

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

ПОРОВСЬКИЙ ПЕТРО ПЕТРОВИЧ

УДК 621.9

**ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСА
АВТОКЛАВА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕРМІЧНОГО ЦИКЛУ
ЗВАРЮВАННЯ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛУ ЗВАРНОГО
З'ЄДНАННЯ**

8.05050401 «Технології та устаткування зварювання»

Автореферат
дипломної роботи «магістр»

Тернопіль
2017

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

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і обладнання зварювального виробництва
Лазарюк Валерій Володимирович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент: доктор технічних наук, зав. кафедри транспортних технологій
Попович Павло Васильович
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 23 лютого 2017 р. о 12⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №10 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. Зварювальна техніка і технологія займають одне з провідних місць в сучасному виробництві. Зварюються корпуси велетенських супертанкерів і сітківка людського ока, мініатюрні деталі напівпровідникових приладів і кістки людини при хірургічних операціях. Багато конструкцій сучасних машин і споруд, наприклад космічні ракети, підводні човни, газо- і нафтопроводи, неможливо виготовити без допомоги зварювання. Розвиток техніки пред'являє 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 за геометрією до оптимальної форми готової деталі або конструкції.

Сьогодні особлива увага приділяється ефективності виготовлення, заміні та модернізації морально застарілих машин і агрегатів, нарощуванню обсягів випуску спеціалізованого зварювального та допоміжного устаткування загального призначення, у тому числі оснащеного системами програмного управління, створенню нових технологічних процесів і прогресивних засобів малої механізації, які б у поєднанні з основним зварювальним устаткуванням забезпечили комплексну механізацію виробничого процесу, підвищення продуктивності та поліпшенню умов праці.

На сьогодні існує багато способів зварювання, але найбільш економічним і високопродуктивним способом при виготовленні товстостінних резервуарів, які працюють під тиском залишається дугове автоматичне зварювання під флюсом. Застосування даного способу дозволяє отримувати зварні шви високої якості. Основними об'єктами застосування цього способу зварювання є відповідальні металоконструкції з протяжними швами, які широко використовуються в усіх галузях народного господарства.

Мета роботи: вдосконалення технології виготовлення корпусу автоклава та дослідження впливу термічного циклу зварювання на структуру та властивості металу зварного з'єднання.

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

Наукова новизна отриманих результатів:

- розроблений та обґрунтований новий технологічний процес та обладнання для зварювання корпусу автоклава, що дозволить підвищити продуктивність та умови праці, а також покращити якість зварних швів та виробу в цілому;
- проведено аналітичні дослідження впливу термічного циклу багатопрохідного зварювання під флюсом на розподілення температур в зварному з'єднанні;

- аналітично досліджено розподілення максимальних температур та визначено розміри ділянок зони термічного впливу при, яких протікають фазові і структурні перетворення основного металу.
- проведено аналіз та розрахунок очікуваної структури біляшовної зони після впливу термічного циклу зварювання та встановлено, що при охолодженні вона буде мати бейнітну та мартенситну структури.

Практичне значення отриманих результатів.

Вдосконалено технологічний процес та запропоновано автоматизоване обладнання для зварювання під шаром флюсу корпусу автоклава. Запропоновані інженерні та технологічні рішення дадуть можливість покращити службові характеристики конструкції, підвищити економічну ефективність виробництва та знизити трудомісткість зварювальних робіт. Запропоновано рекомендації щодо впливу температурного циклу багатшарового зварювання та проведено прогнозування утворення очікуваної структури зварного шва та біляшовної зони при запропонованих та обґрунтованих параметрах режиму зварювання.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на V Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених 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, 8 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 144 арк. формату А4, графічна частина – 11 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 та зварювання, а також до якості зварних з'єднань та конструкції. Проведено літературний огляд отримання оболонкових конструкцій, що працюють під тиском, здійснено аналіз існуючих технологічних процесів виготовлення корпусу автоклава та поставлено задачі для виконання у дипломній роботі.

У науково-дослідній частині проведено аналіз та обґрунтування вибору схеми розрахунку нагрівання металу при багатшаровому електродуговому зварюванні під флюсом. З існуючих схем нагрівання запропоновано для проведення аналітичного дослідження використовувати схему потужного точкового джерела тепла на поверхні напівобмеженого тіла (ПШТД) для випадків зварювання з неповним проплавленням, в тому числі й для багатшарового зварювання. Виконано розрахунки та побудовано графічну залежність розподілення ізотерм температурного поля при дії потужного точкового джерела на поверхні зварного з'єднання, а також проведено аналітичне дослідження термічного циклу зварного

шва та розподілення максимальних температур і визначено розміри ділянок зони термічного впливу при яких протікають фазові і структурні перетворення основного металу.

З метою дослідження впливу термічного циклу зварювання на зміну структури зони термічного впливу проведено аналіз та розрахунок очікуваної структури. Встановлено, що при охолодженні отримаємо бейнітну та мартенситну структуру.

У технологічній частині роботи проведено аналіз та обґрунтування найбільш ефективного способу зварювання товстостінних резервуарів, що працюють під тиском, в тому числі і корпусу автоклава. Здійснено розрахунок параметрів режиму зварювання, вибір зварювального обладнання і технологічної оснастки, проведено розрахунок та нормування витрат зварювальних матеріалів та електроенергії, спроектовано технологічний процес виготовлення корпусу автоклава та сформульовано основні задачі проектування.

У конструкторській частині проведено вибір засобів технологічного оснащення, конструювання і розрахунок консолі колони для кріплення зварювального автомата.

У частині САПР у зварюванні розглянуто особливості використання систем автоматизованого проектування для вирішення технологічних задач, з допомогою відповідного програмного забезпечення спроектовано альтернативний варіант технологічного процесу.

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

У частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» проведено оцінку технологічного процесу з умов техніки безпеки, електробезпеки, пожежної безпеки, виконано розрахунок захисного заземлюючого пристрою для вибраного обладнання та передбачено протипожежні заходи при виконанні запропонованого технологічного процесу.

У 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 аналітичні дослідження впливу температурного циклу зварювання на структуру та механічні властивості металу зварного шва при багатопрохідному зварюванні під флюсом, що забезпечують виконання поставленого завдання; оригінальні науково-інженерні рішення; обґрунтовано техніко-економічні показники в порівнянні з базовими, для впровадження вдосконаленої технології зварювання корпусу автоклава 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 вдосконаленого технологічного процесу та графіки, що характеризують вплив температурного циклу багатопрохідного зварювання на структуру та механічні властивості зварного з'єднання.

ВИСНОВКИ

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

Проведені аналітичні дослідження впливу температурного циклу зварювання на структуру та механічні властивості зварного з'єднання дозволили оптимізувати параметри режимів зварювання для отримання прогнозованих структур зварного шва та зони термічного впливу та досягти необхідних механічних властивостей конструкції.

Розроблені та вдосконалені конструкції складально-зварювальних пристосувань дали змогу підвищити якість виготовлення виробу і зменшити підготовчо-заклучний час на операціях. Крім того, завдяки застосуванню запропонованих нововведень вдалося досягнути значно покращилися умови роботи робітників.

Обґрунтування техніко-економічної ефективності запропонованих рішень дозволило підтвердити правильність прийнятих проектно-технологічних рішень, які завдяки впровадженню у виробництво вдосконаленої технології зварювання, дозволять досягнути значних економічних показників.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Поровський П.П., Лазарюк В.В. Виготовлення захисних двокомпонентних газових сумішей для дугового зварювання // Збірник тез доповідей V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів, Актуальні задачі сучасних технологій“, 17-18 листопада 2016 року - Т. :ТНТУ, 2016 - Том I. - С. 308.

АНОТАЦІЯ

Поровський П.П. Вдосконалення технології виготовлення корпусу автоклава та дослідження впливу термічного циклу зварювання на структуру та властивості металу зварного з'єднання. . – Рукопис.

Дипломна робота магістра на здобуття освітнього ступення «магістр» за спеціальністю 8.05050401 – Технологія та устаткування зварювання. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, 2017.

Дипломна робота присвячена вдосконаленню технології зварювання корпусу автоклава та дослідженню впливу термічного циклу зварювання на структуру та властивості металу зварного з'єднання.

Проведений літературний огляд отримання оболонкових конструкцій, що працюють під тиском, здійснено аналіз конструкції автоклава, 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 дослідження впливу температурного циклу зварювання на структуру та механічні властивості зварного з'єднання, що дозволило оптимізувати параметри режиму зварювання, що в свою чергу дозволило підвищити якість зварних з'єднань, а відповідно і ресурс роботи.

Результати роботи можуть бути впроваджені у виробництво при виготовленні товстостінних резервуарів, що працюють під тиском.

Ключові слова: ТЕХНОЛОГІЯ, ЕЛЕКТРОДУГОВЕ ЗВАРЮВАННЯ, ЗВАРЮВАЛЬНИЙ ФЛЮС, ОБЛАДНАННЯ, ТЕМПЕРАТУРНЕ ПОЛЕ, ІЗОТЕРМИ.

SUMMARY

Porovskyi P.P. Improvement of technology for manufacturing autoclave press body and analysis of welding thermal cycle influence on the structure and metal properties of welded seam. – Manuscript.

Master thesis for the fulfillment of education proficiency level of “Master” in specialism 8.05050401 – Welding technologies and equipment. – Ternopil Ivan Pul’uj National Technical University, Ternopil, 2017.

Master thesis deals with the improvement of technology for welding of autoclave press body and analysis of welding thermal cycle influence on the structure and metal properties of welded seam.

Analytical analysis of welding thermal cycle influence on the structure and metal properties of welded seam was conducted allowing to optimize welding variables which in its turn increased the quality of welded seams and consequently operational life.

The results of the work can be applied into manufacturing of high pressure thick-wall basins.

Key words: TECHNOLOGY, ARC WELDING, WELDING FLUX, EQUIPMENT, TEMPERATURE PATTERN, ISOTHERMS