус №11, ауд. 11.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Деталі типу «корпус» призначені для встановлення, центрування та фіксації складальних одиниць, а також для полегшення складання комплектуючих вузлів. Найбільш поширеними технологічними операціями при виготовленні корпусів є точіння, свердління отворів, нарізання різей і фрезерування.

Розроблення технологічних процесів оброблення таких деталей і проектування на їх основі виробничих дільниць, цехів є актуальною науково-практичною задачею, яка визначила напрямок досліджень магістерської роботи.

Мета роботи: розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення корпусу УГ 250.31.00.007 з дослідженням і топологічною оптимізацією адитивних технологій виготовлення деталей.

Об'єкт, методи та джерела дослідження. Основними об'єктами дослідження є корпус, технологічний процес і дільниця для його виготовлення. Методи виконання роботи: економіко-статистичний, графічний, порівняльний, математичне моделювання; теоретико-емпіричний. Джерела дослідження: базовий технологічний процес, посібники та підручники з теорії та практики проектування технологічних процесів, електронні ресурси, довідкова література.

Отримані результати:

- виконано дослідження методів топологічної оптимізації;
- розроблено оптимізований варіант деталі;
- проаналізовано конструкцію та службове призначення деталі, базовий технологічний процес її виготовлення;
- досліджено способи виготовлення аналогічних деталей;
- розроблено проектний варіант технологічного процесу виготовлення корпусу, для якого вибрано обладнання, оснащення, різальний та вимірювальний інструмент, розраховано режими різання, проведено розрахунок припусків на оброблення, здійснено нормування операцій;
- виконано техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень;
- розглянуто питання застосування інформаційних технологій, охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології;
- спроектовано дільницю механічного цеху для виготовлення корпусу.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблено технологічний процес, який може бути впроваджений в умовах реального виробництва. Запропоновано використання прогресивного устаткування, спеціального різального інструменту, методик оптимального компонування виробничого устаткування, яка може бути використана в практичній діяльності. Проведено дослідження методів топологічної оптимізації деталей для виготовлення адитивними технологіями.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на:

- VIII всеукраїнській студентській науково-технічній конференції ТНТУ імені Івана Пулюя „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“ 23-24 квітня 2015 р.;

- IX Всеукраїнській студентській науково-технічній конференції ТНТУ імені Івана Пулюя „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“ 20-21 квітня 2016 р.;

- VII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів ТНТУ імені Івана Пулюя “Актуальні задачі сучасних технологій” 26-27 листопада 2018 р.;

- XII Всеукраїнській студентській науково-технічній конференції ТНТУ імені Івана Пулюя "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання" 25-26 квітня 2018 р.;

- VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів ТНТУ імені Івана Пулюя “Актуальні задачі сучасних технологій” 27-28 листопада 2019 р.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 9 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 160 аркушів формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А1.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі проведено огляд сучасного стану машинобудівної галузі промисловості та охарактеризовано основні завдання, які необхідно вирішити в магістерській роботі.

В аналітичній частині розроблені питання аналізу виробу, наведено службове призначення та характеристики об'єкту виробництва, обґрунтовано актуальність роботи, проведено аналіз технологічності конструкції виробу, розглянуто аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами сформульовано висновки, здійснено постановку задачі на магістерську роботу.

В науково-дослідній частині проведено огляд методів топологічної оптимізації деталей для виготовлення методами адитивних технологій, досліджено напрямки розвитку топологічної оптимізації, проведено дослідження топологічної оптимізації на прикладі деталі корпус УГ 250.31.00.007, порівняно два програмних продукти які дозволяють застосовувати методи топологічної оптимізації для проектування, розглянуто сучасні тенденції у моделюванні технологічних САМ-систем.

В технологічній частині приведено характеристику типу та організаційної форми виробництва, обґрунтовано вибір способу одержання заготовки та вимог, які висуваються до неї. Розраховано припуски на оброблення поверхонь деталі аналітичним способом. Наведено розмірний аналіз технологічного процесу. Розроблено маршрут технологічного процесу за операціями механічного оброблення корпусу УГ 250.31.00.007. Розраховано режими різання і проведено нормування операцій.

В конструкторській частині здійснено вибір та проектування засобів технологічного устаткування і оснащення для виготовлення деталі, спроектовано контрольний пристрій для контролю биття поверхонь одна відносно одної.

В спеціальній частині проведено огляд найбільш поширених САПР світових виробників, виконано дослідження методів проектування за допомогою пакету прикладних програм САПР, представлено блок-схему алгоритму топологічної оптимізації деталей.

В проектній частині здійснено проектування ділянки механічного цеху для реалізації розробленого технологічного процесу, а саме представлено уточнену програму виробництва, розрахунок працемісткості і верстатомісткості виготовлення виробів на основі розроблених технологічних процесів, визначено річну потребу в технологічному обладнанні, складено зведені відомості обладнання, визначено кількісний склад працюючих в механічному відділенні, визначено розміри основних і допоміжних площ цеху та ділянки, визначено основні розміри та вибрано тип і конструкцію будівлі, розроблено компоувальний плану цеху та план розміщення обладнання, проведено вибір вантажопідіймальних і транспортних засобів.

В частині «Обґрунтування економічної ефективності» розглянуто питання організації виробництва, розраховано основні техніко-економічні показники ділянки, ефективність проектних рішень.

В частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» подано питання організації охорони праці на виробництві; небезпечні виробничі фактори на ділянці та заходи щодо їх зниження; запропоновано системи засобів безпечної експлуатації електроустановок на проектованій ділянці.

В частині «Екологія» представлено актуальність охорони навколишнього середовища, розглянуто питання можливих викидів шкідливих речовин в атмосферу, зменшення відходів виробництва на ділянці механічного цеху для виготовлення корпусу, визначено заходи зі зниження токсичності відпрацьованих газів.

У загальних висновках щодо дипломної роботи описано прийняті в дипломі технічні рішення і організаційно-технічні заходи, які забезпечують виконання завдання на проектування; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі виконання магістерської роботи, а також представлено техніко-економічні показники та їх порівняння з базовими.

В додатках до пояснювальної записки наведено відомості специфікацій, комплект технологічної документації.

В графічній частині представлено креслення заготовки деталі, схеми технологічних налагоджень, карта технологічного процесу, складальні креслення технологічного устаткування і оснащення, план розміщення обладнання на ділянці механічного оброблення.

ВИСНОВКИ

Прийняті в дипломній роботі наукові та інженерні рішення дозволили спроектувати ділянку механічного оброблення для виготовлення деталі типу «корпус» і досягти суттєвого покращення окремих показників технологічного процесу. Розроблений технологічний процес виготовлення деталі є більш вдосконалим та має значні переваги перед базовим технологічним процесом.

Виготовлення заготовки запропонованим методом дає змогу значно зменшити собівартість її виготовлення.

Здійснено аналіз топологічної оптимізації деталі, отриманої за допомогою САПР.

За допомогою цих та інших факторів отримано можливість зменшити штучно-калькуляційний час, отже збільшити кількість виготовлених деталей за менший час. Розділення деяких операцій на декілька простіших дозволило зменшити кваліфікацію робітників зайнятих на цих операціях та скоротити кількість спеціального ріжучого інструменту.

Завдяки застосування САПР було синтезовано ще один можливий варіант геометрії деталі з меншою металомісткістю, що дозволило зменшити витрати при виготовленні.

Розрахунки економічної ефективності підтвердили правильність прийнятих проектних рішень і показали, що завдяки впровадженню нового технологічного процесу знизилася не лише собівартість деталі, а й знизилось завантаження обладнання, зменшився обсяг капіталовкладень, а також покращився цілий ряд інших основних техніко-економічних показників.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. [Текст] / В.И. Анурьев. В 3-х т. Т.1. Изд. 6-е перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. – 736 с.
2. Башин, К.А., Торсунов Р.А., Семенов С.В. Методы топологической оптимизации конструкций, применяющиеся в аэрокосмической отрасли / Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. № 51. – Пермь: Вид-во ПНИПУ, 2017. – С.51-61.
3. Боженко, Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок: Підручник. [Текст] / Л.І. Боженко. – Львів: Світ, 1996. – 368 с.
4. Гевко, Б.М. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра спеціальності 8.090202. [Текст] / Б.М. Гевко, Ю.Б. Капаціла, І.Г. Ткаченко. – Тернопіль: Вид-во ТДТУ, 2002. – 35 с.
5. Горбатюк, Є.О. Технологія машинобудування. [Текст] / Є.О. Горбатюк, М.П. Мазур, А.С. Зенкін, В.Д. Каразей. – К.: Вид-во «Новий світ», 2009. – 360 с.
6. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. - 277 с.
7. Добрянський, С.С. Технологія машинобудування і технологічні основи машинобудування. [Текст] / С.С. Добрянський, В.К. Фролов, Ю.М. Малафеев, В.М. Гриценко. - К.: НТУУ «КПІ», 2007. - 72 с.
8. Дячун А. Є. Методичний посібник з виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія обробки типових деталей та складання машин» / А. Є. Дячун, Ю. Б. Капаціла, Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко. Тернопіль : ТНТУ, 2016. - 75 с.
9. Ильянков, А.И. Технология машиностроения: Практикум и курсовое проектирование. [Текст] / А.И. Ильянков, В.Ю. Новиков. – М.: Академия, 2012. – 432 с.
10. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В. Проектування машинобудівних виробництв :

методичні вказівки до курсової роботи для студентів всіх форм навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія». Тернопіль : ТНТУ, 2017. - 40 с.

11. Корсаков, В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. [Текст] / В.С. Корсаков.– 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.

12. Краткий справочник металлиста. [Текст] / Под общ. ред. П.Н. Орлова, Е.А. Скороходова. – М.: Машиностроение, 1986. – 960 с.

13. Ласько, В.Р. Выбор рациональной конструкции и технология изготовления насадки для стрельбы холостыми патронами. [Текст] / В.В. Васильків, В.Р. Ласько. / Збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій 26-27 листопада 2018 р. - Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2018. - С.117-118.

14. Ласько, В.Р. Дослідження методів топологічної оптимізації деталей машин. [Текст] / Л.М. Данильченко, В.Р. Ласько. / Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій 27-28 листопада 2019 р. - Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2019.

15. Ласько, В.Р. Дослідження функцій опису при формуванні форми та розмірів елементів плоских листових деталей. [Текст] / Л.М. Данильченко, В.Р. Ласько. / Матеріали XII Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“ 25-26 квітня 2019 р. - Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2019. - С.128.

16. Ласько, В.Р. Застосування диференціальних рівнянь при розв'язанні задач механіки. [Текст] / І.Ю. Габрусєва, В.Р. Ласько. / Збірник тез VIII всеукраїнської студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“ 23-24 квітня 2015 р. - Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2015. - С.126.

17. Ласько, В.Р. Розв'язання диференціальних рівнянь параболічного типу засобами Mathcad. [Текст] / І.Ю. Габрусєва, В.Р. Ласько. / Матеріали IX Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“ 20-21 квітня 2016 р. - Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2016. - С.130.

18. Ласько, В.Р. Технологічні методи підвищення зносостійкості важконавантажених пар тертя. [Текст] / Б.В. Гупка, В.Р. Ласько. / Збірник тез VIII всеукраїнської студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“– Тернопіль 23-24 квітня 2015 р. - Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2015. - С.160.

19. Ласько, В.Р. Фігури Хладні: умови спостереження та пояснення виникнення. [Текст] / О.І. Крамар, Ласько В., Королишин Ю., Свідзінський С., Харевич А., Сорочан В. / Матеріали IX Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“– Тернопіль 20-21 квітня 2016 р. - Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2016. - С.202

20. Пилипець М. І., Данильченко Л. М., Ткаченко І. Г : Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Організація виробництва». Тернопіль : ТНТУ, 2018. - 60 с.

21. Пилипець, М.І. та ін. Правила заповнення основних форм технологічних документів: Навчально-методичний посібник. [Текст] /М.І. Пилипець, І.Г. Ткаченко, М.Г Левкович, В.В. Васильків, Д.Л. Радик. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2009. – 104 с.

22. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х томах Т1. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд. переработанное и дополненное – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.

23. Справочник технолога-машиностроителя В 2-х томах Т2. Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова – 4-е изд. переработанное и дополненное – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.

24. Товт, Б.М. Постановка задачі топологічної оптимізації конструкцій рухомого складу та спеціальної техніки залізниць з урахуванням комплексних обмежень на міцність / Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту, вип. 5 (47), - Дніпропетровськ, 2013 – С.79-88.

25. Bendsoe M.P., Sigmund O. «Topology Optimization: Theory, Methods and Applications». Berlin Heidelberg:Springer-Verlag, 2003.

26. Przemysław P., Marek S., Optymalizacja topologiczna projektowania wyrobów wytwarzanych metodą wtryskiwania tworzyw sztucznych / Mecanik nr11 – Warszawa, 2017. – С. 948-950.

27. Sigmund O. & Maute K. Struct topology optimization approaches A comparative review. Structural and Multidisciplinary Optimization. December 2013, Vol. 48, Is. 6, pp. 1031-1055.

АНОТАЦІЯ

Ласько В.М. Розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення корпусу УГ 250.31.00.007 з дослідженням і топологічною оптимізацією адитивних технологій виготовлення деталей. Спеціальність 131 «Прикладна механіка», галузь знань 13 «Механічна інженерія». – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2019.

В дипломній роботі виконано розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення корпусу УГ 250.31.00.007 з дослідженням і топологічною оптимізацією адитивних технологій виготовлення деталей.

Ключові слова: технологія, процес, дільниця, верстат, адитивні технології, топологічна оптимізація.

ANNOTATION

Lasko, V.M. Design development of machine shop area for the case UG 250.31.00.007 manufacture including the study and topological optimization of additive technology of parts manufacture: Abstract of the thesis for master's degree: speciality 131 "Applied mechanics". — Ternopil Ivan Puluj National Technical University. — Ternopil, 2019.

The thesis develops the design of machine shop project for the production of a body and explores the topological optimization of additive technology of parts manufacture.

Key words: technology, process, shop, machine tool, additive technologies, topological optimization.