

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

**ОСТРОВСЬКИЙ ОЛЕГ ЮРІЙОВИЧ**

УДК 621.9

**РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЕКТУ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОГО ЦЕХУ ДЛЯ  
ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСА ПІДШИПНИКА КС6В-48.307 З  
ДОСЛІДЖЕННЯМ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ  
ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК**

131 «Прикладна механіка»

**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  
**Дячун Андрій Євгенович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

**Рецензент:** доктор технічних наук, завідувач кафедри автомобілів  
**Ляшук Олег Леонтійович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

Захист відбудеться 24 грудня 2019 р. о 10<sup>00</sup> 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. 19

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Розвиток машинобудування в умовах ринкової економіки вимагає нових шляхів підвищення експлуатаційних і технологічних параметрів деталей машин, технологічного оснащення, що дасть змогу покращити якість продукції та зробити виробництво гнучким і швидко переналагоджуваним на різні типорозміри деталей машин, кількість яких визначається потребами ринку.

Для сучасного вітчизняного та зарубіжного машинобудування характерне розширення номенклатури деталей машин різних класів, в тому числі і гвинтових. Серед зазначених гвинтових деталей машин важливе місце посідають гвинтові заготовки. Підтвердженням цього є помітна тенденція до зростання обсягу та номенклатури таких деталей у харчовій, хімічній, переробній промисловості, у сільському господарстві та інше.

Тому вирішення наукового завдання, яке полягає у розробленні та практичній реалізації раціональних технологічних процесів виготовлення гвинтових заготовок в тому числі їх токарної обробки є актуальним.

**Мета роботи:** розробити покращену технологію виготовлення корпусу підшипника КС6В-48.307 та провести дослідження параметрів процесу токарної обробки гвинтових заготовок.

**Об'єкт, методи та джерела дослідження.** Основним об'єктом дослідження є технологічний процес виготовлення корпусу підшипника, процес токарної обробки гвинтових заготовок та виробничий процес механічного цеху. Методи виконання роботи: економіко-статистичний, графічний, порівняльний, математичного моделювання, теоретико-емпіричний.

### **Отримані результати:**

- проведено трьохмірне моделювання гвинтових заготовок та визначено напруження та деформації методом кінцевих елементів, що виникають у гвинтовій заготовці під час токарної обробки;
- виведено рівняння регресії шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування від зміни трьох основних технологічних та конструктивних факторів: подачі розточного різця, товщини витка гвинтової заготовки та швидкості різання;
  - проаналізовано конструкцію та службове призначення об'єкту виробництва, виконано аналіз технологічності;
  - виконано розроблення технологічного процесу виготовлення корпусу підшипника КС6В-48.307, для якого вибрано обладнання, оснащення, різальний та вимірювальний інструмент, розраховано режими різання та норми часу;
  - підібрано та спроектовано необхідне технологічне оснащення;
  - виконано розрахунок економічної ефективності прийнятих рішень;
  - розглянуто питання застосування інформаційних технологій, охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології;
  - спроектовано дільницю механічного цеху для виготовлення корпусу підшипника.

## **Практичне значення отриманих результатів.**

Розроблено реальний технологічний процес, який може бути впроваджений в умовах діючого виробництва. Підбрано обладнання, затискні пристрої, заготовки та різці для розточування внутрішніх діаметрів гвинтових заготовок, а також прилади для вимірювання шорсткості обробленої поверхні.

**Апробація.** Окремі результати роботи доповідались на II Міжнародній студентській науково-технічній конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання", Тернопіль, ТНТУ, 25-26 квітня 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 – 122 арк. формату А4, графічна частина – 12 аркушів формату А1.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

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

**В аналітичній частині** встановлено, що при виготовленні гвинтових заготовок методами деформування стрічкових або листових заготовок не завжди забезпечується необхідна точність їх зовнішніх і внутрішніх діаметрів. Відхилення від необхідних розмірів досягає до 2мм, а овальність і ексцентриситет до 1мм. Для прогресивних машин і конструкцій ці відхилення є не припустимими. Крім цього, для серійного виробництва аналіз розмірних ланцюгів показав, що граничні допуски на відхилення від розмірів і форми має бути не більше 0,5 мм для забезпечення стабільного процесу складання необхідних вузлів машин і механізмів, в склад яких входять гвинтові заготовки. Тому актуальним є введення операцій розточування в технологічний процес виготовлення гвинтових заготовок, а в деяких випадках і процесу шліфування. Експериментальні дослідження показали, що згідно осцилограми, при токарній обробці чітко виділяються зони ударної та формоутворюючої взаємодії різця та спіралі. Встановлено, що в процесі розточування отворів з невеликим внутрішнім діаметром у нежорстких гвинтових заготовках із в'язких матеріалів, які утворюють виту стружку, спостерігається тертя стружки до обробленої поверхні та заклинювання її в отворі, тобто якість обробленої поверхні залежить від характеру закручування стружки

Обґрунтовано актуальність теми роботи. Представлено висновки та задачі на дипломну роботу магістра.

**В науково-дослідній частині** проведено експериментальні дослідження шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування від зміни трьох основних технологічних та конструктивних факторів: подачі розточного різця, товщини витка гвинтової заготовки та швидкості різання.

Встановлено, що із збільшенням товщини витка гвинтової заготовки  $h$  та швидкості різання  $V$  шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування зменшується, при цьому збільшення подачі розточного різця  $S$  призводить до збільшення шорсткості обробленої поверхні.

Максимальне значення шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки із сталі 08 після розточування становить 9,11 мкм, а мінімальне – 5,93 мкм. Збільшення подачі розточного різця  $S$  від 0,1 мм/об до 0,2 мм/об призводить до зростання шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки в 1,11 рази. Збільшення товщини витка гвинтової заготовки  $h$  від 1 мм до 2 мм створює передумови для зниження шорсткості розточеної поверхні в 1,18 рази, а збільшення швидкості різання  $V$  від 100 до 2000 м/хв надає зменшення шорсткості поверхні внутрішнього діаметра гвинтової заготовки в 1,17 рази. Тому внутрішні поверхні гвинтових заготовок доцільно розточувати при підвищених частотах обертання шпинделя із зменшенням подачі розточного різця.

У результаті числового моделювання отримали у вигляді графічного відображення стан напружень та деформацій гвинтової заготовки в процесі токарної обробки. Моделювання при дослідженнях проводилось для таких трьох випадків:

1. Проточування гвинтової заготовки без центрального вала із закріпленням на двох опорах: в патроні та обертовому задньому центрі. Такі заготовки використовуються у гнучких гвинтових конвеєрах.

2. Проточування гвинтової заготовки з центральним валом із закріпленням на двох опорах: в патроні та обертовому задньому центрі. Такі заготовки використовуються у шнекових транспортерах.

3. Проточування гвинтової заготовки з центральним валом із консольним закріпленням в патроні.

**В технологічній частині** проведено аналіз об'єкту виробництва, його застосування, технічні вимоги до поверхонь, його технологічність. Визначено тип виробництва, вибрано оптимальний варіант виготовлення заготовки – лиття в кокіль. Проведено синтез технологічного маршруту обробки деталей, визначено припуски та міжопераційні розміри. Проведено вибір різального, вимірювального інструментів, технологічного оснащення та обладнання. Проведено розрахунок режимів різання та технічних норм часу.

**В конструкторській частині** виконано вибір та проектування засобів технологічного оснащення для виготовлення корпусу підшипника КС6В-48.307.

**В спеціальній частині** розглянуто можливості застосування інформаційних технологій в науково-дослідній роботі та практичній діяльності, розглянуто особливості використання систем автоматизованого проектування для вирішення технологічних задач, з допомогою відповідного програмного забезпечення спроектовано альтернативний варіант технологічного процесу.

**В проектній частині** проведено проектування виробничої ділянки для реалізації розробленого технологічного процесу, виконано: уточнення програми виробництва на ділянку, розрахунок трудомісткості і верстатомісткості виготовлення виробів на основі розроблених технологічних процесів, визначення річної потреби в технологічному обладнанні, складання зведеної відомості обладнання, визначення розмірів основних і допоміжних площ цеху та ділянки, визначення основних розмірів та вибір типу і конструкції будівлі, розроблено компоувальний плану цеху та план розміщення обладнання, проведено вибір вантажопідійомних 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 характеристику ділянки механічної обробки деталі, що проектується з точки зору охорони праці та питання планування робіт щодо забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях.

**В частині «Екологія»** розглянуто питання забруднення довкілля, що виникає внаслідок реалізації технологічного процесу, а також запропоновано заходи зі зменшення забруднення довкілля.

**У загальних висновках щодо дипломної роботи** описано прийняті в проекті технічні рішення і організаційно-технічні заходи, які забезпечують виконання завдання на проектування; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі роботи; технічні рішення роботи, які можуть бути впроваджені у виробництво; техніко-економічні показники та їх порівняння з базовими.

В додатках до пояснювальної записки приведено відомості специфікацій, комплект технологічної документації, розрахунки режимів різання та техніко-економічних показників.

В графічній частині приведено схеми технологічних наладок, складальні креслення засобів технологічного оснащення, план розміщення обладнання на ділянці механічної обробки, плакати науково-дослідної частини.

## **ВИСНОВКИ**

Прийняті в дипломній роботі наукові та інженерні рішення дозволили спроектувати ділянку механічної обробки корпусу підшипника КС6В-48.307 і досягти суттєвого покращення окремих показників технологічного процесу, а саме забезпечити можливість концентрації обробки, скоротити штучний час обробки деталі.

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

Розроблені механізовані конструкції спеціальних верстатних пристроїв на основі пневмоприводів дали змогу підвищити якість виготовлення деталі і зменшити допоміжний час на операціях. Також покращилися умови роботи виробничих робітників.

Розрахунками економічної ефективності встановлена економічна доцільність впровадження розробленого технологічного процесу механічної обробки корпусу підшипника КС6В-48.307. Очікуваний економічний ефект досягнутий завдяки впровадженню в технологічний процес високопродуктивного технологічного обладнання – токарно-револьверних напівавтоматів замість універсальних токарно-гвинторізних верстатів мод. 16К20, багатоінструментального налагодження на токарно-револьверних операціях, застосування багатошпindelних головок та комбінованих інструментів на вертикально-свердлильних операціях. Ці фактори забезпечили значне зменшення штучного часу обробки деталі порівняно із базовим технологічним процесом.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Островський О. Дослідження розточування профільних гвинтових заготовок / II Міжнародна студентська науково-технічна конференція “Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання”: 25-26 квітня 2019 р. : тези доп. Тернопіль : вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2019. С. 134.

### АНОТАЦІЯ

*Островський О.Ю.* Розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення корпусу підшипника КС6В-48.307 з дослідженням параметрів процесу токарної обробки гвинтових заготовок. 131 «Прикладна механіка». - Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

В дипломній роботі спроектовано дільницю механічної обробки корпусу підшипника КС6В-48.307. Розроблено технологію виготовлення деталі та спеціальні верстатні пристрої для її реалізації.

Прийняті в дипломній роботі інженерні рішення дали змогу підвищити якість виготовлення деталі і зменшити підготовчо-заклучний час на операціях, забезпечили концентрацію операцій а також скорочення затрат на виготовлення деталі. Для забезпечення безпечних умов роботи персоналу розроблено питання охорони праці і безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Наведено теоретичне узагальнення і вирішення наукової задачі, що полягає в дослідженні параметрів процесу токарної обробки гвинтових заготовок.

Правильність прийнятих рішень підтверджено обґрунтуванням економічної ефективності.

**Ключові слова:** технологія, механічна обробка, заготовка, пристрій, корпус підшипника.

### ANNOTATION

*Ostrovskiy O.* Design development of machine shop area for the bearing body КС6В-48.307 manufacture including the study of screw stocks turning parameters. 131 “Applied Mechanics”. - Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2019.

In diploma paper shop area for machining of the bearing body КС6В-48.307 is designed. The technology for manufacturing a part and special machine-tool fixtures for its realization are developed.

Engineering solutions made in diploma paper provided the possibility to increase part manufacturing quality and minimize operation setting-up time, ensured operations concentration and reduction in manufacturing prime cost. To secure staff working environment the comprehensive operational health and safety issues for emergencies is developed.

Theoretical generalization and decision of scientific task, that consists in study of screw blanks turning parameters is resulted.

The accuracy of solutions made has been proved by economic feasibility.

**Key words:** technology, machining, workpiece, fixture, bearing body.