

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

**СУЛКОВСЬКИЙ ДМИТРО ЮРІЙОВИЧ**

УДК 621.791:631.347.4

**ДОСЛІДЖЕННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНДУКЦІЙНОГО  
НАПЛАВЛЕННЯ ТОНКИХ ФАСОННИХ ДИСКІВ**

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 різних галузях народного господарства широке застосування знайшли тонкі сталеві диски, які застосовуються як диски лушильників, ножі-гичкорізи, диски ножі для різання шиферу і зрізання соняшнику, диски бурякозбиральних комбайнів, і т. п. З метою підвищення їх стійкості проти спрацювання і забезпечення самозагострювання в процесі експлуатації робочі поверхні їх зміцнюють різними методами наплавлення.

Найбільш широке розповсюдження для зміцнювання робочих поверхонь вище названих деталей отримало індукційне наплавлення стійкими проти спрацювання порошкоподібними твердими сплавами.

Існуючими процесом наплавлення тонких дисків, в тому числі індукційному, властиві такі недоліки: порівняно низька продуктивність, велика енергоємність, а також нерівномірність товщини шару наплавлювального металу.

У зв'язку з вище названим, а також враховуючи те, що обсяги виробництва сільськогосподарської техніки в зростають розробка технології наплавлення тонких фасонних дисків з простими режимами нагрівання і економними витратами енергії, з більш високою продуктивністю нагрівання являється актуальною задачею.

**Мета роботи:** розробка високопродуктивної технології індукційного наплавлення тонких фасонних дисків порошкоподібними твердими сплавами з більш простими режимами наплавлення та обладнання для її реалізації.

**Об'єкт, методи та джерела дослідження.** Об'єктом дослідження є ніж-гичкоріз, який виготовлений із сталі Ст3 ґрунтообробних машин наплавленим зносостійким сплавом ПГ-С1 (сормайт). Теоретичні дослідження проведені з застосуванням сучасних математичних методів ЕОМ, а експерименти виконані на спеціально-розроблених для цієї мети пристроях високочутливою вимірювальною апаратурою і серійно випускаючих високочастотних генераторах. Склад наплавленого металу визначали хімічним і мікрорентгеноспектральними методами аналізу, а його структуру методами електронної і оптичної рентгеноспектрії.

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

- розроблений та обґрунтований технологічний процес та технологічне обладнання для наплавлення тонких фасонних дисків, що дозволить підвищити продуктивність та покращити умови праці, при виготовленні виробу;
- розроблена математична модель для визначення питомої потужності джерел індукційного нагрівання необхідної для одночасного наплавлення по всій поверхні дисків зубчастої форми. Отримані рівняння для її визначення. Показано, що розроблені режими наплавлення двовитковим кільцевим індуктором дозволяє підвищити продуктивність праці в 4-5 раз покращити стабільність геометричних розмірів наплавленого шару металу, що забезпечують високі експлуатаційні характеристики наплавленого металу.
- по результатах і досліджень запропоновано обладнання для одночасного наплавлення по всій робочі поверхні тонких фасонних дисків.

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

Розроблено технологічний процес та автоматизоване обладнання для наплавлення тонких фасонних дисків. Це дозволяє підвищити експлуатаційні характеристики наплавленого шару металу, термін їх роботи та економічну ефективність при експлуатації «ножів (тонких фасонних дисків)» та зменшити трудоемкість робіт при виготовленні виробу.

**Апробація.** Окремі результати роботи доповідались на VII Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Том1, 28-29 листопада, Тернопіль, ТНТУ, 2018р.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 8 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 131 арк. формату А4, графічної частини об'ємом 11 аркушів формату А1.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми, поставлено мету та завдання, об'єкт та предмет розроблення та досліджень, сформульовано наукову новизну та практичне значення результатів.

**В аналітичній частині** проведено огляд існуючих методів наплавлення, проведений аналіз технологічних можливостей, а також показані переваги індукційного наплавлення тонких фасонних дисків, сформульовано мету.

**В дослідницькій частині** проведено дослідження, оптимізації режимів і металографічні дослідження наплавленого металу. Показано вплив режимів наплавлення на геометричні розміри наплавленого валика і величину деформації тонких фасонних дисків.

**В технологічній частині** роботи проведено техніко-економічне обґрунтування ефективного способу наплавлення, розраховано параметри режиму та вибрано і обґрунтовано технологічне наплавлення устаткування, здійснено розрахунок нормування витрат зварювальних матеріалів а також електроенергії та основного часу на підготовчі, складальні і наплавлення операції та розроблено технологічний процес виготовлення тонких фасонних дисків.

**В конструкторській частині** проведено та вибрано технологічне оснащення для реалізації запропонованого технологічного процесу, здійснено конструювання та подана механізована лінія для індукційного наплавлення тонких сталевих плоских дисків. Розраховано складально-зварювальне пристосування та проведено розрахунок його основних вузлів на міцність та жорсткість.

**В спеціальній частині** розглянуто особливості використання систем автоматизованого проектування та з допомогою відповідного програмного забезпечення спроектовано альтернативний варіант технологічного процесу.

**В частині «Обґрунтування економічної ефективності»** розглянуто організацію виробництва і проведено розрахунки основних техніко-економічних показників ефективності в порівнянні з базовим варіантом.

**В частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»**

Передбачено заходи для захисту працівників від ураження електричним струмом та пожежної профілактики, проведено розрахунок заземлюючого пристрою для спроектованого цеху. Розглянуто питання стійкості роботи підприємства в надзвичайних ситуаціях та наведено рекомендації що до його роботи у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

**В частині «Екологія»** проаналізовано актуальність охорони навколишнього середовища, розглянуто питання забруднення довкілля, що виникає внаслідок реалізації технологічного процесу, а також запропоновано заходи зі зменшення забруднення довкілля при реалізації технологічного процесу, зокрема від аерозолів.

**У загальних висновках щодо дипломної роботи** описано прийняті в проекті автором конструктивні та технологічні рішення, проведені аналітичні дослідження впливу режимів наплавлення на геометричні розміри наплавленого валика і величину деформації тонких фасонних дисків, що забезпечують виконання поставленого завдання; оригінальні науково-інженерні рішення; обґрунтовано техніко-економічні показники в порівнянні з базовими, для впровадження вдосконаленого технологічного процесу у виробництво; передбачено заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, а також заходи щодо зменшення забруднення середовища при реалізації запропонованих рішень.

В додатках до пояснювальної записки приведено відомості специфікацій та комплект технологічної та конструкторської документації.

В графічній частині приведено технологічний процес виготовлення тонких дисків із послідовності виконання необхідних технологічних операцій та устаткування і режими роботи обладнання для їх реалізації, креслення технологічного оснащення, яке запропоновано для реалізації вдосконаленого технологічного процесу, а також графіки, що характеризують вплив режимів наплавлення на структуру та механічні властивості наплавленого шару металу.

## **ВИСНОВКИ**

Прийняті в дипломній роботі наукові та інженерно-технологічні рішення дозволили вдосконалити технологію наплавлення тонких фасонних дисків і досягти суттєвого покращення окремих показників технологічного процесу, а саме автоматизувати та механізувати процеси наплавлення, покращити та підвищити якість наплавлювального металу та ефективність складально-зварювальних операцій, із забезпеченням отримання більш якісних наплавлювальних з'єднань, а також зменшити затрати на технологічне оснащення виробничого процесу.

Проведено дослідження і оптимізація режимів і металографічні дослідження наплавленого металу. Показано вплив режимів наплавлення на геометричні розміри наплавленого валика і величину деформації тонких фасонних дисків, які виготовлені із сталі Ст3та наплавлені зносостійким сплавом ПГ-С1 (сормайт).

Розроблені наплавлювальні пристосування дали змогу підвищити якість наплавленого шару металу і зменшити підготовчо-заклучний час на операціях. Крім того, завдяки застосуванню запропонованих нововведень вдалося досягнути значного покращення умови роботи робітників.

Обґрунтовано техніко-економічну ефективність запропонованих рішень дозволило підтвердити правильність прийнятих проектно-технологічних рішень, які

завдяки впровадженню у виробництво вдосконаленої технології наплавлення, дозволять досягнути значних економічних показників.

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

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

## **АНОТАЦІЯ**

Суліковський Д.Ю. Дослідження і оптимізація технології індукційного наплавлення тонких фасонних дисків. – 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 індукційного наплавлення тонких фасонних дисків.

Проведений літературний огляд отримання виробу, здійснено аналіз виробу, характеристику матеріалу та визначено його здатність до наплавлення. Обґрунтовано спосіб та зварювання. Запропоновано раціональне зварювальне обладнання та розроблено відповідне технологічне оснащення, що дозволять покращити техніко-економічні показники виробництва та якості продукції.

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

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

**Ключові слова:** ІНДУКЦІЙНЕ НАПЛАВЛЕННЯ, ІНДУКТОР, ОПТИМІЗАЦІЯ, ЕКРАНУВАННЯ, ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ, РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ, ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ, САПР, САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ УМОВИ, ОСВІТЛЕННЯ, ЕКОЛОГІЯ.

## ANNOTATION

Sulikovskiy D.Y. Research and optimization of technology of induction surfacing of thin shaped disks. - The manuscript.

The thesis for Master's Degree in specialism 131 Applied Mechanics – Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2018.

The thesis is devoted to the improvement of technology of induction surfacing of thin shaped disks.

The references review of product has been carried out, product analysis, material characteristics and its weldability have been determined. The method of welding is substantiated. The rational welding 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 analytical researches and suggestions for induction surfacing have been made. The use of which is provided with obtaining high quality welds. This allowed to optimize the parameters of the welding mode, which in turn improved the quality of the welded joints, and, accordingly, the lifetime of the entire product

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

**Key words:** INDUCTION FITTING, INDOOR, OPTIMIZATION, CLEANING, ECONOMIC EFFECT, PROFITABILITY, ECONOMIC EFFICIENCY, SANITARY-HYGIENE CONDITIONS, LOGHTING and ECOLOGY.