

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

**СЕМЕНЧУК МИКОЛА АНТОНОВИЧ**

УДК 621.791.92

**РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ  
РАМИ МЕХАНІЗМУ УКЛАДАННЯ ТРУБОПРОВОДУ ТА  
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВАРНИХ ШВІВ**

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 автоматизації технологічних процесів і виробництв  
**Капаціла Юрій Богданович**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 23 лютого 2018 р. о 12<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.** Розвиток техніки пред'являє усі нові вимоги до способів виробництва і, зокрема, до технології зварювання. Використання зварювання в більшості випадків є єдиним можливим і найбільш ефективним засобом створення нероз'ємного з'єднання конструкційних матеріалів і отримання ресурсозберігаючих заготовок, максимально наближених по геометрії до оптимальної форми готової деталі або конструкції. Сьогодні особлива увага приділяється прискоренню виготовлення, заміні та модернізації морально застарілих машин і агрегатів, нарощуванню об'ємів випуску спеціалізованого зварювального та допоміжного устаткування загального призначення, у тому числі оснащеного системами програмного керування, створенню нових технологічних процесів і прогресивних засобів малої механізації, які б у поєднанні з основним зварювальним устаткуванням забезпечили комплексну механізацію виробничого процесу, підвищенню продуктивності та покращенню умов праці. В даний час найбільш розповсюдженим способом дугового зварювання являється зварювання в захисних газах плавким електродом і в майбутньому збереже своє ведуче місце в зварювальному виробництві. Широке застосування даного способу зварювання зумовлене його перевагами, такими як: високою продуктивністю, маневреністю і можливістю виконання з'єднань у всіх просторових положеннях, можливістю автоматизації процесу, широкою номенклатурою зварювальних матеріалів та економічністю. Однак зварюванню в захисних газах плавким електродом присутні і такі недоліки, як: вузький діапазон раціональних режимів зварювання, можливість утворення дефектів при формуванні шва, значні затрати праці на очищення поверхні виробів і апаратури від бризг. Технологічний процес в ряді випадків далекий від задоволення вимогам ресурсо- і енергозбереження. Розвиток зварювальної науки вимагає не тільки усунення недоліків процесу зварювання, але й висуває ряд нових задач, для розв'язання яких необхідно наступне вивчення цього процесу зварювання. Для усунення частково цих недоліків і присвячена дана робота.

**Мета роботи:** розроблення технологічного процесу виготовлення рами механізму укладання трубопроводу та дослідження зварних швів.

**Об'єкт, методи та джерела дослідження.** Основним об'єктом дослідження є технологічний процес виготовлення рами трубоукладача. Методи виконання роботи: економіко-статистичний, графічний, порівняльний, математичного моделювання; теоретико-емпіричний.

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

- розроблений та обґрунтований вдосконалений технологічний процес та обладнання для зварювання рами механізму укладання трубопроводу, що дозволить підвищити продуктивність та умови праці, а також покращити якість зварних швів та виробу в цілому;
- проведено аналітичні дослідження перехідного процесу спільної роботи основного та імпульсного джерела живлення які впливають на властивості зварного з'єднання;
- досліджено особливості формування зварного шва при імпульсно-дуговому зварюванні. Показано, що при зміні параметрів імпульсів в

широких межах ефективний струм процесу залишається практично постійним і визначається діаметром електродного дроту і швидкістю його подачі;

- отримано аналітичні залежності дозволяють вибирати параметри режиму імпульсно-дугового зварювання плавким електродом, що забезпечують кероване перенесення металу при зварюванні різними електродними дротами.

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

Розроблений технологічний процес та запропоноване автоматизоване зварювальне обладнання для зварювання в середовищі вуглекислого газу рами трубоукладача. Запропоновані інженерні та технологічні рішення дадуть можливість покращити службові характеристики конструкції, підвищити економічну ефективність виробництва та знизити трудомісткість зварювальних робіт. Запропоновано рекомендації щодо застосування імпульсно-дугового зварювання при виготовленні рами, що дозволяють аналітично визначати параметри режиму імпульсно-дугового зварювання, і тим самим покращити властивості зварних з'єднань та конструкції в цілому.

**Апробація.** Окремі результати роботи доповідались на VI Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій. Том 1», Тернопіль, ТНТУ, 16 – 17 листопада 2017 р.

**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 – 146 арк. формату А4, графічна частина – 13 аркушів формату А1.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

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

**В аналітичній частині** проведено аналіз зварної конструкції, матеріалу виробу, вказано технічні умови на виготовлення зварної конструкції, вказано вимоги до матеріалів, до зварних з'єднань, до складання тазварювання, а також до якості зварних з'єднань та конструкції. Проведено літературний огляд отримання рамних конструкцій, що працюють при дії динамічних навантажень, здійснено аналіз існуючих технологічних процесів виготовлення рами трубоукладача та поставлено задачі на дипломну роботу.

**В дослідницькій частині** розглянуто питання характеру утворення каплі на кінці електроду і перенесення електродного металу в дуговому проміжку при зварюванні в захисних газах та перехідні процеси при спільній роботі основного та імпульсного джерела живлення. Досліджено втрати електродного металу при зміні амплітудних значень імпульсі, найбільші втрати металу відбуваються шляхом розбризкування у вигляді дрібних капель, які, осідаючи на основний метал, дуже важко віддаляються з його поверхні, крім того, при великих амплітудах імпульсів

струму спостерігаються біляшовні виплески металу з ванни. Виконано розрахунки та побудовано графічні залежності зміни граничної амплітуди імпульсів струму, яка забезпечує неперервність процесу від частоти їх проходження. Проведено дослідження особливостей формування шва при імпульсно-дуговому зварюванні кутових швів, встановлено, що розміри зварного шва визначаються формою, амплітудою, довжиною і частотою імпульсів.

**В технологічній частині** роботи проведено розрахунок параметрів режиму зварювання, вибір зварювального обладнання і технологічної оснастки, проведено розрахунок та нормування витрат зварювальних матеріалів та електроенергії, спроектовано технологічний процес виготовлення рами та сформульовано основні задачі проектування.

**В конструкторській частині** проведено вибір засобів технологічного оснащення, конструювання і розрахунок елементів зварювальних пристосувань, та проведено міцнісні розрахунки зварних з'єднань.

**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 основних техніко-економічних показників запропонованого технологічного процесу, та проведено порівняння з базовим варіантом, встановлено, що запропоновані інженерні рішення дадуть значний економічний ефект.

**В частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** проведено оцінку шкідливих факторів, які виникають при виготовленні конструкції та передбачено заходи для зменшення їх впливу. Запропоновано заходи з техніки безпеки при виконанні технологічного процесу та наведено рекомендації щодо роботи підприємства 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.

**У загальних висновках щодо дипломної роботи** описано прийняті в проекті автором конструктивні та технологічні рішення, проведені дослідження формування шва при імпульсно-дуговому зварюванні, яке впливає на якість зварного з'єднання та дано рекомендації щодо застосування даного способу зварювання, що забезпечують виконання поставленого завдання; оригінальні науково-інженерні рішення; обґрунтовано техніко-економічні показники в порівнянні з базовими, для впровадження запропонованого 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.

В графічній частині приведено технологічний процес виготовлення конструкції з вказанням необхідних технологічних операцій, креслення

технологічного оснащення, яке запропоновано для реалізації технологічного процесу та графіки аналітично-дослідницької роботи.

## **ВИСНОВКИ**

Прийняті в дипломній роботі наукові та інженерно-технологічні рішення дозволили вдосконалити технологію виготовлення рами трубоукладача і досягти суттєвого покращення окремих показників технологічного процесу, а саме автоматизувати та механізувати процеси зварювання, покращити і підвищити якість та ефективність складально-зварювальних операцій, забезпечити отримання більш якісних зварних з'єднань, а також зменшити затрати на технологічне оснащення виробничого процесу.

Проведені аналітичні та експериментальні дослідження імпульсно-дугового зварювання дозволили запропонувати рекомендації по його застосуванні для виготовлення рамних конструкцій, що дозволяють оптимізувати параметри режимів зварювання та покращити механічні властивості конструкції.

Модернізовані та розроблені конструкції складально-зварювальних пристосувань дали змогу підвищити якість складання та зварювання конструкції і зменшити підготовчо-заклучний час на операціях. Крім того, завдяки застосуванню запропонованих нововведень вдалося досягнути значного покращення умови роботи виробничих робітників.

Обґрунтування техніко-економічної ефективності запропонованих рішень дозволило підтвердити правильність прийнятих проектно-технологічних рішень, що завдяки впровадженню у виробництво запропонованого технологічного процесу, можна досягнути значних економічних показників.

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

1. Соловій В.В. Керування переносу електродного металу при дуговому зварюванні [Текст] / Пулька Ч.В., Шарик М.В., Семенчук М.А., Пагутяк М.Й. Тези доповіді на VI Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Том1, 16-17 листопада, Тернопіль, ТНТУ, 2017,-С.37.

## **АНОТАЦІЯ**

Семенчук М.А. Розроблення технологічного процесу виготовлення рами механізму укладання трубопроводу та дослідження зварних швів . . – Рукопис.

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

Дипломна робота присвячена розробленню технологічного процесу виготовлення рами механізму укладання трубопроводу та дослідження зварних швів.

Проведений літературний огляд отримання рамних конструкцій, що працюють під динамічним навантаженням, здійснено аналіз конструкції рами, характеристики

матеріалу виробу та визначено його зварюваність. Обґрунтовано спосіб зварювання. Запропоновано раціональне зварювальне обладнання та розроблено відповідне технологічне оснащення, що дозволять покращити техніко-економічні показники виробництва та якості зварної конструкції.

Проведено аналітичні та експериментальні дослідження особливостей формування шва при імпульсно-дуговому зварюванні, встановлено, що розміри зварного шва визначаються формою, амплітудою, довжиною і частотою імпульсів та запропоновано рекомендації щодо оптимізації параметрів режимів зварювання, які дозволять підвищити якість зварних з'єднань, а відповідно і ресурс роботи конструкції.

Результати роботи можуть бути впроваджені у виробництво при виготовленні рамних конструкцій.

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

**Ключові слова:** ТЕХНОЛОГІЯ, ІМПУЛЬСНО-ДУГОВЕ ЗВАРЮВАННЯ, ОБЛАДНАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ЗАХИСНИЙ ГАЗ.

## ANNOTATION

Semenchuk M.A. Development of the technological process of manufacturing of pipeline laying mechanism frame and investigation of weld joints. - The manuscript.

Master's degree graduation thesis for educational Master's degree in specialty 131 - Applied Mechanics. - Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2018.

The graduation thesis deals with the development of the technological process of manufacturing of pipeline laying mechanism frame and the investigation of weld joints.

The literature survey of frame structures assembly operating under dynamic load and analysis of the frame structure, characteristics of the product material were carried out and its weldability was determined. The method of welding was substantiated. The rational welding equipment was offered, the corresponding technological equipment providing the improvement of the production technical-economic parameters and the quality of the welded construction was developed.

The analytical and experimental investigations of the weld joint formation peculiarities during impulse-arc welding were carried out. It was determined that the sizes of the weld joint were defined by the shape, amplitude, length and frequency of impulses, and recommendations for optimization of the welding modes parameters providing the improvement of the weld joints quality and consequently the structure operation life are offered.

The results of the work can be implemented in the frame structures production.

The implementation of the offered technology into production makes it possible to achieve the significant economic parameters and production efficiency.

**Key words:** TECHNOLOGY, IMPULSE-ARC WELDING, EQUIPMENT, TECHNOLOGICAL PROCESS, SHIELDING GAS.