

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

РАЗДАЙБЕДИНА НАТАЛІЯ СЕРГІЇВНА

УДК 621.9

**РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЕКТУ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОГО ЦЕХУ ДЛЯ
ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛА КС6В-47.627 З ДОСЛІДЖЕННЯМ ПРОЦЕСУ
РОЗТОЧУВАННЯ ОТВОРІВ В ЦЕМЕНТОВАНІЙ СТАЛІ**

8.05050201 «Технології машинобудування»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
2017

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 23 лютого 2017 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №3 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Лукіяновича, 4, навчальний корпус №11, ауд. 11

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Вали широко використовуються у вузлах та механізмах для передачі обертового руху. В загальному машинобудуванні зустрічаються вали безступінчасті та ступінчасті, суцільні та пустотілі, гладкі та шліцові, вали-шестерні, а також комбіновані у різноманітному сполученні. За формою геометричної осі вали можуть бути прямими, колінчастими, кривошипними та ексцентриковими (кулачковими).

Вали різноманітні за службовим призначенням, конструктивною формою, розмірами та матеріалами. Тому технологу при розробці технологічного процесу виготовлення валів доводиться вирішувати багато задач.

Підвищення надійності, довговічності та конкурентоздатності машин і обладнання є одним із важливих завдань машинобудування. Огляд спеціальної літератури свідчить, що близько 80 відсотків несправностей у роботі машин, агрегатів і механізмів відбувається в результаті зношення та руйнування поверхонь тертя деталей машин. Роботоздатність спряжених поверхонь деталей залежить від сукупності факторів: геометричних показників поверхні, будови і фізико-механічного стану поверхневого шару металу, залишкових напружень тощо.

У дипломній роботі приділено увагу виробництву деталей із цементованих гартованих сталей. Через великі навантаження і напруження, які деталі повинні витримувати, виникає необхідність застосовувати хіміко-термічну обробку, яка підвищує міцність та зносостійкість матеріалу. З метою підвищити довговічність компонентів деталей машин, виготовлених із сталі а також підвищити їх функціональні можливості, кількість гартованих поверхонь зростає. Механічна обробка гартованих поверхонь сьогодні може бути представлена із чіткими різальними кромками, наприклад, токарна обробка, або із невизначеними різальними кромками, наприклад, шліфування. Завдяки високій твердості (>HRC 60) оброблюваної сталі, різальні інструменти з високою твердістю є необхідними. В обох ситуаціях кубічний нітрид бору є рекомендованим матеріалом. Однак, функціональні можливості деталей, виготовлених із гартованої сталі постійно зростають. Якщо поверхня не тільки гартована, а також складна (наприклад, конус, сфера), шліфування є не достатньо гнучким. З метою механічної обробки більше поверхонь при одному закріпленні заготовки, токарна обробка забезпечує кращі можливості для фінішної обробки гартованих сталей. Поверхні, що обробляються, можуть бути зовнішніми та внутрішніми. Порівняно із зовнішніми поверхнями, різання внутрішніх поверхонь є складнішим. Існує мало інформації у технічній літературі щодо цього, і умови різання є складніші. Однією з причин, є те, що важко спостерігати за процесом видалення стружки, оскільки це відбувається в середині отвору. Відведення тепла є ускладненим, оскільки система різання має меншу жорсткість і підготовка геометрії різальної кромки повинна бути більш досконалою. Тому ця робота сфокусована на операції внутрішньої обробки деталі.

Важливим є одержання конкурентноспроможного процесу різання, зниження вартості, підвищення продуктивності і збереження навколишнього середовища.

Формування якісних та кількісних характеристик (точності, шорсткості та інших) зміцненого поверхневого шару деталі на фінішній операції механічної

обробки вимагає розрахунку та обґрунтування вибору елементів режиму різання, матеріалу різального інструменту, верстатного устаткування.

Мета роботи: розробити проект дільниці механічного цеху для виготовлення вала КС6В-47.627 та дослідити процес розточування отворів в цементованій сталі після гартування.

Об'єкт, методи та джерела дослідження. Основним об'єктом дослідження є технологічний процес виготовлення вала, процес прецизійного розточування отворів в заготовці із цементованої та гартованої сталі та виробничий процес механічного цеху. Методи виконання роботи: економіко-статистичний, графічний, порівняльний, математичного моделювання; теоретико-емпіричний.

Наукова новизна отриманих результатів:

- проведено теоретичний аналіз впливу елементів режимів різання на формування якості поверхні розточеного отвору в цементованій та гартованій заготовці;

- проведено дослідження сили різання під час розточування отвору в цементованій та гартованій заготовці;

- при розточуванні різних діаметрів отворів досліджено шорсткості оброблених поверхонь;

- при вивченні макрогеометричної точності розточування отвору в цементованій та гартованій заготовці досліджено вплив довжини різання, швидкості різання і жорсткості заготовки на відхилення від круглості, циліндричності та паралельності розточеного отвору;

- проаналізовано конструкцію та службове призначення об'єкту виробництва, виконано аналіз технологічності;

- виконано розроблення технологічного процесу виготовлення вала КС6В-47.627, для якого вибрано обладнання, оснащення, різальний та вимірювальний інструмент, розраховано, режими різання та норми часу;

- підібрано та спроектовано необхідне технологічне оснащення;

- 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 вала.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблено реальний технологічний процес, який може бути впроваджений в умовах діючого виробництва. Розроблено технологічні рекомендації для механічної обробки поверхнево зміцненого шару із врахуванням його морфології і фізико-механічних властивостей. Зокрема, лезову механічну обробку різальними інструментами, оснащеними полікристалами надтвердих матеріалів, різальна частина яких виготовлена із матеріалу композит 10 (кубічний нітрид бору). Обґрунтовано вибір верстатів для механічної обробки зміцненого шару.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на IV Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів "Актуальні задачі сучасних технологій", Тернопіль, ТНТУ, 25-26 листопада 2015 р. та на V

Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів “Актуальні задачі сучасних технологій”, Тернопіль, ТНТУ, 17-18 листопада 2016 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 – 188 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 проведено аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами, обґрунтовано актуальність роботи, виконано постановку задачі на дипломну роботу. Проведено огляд процесів токарної обробки важкооброблюваних матеріалів. Розглянуто основні теоретичні дослідження в даному напрямку. На підставі аналізу літературних джерел і патентного пошуку встановлено, що одним із головних технологічних підходів до суттєвого покращення фізико-механічних характеристик робочих поверхонь деталей машин є цементация сталей з наступним гартуванням.

На фінішній операції механічної обробки деталей машин відбувається формування остаточних якісних та кількісних характеристик поверхневого шару деталі: точності, шорсткості, величини і градієнту напружень та інших. Оптимальною операцією фінішної обробки цементованих та гартованих поверхонь деталей є обробка інструментом з надтвердих матеріалів, а для деталей, до яких висуваються підвищені вимоги до точності та шорсткості – шліфування.

В науково-дослідній частині розроблено технологічні рекомендації для механічної обробки поверхнево зміцненого шару із врахуванням його морфології і фізико-механічних властивостей. Зокрема, лезову механічну обробку різальними інструментами, оснащеними полікристалами надтвердих матеріалів, різальна частина яких виготовлена із матеріалу композит 10 (кубічний нітрид бору). Обґрунтовано вибір верстатів для механічної обробки зміцненого шару.

Проведено дослідження сили різання під час розточування отвору в цементованій та гартованій заготовці. Для вимірювання сили різання вибрано заготовки різних діаметрів при цьому змінювали режими різання (швидкість різання V , глибину різання t , подачу s).

Також проведено дослідження шорсткості обробленої поверхні. Шорсткість обробленого отвору зростає, якщо зменшується діаметр оброблюваного отвору. Хороша мікрогеометрія оброблених поверхонь із застосування кубічного нітриду бору може бути пояснена великою кількістю мікрокромки, які можна знайти на зношеній поверхні інструменту, які полірують оброблену поверхню під час різання.

При вивченні макрогеометричної точності розточування отвору в цементованій та гартованій заготовці досліджували вплив довжини різання, швидкості різання і жорсткості заготовки на відхилення від круглості, циліндричності та паралельності розточеного отвору.

В технологічній частині проведено аналіз об'єкту виробництва, його застосування, технічні вимоги до поверхонь, його технологічність. Визначено тип виробництва, вибрано оптимальний варіант виготовлення заготовки – прокат. 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 вала КС6В-47.627.

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 компонувальний плану цеху та план розміщення обладнання, проведено вибір вантажопідйомних 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 планування робіт щодо охорони праці на ділянку, що проектується, основи забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях, встановлено можливість виникнення статичної електрики на ділянку і заходи для боротьби з цим, проведено розрахунок запобіжної плавкої вставки електроприводу верстата.

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 ділянку механічної обробки, плакати науково-дослідної частини.

ВИСНОВКИ

Прийняті в дипломній роботі наукові та інженерні рішення дозволили спроектувати дільницю механічної обробки вала КС6В-47.627 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 вала КС6В-47.627. Очікуваний економічний ефект досягнутий завдяки впровадженню в технологічний процес високопродуктивного технологічного обладнання – токарно-копіювальних напівавтоматів, шліцефрезерних напівавтоматів, спеціальних вертикально-свердлильних верстатів, круглошліфувальних напівавтоматів, обробка на яких виконується в напівавтоматичному циклі, що дає змогу значно зменшити штучний час. Використання в якості заготовки прокату забезпечило зниження собівартості деталі.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Дячун, А.Є. Аналіз технологій виготовлення профільних гвинтових заготовок [Текст] / А.Є. Дячун, Ю.Є. Паливода, Н.С. Раздайбедіна // IV Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів “Актуальні задачі сучасних технологій”: 25-26 листопада 2015 р. : тези доп. – Тернопіль : вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – С. 139.

2. Раздайбедіна, Н.С. Вибір інструменту для розточування отворів в цементованій сталі [Текст] / Н.С. Раздайбедіна, Т.Д. Зянько // V Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів “Актуальні задачі сучасних технологій”: 17-18 листопада 2016 р. : тези доп. – Тернопіль : вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. – С. 321.

АНОТАЦІЯ

Раздайбедіна Н.С. Розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення вала КС6В-47.627 з дослідженням процесу розточування отворів в цементованій сталі. 8.05050201 «Технології машинобудування». - Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. - Тернопіль, 2017.

В дипломній роботі спроектовано дільницю механічної обробки вала КС6В-47.627. 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-заключний 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 процесу розточування отворів в цементованій сталі.

Правильність прийнятих рішень підтверджено обґрунтуванням економічної ефективності.

Ключові слова: технологія, механічна обробка, заготовка, пристрій, вал

ANNOTATION

Razdaibedina N. Design development of machine shop area for the shaft KC6B-47.627 manufacturing including the study of holes in case-hardened steel boring. 8.05050201 “Technology of Mechanical Engineering”. - Ternopil Ivan Puluj National Technical University. – Ternopil, 2017.

In diploma paper shop area for machining of the shaft KC6B-47.627 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 the study of boring of holes in case-hardened steel is resulted.

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

Key words: technology, machining, workpiece, fixture, shaft