

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

**НІКІТЧУК АНДРІЙ ГЕННАДІЙОВИЧ**

УДК 621.791:631.347.4

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ  
ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ОТВОРІВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН З  
НАПЛАВЛЕННЯМ ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ ПОКРИТТІВ**

131 «Прикладна механіка»

**Автореферат**  
дипломної роботи «магістр»

Тернопіль  
2018

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

**Керівник роботи:** доктор технічних наук, професор кафедри технології і обладнання зварювального виробництва  
**Пулька Чеслав Вікторович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

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

Захист відбудеться 27 грудня 2018 р. о 10<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №13 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Федьковича, 9, навчальний корпус №3, ауд. 12

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** В багатьох деталях сучасних машин та апаратів отвори складають до 70% оброблюваних поверхонь. Від їх властивості та точності в значній мірі залежить якісне виконання службового призначення та надійність всього механізму. Широке застосування для підвищення зносостійкості під час виготовлення або відновлення деталей, та отворів зокрема отримали методи нанесення на робочі поверхні функціональних покриттів. Велика кількість деталей виготовляється із нелегованих або низько легованих конструкційних матеріалів які сприймають силові навантаження, а поверхні що протидіють зношуванню або іншим впливам, зміцнюються покриттями з відповідно службовими характеристиками.

В процесі формування в системі «основа-покриття» виникають значні напруження та деформації, які виникають в деталі, що вимагає корегування структури та параметрів технологічного процесу. Така задача потребує комплексного підходу до аналізу всього ланцюга формування якості поверхневих шарів та забезпечує точність розмірів що є актуальною проблемою.

**Мета роботи:** підвищення точності розмірів отворів заготовок отриманих наплавленням зношених поверхонь за рахунок мінімізації температурних похибок технологічного процесу та забезпечення якості поверхневого шару шляхом його науглецьовування в процесі нанесення покриття.

**Об'єкт, методи та джерела дослідження.** Основним об'єктом дослідження є технологічний процес виготовлення деталей машин із отворами. Досліджено температурні похибки та якості поверхневого шару отворів деталей машин наплавленими високовуглицевими покриттями. Теоретичні дослідження проведено методом математичного моделювання з реалізації моделей на ПК із використанням фундаментальних засад технології машинобудування, теорії теплопередачі, термопружності, різання, матеріалознавства.

### **Наукова новизна отриманих результатів:**

- реалізовано комплексний підхід до вирішення задачі забезпечення кінцевих показників точності та якості деталей, в основу якого покладено прогноз та врахування взаємозв'язків між технологічними етапами підготовки поверхонь отворів деталей під наплавлення та технологією наплавлення;
- обґрунтовано ефективність керування процесу наплавлення отворів деталей складної конфігурації, що дозволяє мінімізувати просторові деформації деталі;
- встановлено можливість зменшення нерівномірності внутрішніх напружень до 50% і як наслідок, похибок розмірів отворів шляхом вибору раціональної схеми наплавлення (вибір точки початку та закінчення наплавлення).

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Розроблено технологію підвищення точності та якості поверхневих шарів отворів та відповідне технологічне оснащення планується впровадити на комунальне підприємство Тернопільський тролейбусний парк.

Використання дроту марки Св-08Г2С під час наплавлення по закріпленні на заготовці вуглецевої тканині УУТ-2 щільністю 250г/м<sup>2</sup> дозволяє збільшити феретингостійкість поверхні отворів кулаків поворотних тролейбусів на величину до 52% по відношенню до нової деталі виготовленої із сталі 40Х.

**Апробація.** Окремі результати роботи доповідались на VII Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій. Том 1», Тернопіль, ТНТУ, 28-29 листопада 2018 р.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 125 арк. формату А4, графічна частина – 9 аркушів формату А1

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** подано загальну характеристику роботи, обґрунтовано актуальність теми, визначено мету та задачі досліджень.

**В аналітичній частині** проаналізовано літературні джерела з питань технологічного забезпечення точності та якості отворів деталей машин.

**В дослідницькій частині** проведено моделювання температурних полів, що утворюються в заготовках під час нанесення покриття наплавленням. Розглянуті механізми виникнення похибок, що спричинені температурними деформаціями та напруженнями під час наплавлення, а також вплив координат початку наплавлення на пікові значення температури.

**В технологічній частині** розроблена технологія наплавлення високовуглецевим покриттям та досліджена якість наплавленого шару металу. Наведено результати дослідження наплавлення отворів технологічного процесу виготовлення заготовки деталі машини шляхом нанесення функціонального покриття, яке забезпечує необхідну якість поверхневих шарів.

**В конструкторській частині** представлено розроблений технологічний процес виготовлення деталі шасі транспортної техніки (поворотного кулака тролейбуса), який складається з таких операцій: миття та очищення деталі; перевірка технологічних баз; розточування зрошувальних поверхонь отворів з метою корегування їх геометрії; нанесення покриття методом наплавлення.

**В спеціальній частині** розглянуто особливості використання систем автоматизованого проектування для вирішення технологічних задач, з допомогою відповідного програмного забезпечення спроектовано альтернативний варіант технологічного процесу.

**В частині «Обґрунтування економічної ефективності»** розглянуто питання організації виробництва і проведено розрахунки техніко-економічної ефективності проектних рішень в порівнянні з базовим варіантом.

**В частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** проведено вимоги пожежної безпеки при гасінні електроустановок. Розрахунок штучного освітлення для розроблення обладнання.

**В частині «Екологія»** проаналізовано актуальність охорони навколишнього середовища, розглянуто питання забруднення внаслідок впровадження технологічного процесу, а також запропоновано заходи зі зменшення шкідливих викидів в навколишнє середовище.

**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.

## **ВИСНОВКИ**

Розроблена ефективна технологія наплавлення високовуглецевих шарів, яка забезпечує необхідний розподіл структури та механічні властивості по їх глибині. Шляхом варіації факторів: виду та щільності вуглецевої тканини; марки та діаметру електродного дроту; режимів наплавлення; товщини наплавленого шару можна забезпечити необхідні властивості.

Розроблено технологічний процес та оснащення для виготовлення деталей шасі з отворами шляхом наплавлення спрацьованих деталей з рекомендованою структурою операцій: попереднє розточування отвору, наплавлення з одночасним науглецьовуванням поверхні, кінцева механічна обробка.

Рекомендовано впровадити у виробництво для виготовлення із зношених деталей поворотних кулаків для ремонту тролейбусів у Тернопільському тролейбусному парку.

Проведені стендові дослідження та експлуатаційні випробування показали, що відновлені за запропонованою технологією деталі мають вищий ресурс ніж нові.

Економічний ефект від впровадження технології наплавлених зношених деталей складає 1273 грн в перерахунку на один тролейбус.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Нікітчук А.Г. Енергоефективна технологія наплавлення тонких елементів конструкцій[Текст] / Пулька Ч.В., Сенчишин В.С., Верхогляд М.М., Суліковський Д.Ю. А.Г. Тези доповіді на VII Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Том1, 28-29 листопада, Тернопіль, ТНТУ, 2018,-С.39.

## АНОТАЦІЯ

Нікітчук А.Г. Розробка технології забезпечення точності та якості поверхневого шару отворів деталей машин з наплавленням високовуглецевих покриттів. – Рукопис.

Дипломна робота магістра на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 131 Прикладна механіка – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, 2018.

Дипломна робота присвячена вдосконаленню технології забезпечення точності та якості поверхневого шару отворів деталей машин.

Проведено аналітичні дослідження та запропоновано рекомендації щодо якості, використання якого забезпечується отримання наплавлених шарів високої якості, що дало змогу оптимізувати параметри режиму наплавлення, що в свою чергу дозволило підвищити якість виробу, а відповідно і ресурс роботи всього виробу

Обґрунтовано спосіб наплавлення. Запропоновано раціональне зварювальне обладнання та розроблено відповідне технологічне оснащення, що дозволять покращити техніко-економічні показники виробництва та якості.

Впровадження запропонованої технології у виробництво дозволить досягнути значних економічних показників та ефективність виробництва.

**Ключові слова:** ЕЛЕКТРО-ДУГОВЕ НАПЛАВЛЕННЯ, ЕЛЕКТРОД, ВУГЛЕЦЕВІ ТКІНИ ТА НИТКИ, РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ, ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ, САПР, САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ УМОВИ, ОСВІТЛЕННЯ, ЕКОЛОГІЯ, ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА.

## ANNOTATION

Nikitchuk A.G. Procedure development aimed at providing the machine parts holes surface layer accuracy and quality surfacing with high-carbon surfacing. - The manuscript.

Thesis for Master's Degree in Master's Degree in Specialty 131 Applied Mechanics - Ternopil National Technical University named after Ivan Puluj, Ternopil, 2018.

The thesis is devoted to the improvement of technology for ensuring the accuracy and quality of the surface layer of holes in machine parts.

Analytical researches have been carried out and recommendations on quality have been offered, the use of which is provided with obtaining welds of high quality. That made it possible to optimize surfacing parameters, which in turn improved the quality of surfacing joints, and, consequently, the lifetime of the entire product.

The method of surfacing is substantiated. The rational surfacing equipment is offered and the corresponding technological equipment is developed, which will allow to improve the technical and economic indicators of production and quality.

The introduction of the proposed technology in production will contribute to the significant economic growth and production efficiency.

**Key words:** ELECTRO-ARM CONTROLS, ELECTRODE, CARBON FABRICS AND NECKS, PROFITABILITY, ECONOMIC EFFECT, CAD, SANITARY AND HYGIENIC CONDITIONS, LIGHTING, ENVIRONMENT, CIVILIAN DEFENSE.