

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

**ПИТЕЛЬ МИКОЛА МИХАЙЛОВИЧ**

УДК 621.9

**РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЕКТУ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОГО ЦЕХУ ДЛЯ  
ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСА ЦФ 8.171.727 З ДОСЛІДЖЕННЯМ  
АКТИВНОГО АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ В СИСТЕМАХ  
КЕРУВАННЯ ВЕРСТАТАМИ**

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

**Автореферат**  
дипломної роботи магістра

Тернопіль - 2018

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 транспортних технологій  
**Дзюра Володимир Олексійович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 22 лютого 2018 р. о 9<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №1 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 в дипломній і

**Мета роботи:** розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення корпусу ЦФ 8.171.727 з дослідженням активного автоматизованого контролю в системах керування верстатами.

**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 активного автоматизованого контролю в системах керування верстатами;
- проаналізовано конструкцію та службове призначення об'єкту виробництва, виконано аналіз технологічності деталі;
- 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 різального інструменту, методику оптимального компонування виробничого устаткування, яка може бути використана в практичній діяльності. Проведено дослідження пристроїв для активного автоматизованого контролю в системах керування верстатами з ЧПК.

**Апробація.** Окремі результати роботи доповідались на:

X Всеукраїнській студентській науково-технічній конференції ТНТУ імені Івана Пулюя “Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання” 25-26 квітня 2017 р., VI Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 16-17 листопада 2017р.

**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 – 174 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** проведено аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами, наведено службове призначення та характеристики об'єкту виробництва, обґрунтовано актуальність роботи, проведено аналіз технічних вимог на виріб, технологічність його конструкції, сформульовано висновки, здійснено постановку задачі на дипломну роботу.

**В науково-дослідній частині** виконано дослідження сучасних систем контролю верстатів з ЧПК, проведено їх класифікацію, проведено аналіз джерел появи похибок при активному автоматизованому контролі в системах керування верстатами, досліджено способи компенсації технологічних похибок при використанні підналагоджувальних систем і засобів контролю верстатів з ЧПК.

**В технологічній частині** приведено характеристику організаційної форми виробництва, обґрунтовано вибір способу одержання заготовки та вимог, які висуваються до неї. Розраховано припуски на оброблення поверхонь деталі аналітичним способом. Розроблено маршрут технологічного процесу за операціями механічного оброблення корпусу ЦФ 8.171.727. Розраховано режими різання і проведено нормування операцій.

**В конструкторській частині** здійснено вибір та проектування засобів технологічного устаткування обладнання і оснащення для виготовлення деталі.

**В спеціальній частині** виконано дослідження методів проектування технологічних процесів виготовлення деталей за допомогою пакету прикладних програм ТПП САПР, представлено блок-схему алгоритму автоматизованого проектування технологій, проведено аналіз технологічного процесу виготовлення деталі, отриманого за допомогою САПР ТП.

**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, складано 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 і проведено розрахунки техніко-економічної ефективності проектних рішень.

**В частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** розглянуто питання застосування сучасних методів техніки безпеки в машинобудуванні і для проектної дільниці; небезпечних виробничих факторів на дільниці та заходи щодо їх зниження; здійснено розрахунок аварійного освітлення на проєктованій дільниці.

**В частині «Екологія»** представлено актуальність і заходи щодо охорони навколишнього середовища, розглянуто питання можливих викидів шкідливих речовин в атмосферу, зменшення відходів виробництва на дільниці 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 проєктування; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі виконання магістерської роботи; а також запропоновано технічні рішення, які можуть бути впроваджені у виробництво; 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 деталі з позначенням координатних осей і поверхонь, креслення заготовки, схеми технологічних налагоджень, складальні креслення технологічного оснащення, план розміщення обладнання на дільниці механічного оброблення.

## **ВИСНОВКИ**

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

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

Здійснено аналіз технологічного процесу, отриманого за допомогою САПР, а також виконано техніко-економічні розрахунки двох технологічних процесів і вибрано економічно вигідніший. Групування за допомогою введення нових пристосувань дає змогу замінити два верстати на один.

За допомогою цих та інших факторів отримано можливість зменшити кількість використаного обладнання, отже зменшити виробничі площі та кількість зайнятих основних робітників. Введення нового верстату дозволяє обробляти деталь на одній операції за три установи, що підвищує якість виготовлення продукції, зменшує час на оброблення, підвищує продуктивність праці, зменшує собівартість виготовлення деталі.

Завдяки застосування САПР ТП було синтезовано ще один варіант маршруту оброблення, що в поєднанні з існуючими дозволило спроектувати оптимальний технологічний маршрут механічного оброблення.

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. Автоматизоване проектування технологічних процесів: Навчальний посібник. [Текст] / С.М. Соловійов, О.Л. Ніколев, М.М. Івахненко, О.П. Гожий. – Миколаїв: Вид-во УДМТУ, 2001. – 63 с.
3. Боженко, Л.І. Технологія машинобудування. Проектування технологічного спорядження: Навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей вищих закладів освіти. [Текст] / Л.І. Боженко. – Львів: Світ, 2001. – 296 с.
4. Боженко, Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок: Підручник. [Текст] / Л.І. Боженко. – Львів: Світ, 1996. – 368 с.
5. Гевко, Б.М. Технологічна оснастка. Контрольні пристрої: Навчальний посібник. [Текст] / Б.М. Гевко, М.Г. Дичковський, А.В. Матвійчук. – К.: Кондор, 2009. – 220 с.
6. 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.
7. Гевко, Ів.Б., Оксентюк, А.О., Галушак, М.П. Організація виробництва: Теорія і практика: Підручник. [Текст] / Ів.Б. Гевко, А.О. Оксентюк, М.П. Галушак. - К.: Кондор, 2008.- 178 с.
8. 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.
9. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. [Текст] / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. Изд. 5-е. – М.: Альянс, 2007. – 256 с.
10. Дипломное проектирование по технологии машиностроения [Текст] / Под ред. В.В. Бабука. – Минск: Вышая школа, 1979. – 464.
11. 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.
12. Закалов, О.В., Капаціла, Ю.Б. Методичний посібник до курсового проекту по курсу “Технологія автоматизованого виробництва” та “Технологія машинобудування”. [Текст] / О.В. Закалов, Ю.Б. Капаціла. – Тернопіль, 1995. – 28 с.
13. Ильянков, А.И. Технология машиностроения: Практикум и курсовое проектирование. [Текст] / А.И. Ильянков, В.Ю. Новиков. – М.: Академия, 2012. – 432 с.

14. Когут, М.С. Механоскладальні цехи та дільниці у машинобудуванні: Підручник. [Текст] / М.С. Когут. – Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2000. – 352 с.
15. Кондаков, А.И. САПР технологических процессов. [Текст] / А.И. Кондаков. – М.: Академия, 2007. – 272 с.
16. Корсаков, В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. [Текст] / В.С. Корсаков. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.
17. Краткий справочник металлиста. [Текст] / Под общ. ред. П.Н. Орлова, Е.А. Скороходова. – М.: Машиностроение, 1986. – 960 с.
18. Кузнецов, Ю.И., Маслов, А.Р., Байков, А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. [Текст] / Ю.И. Кузнецов, А.Р. Маслов, А.Н. Байков. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
19. Маталин, Л.А. Технология машиностроения: Учебник для машиностроительных вузов по специальности “Технология машиностроения, металорежущие станки и инструменты”. [Текст] / Л.А. Маталин. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1985. – 496 с.
20. Мельничук, П.П. Технологія машинобудування: Підручник. [Текст] / П.П. Мельничук, А.І. Боровик, П.А. Лінчевський, Ю.В. Петраков. – Житомир: Вид-во ЖДТУ, 2005. - 835 с.
21. Обработка материалов резанием: Справочник технолога. [Текст] / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др. - Под общ. ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.
22. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. [Текст] / Часть 2. Нормативы режимов резания. - М.: Экономика, 1990. – 474 с.
23. 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.
24. Питель, М.М. Сучасні методи відновлення деталей машин пластичним деформуванням. [Текст] / Л.М. Данильченко, М.М. Питель. Збірник тез доповідей Х Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції ТНТУ імені Івана Пулюя “Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання” 25-26 квітня 2017 р. - Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2017. - С.149-150.
25. Питель, М.М. Дослідження тенденцій розвитку сучасних технологій машинобудування. [Текст] / Л.М. Данильченко, М.М. Питель. Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. «Актуальні задачі сучасних технологій» 16-17 листопада 2017 р. - Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2017. - С.82-83.
26. Руденко, П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. [Текст] / П.О. Руденко. – К.: Вища школа, 1993. – 414 с.
27. Соловійов, С.М. Автоматизоване проектування технологічних процесів: Навчальний посібник. [Текст] / С.М. Соловійов, О.Л. Ніколаєв, М.М. Івахненко, О.П. Гожий. – Миколаїв: УДМТУ, 2001. – 63 с.
28. Хопчан, М.І. Організація і планування виробництва. Теорія і практика: Навчальний посібник. [Текст] / М.І. Хопчан, П.С. Харів, І.М. Бойчик, О.Я. Лотиш. - Тернопіль, ТАНГ, 1996. - 193с.

## АНОТАЦІЯ

Питель М.М. Розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення корпусу ЦФ 8.171.727 з дослідженням активного автоматизованого контролю в системах керування верстатами з ЧПК. Спеціальність 131 «Прикладна механіка», галузь знань 13 «Механічна інженерія». – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2018.

В дипломній роботі виконано розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення корпусу та дослідження проекту дільниці механічного цеху для виготовлення корпусу ЦФ 8.171.727 з дослідженням активного автоматизованого контролю в системах керування верстатами.

**Ключові слова:** технологія, процес, дільниця, верстат, механічне оброблення

## ANNOTATION

Pytel' M. The design of machine shop station for the production of CF 8.171.727 case with researching the active control in automated control systems of machine tools. Specialty 131 "Applied mechanics", field of knowledge 13 "Mechanical engineering". – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University. – Ternopil, 2018.

The thesis develops the design of machine shop project for the production of a case and explores the the active control in automated control systems of machine tools.

**Key words:** technology, process, shop, machine tool, machining