

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

ДАНИЛИШИН ОЛЕГ ЯРОСЛАВОВИЧ

УДК 621.791.92

**ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗВАРЮВАННЯ
РЕЗЕРВУАРА ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ ТА
ДОСЛІДЖЕННЯ ВТОМНИХ ХАРАКТЕРИСТИК 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
Підгурський Микола Іванович,
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 26 грудня 2018 р. о 11⁰⁰ 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. Промислові листові металеві конструкції почали широко використовуватися в зв'язку із інтенсивним розробленням нафтових родовищ і розвитком нафтової та хімічної промисловості. В ХХ ст. електрозварювання у виробництві оболонкових конструкцій повністю витіснило клепання. Така зміна технологій дозволила істотно спростити конструктивно-технологічні рішення, забезпечити непроникність споруд, створити нові конструктивні форми, методи їх виготовлення і монтажу. Нові технології дозволяють враховувати хімічні і механічні властивості матеріалу резервуарів, його можливі дефекти при зварюванні, раціонально використовувати спосіб та режим зварювання, застосовувати сучасне зварювальне обладнання.

Сьогодні значна увага приділяється пришвидшенню виготовлення та 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, підвищили продуктивність та покращення умов праці. На даний час найбільш розповсюдженим способом зварювання листових конструкцій є автоматичне зварювання під шаром флюсу. Перевагами даного способу є: висока продуктивність, можливість високого рівня автоматизації процесу, висока якість зварювального шва, менш шкідливі умови для зварювальника та навколишнього середовища. Проте, як і кожен спосіб зварювання, має свої недоліки, а саме: вузький діапазон застосування, можливість зварювання лише у нижньому положенні, обмежене застосування для коротких та криволінійних швів.

Технологічний процес виробництва резервуарів складний та довготривалий, починаючи від проектування і закінчуючи монтажем готової продукції. Для усунення частково цих недоліків і присвячена дана робота.

Мета роботи: розроблення технологічного процесу виготовлення горизонтального циліндричного резервуара та дослідження втомних характеристик зварних швів.

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

Наукова новизна отриманих результатів:

- вдосконалений технологічний процес для зварювання горизонтального циліндричного резервуара, що дозволить підвищити продуктивність та якість складання, а також удосконалити якість зварних швів та виробу в цілому;
- проведено аналітичні розрахунки параметрів зварювання, основного та допоміжного обладнання, обґрунтовано його техніко-економічну доцільність;

- досліджено особливості складання та зварювання резервуара, перевірку граничних значень напруження та міцності;
- проведено моделювання напружено-деформівного стану оболнки резервуара за допомогою програмного комплексу SolidWorks;
- проведено розрахунки довговічності елементів конструкції та досліджено втомні характеристики зварних швів.

Практичне значення отриманих результатів.

Вдосконалений технологічний процес та запропоноване сучасне зварювальне обладнання для зварювання під шаром флюсу горизонтального циліндричного резервуара. Запропоновані інженерні та технологічні рішення, які дадуть можливість покращити характеристики конструкції, підвищити економічну ефективність виробництва та знизити трудомісткість зварювальних робіт. Запропоновано рекомендації щодо застосування сучасного заготівельного та складального обладнання при виготовленні резервуара, що б покращити властивості зварних з'єднань та конструкції в цілому.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на V Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій. Том 1», 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, висновку, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 174 арк. формату А4, графічна частина – 12 аркушів формату А1.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету та завдання, об'єкт та предмет розроблення та досліджень, практичне значення результатів та сучасний стан у виробництві.

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 виготовлення резервуарів, здійснено аналіз існуючих технологічних процесів виготовлення горизонтального циліндричного резервуара та поставлено задачі на дипломну роботу.

В дослідницькій частині розглянуто теоретичні основи розрахунку зварних елементів виробу, оскільки втомні тріщини у зв'язку з наявною дефектністю, високою концентрацією напружень, залишковими деформаціями зварювання з'являються вже на ранніх стадіях експлуатації конструкцій, ще у процесі виготовлення, визначаючи значною мірою, їх надійність та ресурс. Проведено моделювання напружено-деформівного стану оболонки резервуара за допомогою програмного комплексу SolidWorks, напружено-деформівного стану зварного резервуара. Проведено розрахунок зварних швів на статичну та втомну міцність. Виконано порівняння результируючих досліджень з кривими втоми стикових з'єднань

сталі 09Г2С, що отримані іншими авторами. Встановлено, що дефекти технології зварювання (зокрема підрізи) суттєво знижують втомну міцність досліджуваних зварних з'єднань. За результатами дослідження, умова міцності виконується, та максимальне значення нормальних напружень суттєво менше за границю текучості сталі. А також проведено аналіз довговічності резервуара на стадії зародження втомних тріщин, де він показує, що діаграми втоми бездефектних зварних з'єднань суттєво відрізняються (в бік менших довговічностей) у порівнянні з базовими діаграмами матеріалу.

У технологічній частині проведено розрахунок параметрів режиму зварювання для автоматичного зварювання під шаром флюсу, вибрано сучасне зварювальне обладнання і технологічна оснастка, проведено розрахунок та нормування витрат зварювальних матеріалів та електроенергії, спроектовано технологічний процес виготовлення зварювального резервуара.

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

В спеціальній частині проведено розрахунки за допомогою систем автоматизованого проектування допоміжного обладнання, їх характеристики та необхідні параметри.

У 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» наведено можливі шкідливі фактори, які виникають при виготовленні конструкції та передбачено заходи для зменшення їх впливу. Запропоновано заходи з техніки безпеки при виконанні технологічного процесу та наведено рекомендації 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. Дано рекомендації щодо застосування раціонального способу зварювання, що забезпечують виконання поставленого завдання. Наведено 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 наведено 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 зварного горизонтального циліндричного резервуара 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.

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 праці робітників.

Проведені аналітичні та модельні дослідження напружено-деформівного стану резервуару дозволили напрацювати рекомендації щодо його проектування та виготовлення. Це дозволило оптимізувати параметри режиму зварювання та покращити якість зварних швів.

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. Данилишин О.Я., Пулька Ч.В., Просторова стійкість зварювальної дуги, збірник тез доповідей «Актуальні задачі сучасних технологій. Том 1». V міжнародна науково-технічна конференція молодих вчених та студентів, 17-18 листопада 2016 р., м. Тернопіль, ТНТУ, С.315
2. Данилишин О.Я., Пулька Ч.В., Дослідження температурного поля в зоні наплавлення з використанням теплового і електро-магнітного екранів, X Всеукраїнська студентська науково-технічна конференція «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання», 25-26 квітня 2017 р., м. Тернопіль, ТНТУ, с.183-184.

АНОТАЦІЯ

Данилишин О.Я. Вдосконалення технологічного процесу зварювання резервуара для зберігання нафтопродуктів та дослідження втомних характеристик зварних швів. – 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 розробленню технологічного процесу виготовлення горизонтального циліндричного резервуара та дослідженню втомних характеристик зварних швів.

Проведений літературний огляд отримання горизонтальних циліндричних резервуарів, здійснено аналіз виробу, характеристики матеріалу виробу та визначено його зварюваність. Проведено моделювання напружено-деформівного стану оболонки резервуара, а також аналіз довговічності резервуара на стадії зародження втомних тріщин. Обґрунтовано спосіб зварювання. Запропоновано сучасне раціональне зварювальне обладнання та технологічне оснащення, що дозволять покращити техніко-економічні показники виробництва та якості зварного виробу.

Проведені аналітичні та модельні дослідження напружено-деформівного стану резервуара дозволили напрацювати рекомендації щодо його проектування та виготовлення. Це дозволило оптимізувати параметри режиму зварювання та покращити якість зварних швів.

Результати роботи можуть бути впроваджені у виробництво, зокрема впровадження запропонованої технології у виробництво дозволить покращити економічні показники та ефективність виробництва зварних резервуарів.

Ключові слова: АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ ПІД ШАРОМ ФЛЮСУ, ГОРИЗОНТАЛЬНИЙ ЦИЛІНДРИЧНИЙ РЕЗЕРВУАР, ЗВАРНІ ШВИ, НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНИЙ СТАН, ДОВГОВІЧНІСТЬ.

ANNOTATION

Danylyshyn O. Improvement of welding procedure of an oil products storage tank and study of welded joints fatigue characteristics. – 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 thesis is devoted to the development of the technological process of manufacturing a horizontal cylindrical reservoir and the study of fatigue cracking of welds.

A literary review of the receipt of horizontal cylindrical tanks was carried out, product analysis, characteristics of product material were determined and its weldability was determined. The simulation of the stress-strain state of the shell of the reservoir, as well as the analysis of the durability of the reservoir at the stage of the origin of the fatigue cracks is carried out. The method of welding is substantiated. The modern rational welding equipment and technological equipment are offered, which will allow to improve the technical and economic indicators of production and the quality of the weld product.

The conducted analytical and model studies of the stress-strain state of the reservoir allowed to develop recommendations for its design and manufacturing. This allowed to optimize the parameters of the welding mode and improve the quality of welds.

The results of the work can be implemented in production, in particular the introduction of the proposed technology in production will improve the economic performance and the efficiency of the production of welded tanks.

Key words: AUTOMATIC WELDING, FLUSES LAYER, HORIZONTAL CYLINDER RESERVOIR, WELDING SEAMS, STRESS-DEFORMIVE STATE, DURABILITY.