

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

ТХОРИК РОМАН ОЛЕГОВИЧ

УДК 624. 791

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДВОКОНТАКТНОГО
ТОЧКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ АРМАТУРИ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ

131 «Прикладна механіка»

Автореферат
дипломної роботи «магістр»

Тернопіль

2019

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, завідувач кафедри технології і обладнання зварювального виробництва
Підгурський Микола Іванович
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент
Паньків Марія Романівна,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,
професор кафедри технології машинобудування

Захист відбудеться 27 грудня 2019 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №14 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. Контактне точкове зварювання – це один із способів контактного зварювання, який найбільш широко застосовується в машинобудуванні, особливо в масовому виробництві. Так, наприклад, в автомобілебудуванні близько 70% обсягу зварювальних робіт виконується цим способом. Також застосовують контактне точкове зварювання в інших галузях народного господарства: в тракторному та сільськогосподарському машинобудуванні, під час виробництва пасажирських і товарних вагонів, в галузях промисловості та будівництва. Цьому сприяли позитивні особливості процесу контактного точкового зварювання: незначні залишкові деформації, висока продуктивність, високий рівень механізації і автоматизації.

Тому в цей період стали розвиватися способи двоконтактного точкового зварювання з програмованою зміною параметрів і режимів зварювання (зварювального струму, зусилля стиснення електродів тощо) в період формування з'єднань, які дозволяють управляти термічними деформаційними процесами, що протікають в зоні зварювання та мають нові можливості підвищення якості одержуваних точкових з'єднань.

Тому дослідження технологічних процесів контактного двоточкового зварювання, які направлено на обґрунтування параметрів і режимів зварювання, є актуальним і важливим народногосподарським завданням.

Мета та завдання роботи. Метою роботи є підвищення технологічної ефективності зварювання арматури вентиляційних систем шляхом застосування способу двоконтактного точкового зварювання з обтисненням периферійної зони з'єднання обтискними втулками.

Для досягнення мети поставлені такі завдання:

- на основі проведеного аналізу технологічних процесів і способів зварювання пластин обґрунтувати доцільність застосування двоконтактного точкового зварювання з обтисненням периферійної зони з'єднання обтискними втулками;
- обґрунтувати основні силові параметри та режими зварювання пластин двоконтактним точковим зварюванням з обтисненням периферійної зони з'єднання обтискними втулками;
- провести експериментальні дослідження зміни зусилля стиснення пластин двоконтактним точковим зварюванням залежно від параметрів процесу.

Наукова новизна одержаних результатів. Обґрунтовано технологічний процес і основні силові параметри та режими зварювання арматури вентиляційних систем способом двоконтактного точкового зварювання.

На цій підставі одержано:

- аналітично-емпіричні залежності, які характеризують функціональний процес зміни зусилля стиснення пластин струмопровідними електродами;
- залежність, яка характеризує зміну середніх значень нормальних напружень в контактній зоні деталей-деталей в процесі формування зварного з'єднання.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано та обґрунтовано технологію з'єднання тонких пластин удосконаленим способом двоконтактного точкового зварювання з обтисненням периферійної зони зварювання обтискними втулками та визначено його основні параметри і режими зварювання. Запропоновано рекомендації до застосування способу зварювання тонких пластин та вибору раціональних параметрів і силових режимів термодетформаційних процесів, які виникають під час зварювання.

Апробація роботи. Основні положення та результати досліджень дипломної роботи магістра доповідалися та отримали позитивну оцінку на VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» 27-28 листопада 2019 р. (м. Тернопіль, ТНТУ ім. І. Пулюя, 2019 р.)

Публікації. Часткові результати досліджень за темою магістерської роботи опубліковано в 1 тезах конференції.

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота магістра складається зі вступу, восьми розділів, висновків, списку використаної літератури зі 25 найменувань та додатків. Основна частина виконана на 118 сторінках, містить 24 рисунки та 12 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету та завдання, сформульовано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі наведено класифікацію контактного зварювання, аналіз технологічних процесів і способів контактного точкового зварювання, конструкцій зварювальних машин, а також обґрунтовано вибір способу зварювання арматури.

В основу побудови класифікації способів контактного точкового зварювання (КТЗ) покладено такі критерії систематизації: за конструкцією з'єднання; за способом з'єднання; за кількістю точок з'єднання; за станом металу.

Термодетформаційні процеси, які протікають в зоні зварювання найбільш значимо впливають на кінцеву якість одержуваних зварних з'єднань, при цьому рівень дефектності зварних точок в серійному виробництві зварних конструкцій навіть при виготовленні відповідальних зварних виробів, досягає 5 %.

У зв'язку з цим досить перспективним напрямком розвитку технології КТЗ, є вдосконалення та розробка нових способів точкового зварювання арматури, які реалізуються шляхом застосування зварювання з обтисненням периферійної зони з'єднання обтискними втулками.

При КТЗ з обтисненням периферійної зони з'єднання зварювальні деталі стискають струмопровідними електродами зусиллям і прикладають навколо них за допомогою обтискних втулок автономне додаткове стискуjące зусилля. Електрод містить концентрично розташовану навколо нього обтискну втулку, яку з'єднано з приводом обтиску, яким служить пружний елемент.

У другому розділі наведено аналітичний аналіз термдеформаційних процесів: процесу зближення та деформування пластин; процесу силової взаємодії контакту електрод-деталь і деталь-деталь, а також методику планування, проведення та обробки багатофакторних експериментів і результати експериментальних досліджень сили стиснення пластин під час контактного точкового зварювання.

Нагрівання та пластична деформація металу в зоні зварювання відносяться до термдеформаційних процесів, які найбільш значимо впливає на стійкість процесу формування з'єднання та зумовлюють його кінцеві результати.

Дослідження впливу величини зазору δ , кроку між точками $t = 2 t_{III}$, відстані від кромки напуску u і сили зварювання F_{CB} показали їх значну та неординарну залежність на розмір і форму початкового контакту, при цьому форма контакту оцінюється коефіцієнтом форми k_ϕ , який характеризує відхилення форми контакту від форми кола, тобто еліпсоїдної форми контакту.

У цьому випадку реальний контакт приймається у формі еліпса, в якому взаємно перпендикулярні велика та мала осі контакту приймаються, відповідно, рівними $2a$ і $2b$. Ці осі порівнюються з діаметром d_0 умовного кола, площа якого дорівнює площі еліпса, а $k_\phi = d_0/2b = 2a/d_0 = \sqrt{a/b}$, при цьому коефіцієнт форми контакту показує відносне відхилення форми контакту від кола.

Зусилля стиснення в контакті деталь-деталь відрізняється від зусилля стиснення F_E деталей електродами. Причиною цього є зазори, які призводять до того, що деяка частина зусилля стиснення деталей F_D витрачається на деформування деталей, що зварюються при їх зближенні до зіткнення. Внаслідок цього зусилля в площі зварювального контакту F_3 менше зусилля стиснення електродів F_E на величину F_D .

Причиною поділу контакту деталь-деталь є прогини ω_1 і ω_2 зварювальних деталей 3 внаслідок збільшення висоти h_D ущільнюючого ободка між ними в процесі КТЗ з обтисненням периферійної зони з'єднання, яке відбувається внаслідок дилатації і об'ємних пластичних деформацій металу в зоні зварювання.

У процесі проведення експериментальних досліджень значення зусилля P_D моделювали у вигляді комплексного впливу ряду технологічних факторів точкового зварювання: під час проведення двофакторного експерименту типу ПФЕ 3^2 як функціонал $P_{ID} = f_1(t, \delta)$, де t – відстань між звареними точками, δ – величина зазору між звареними точками.

Деформацію зразків проводили на експериментальній установці з застосуванням розривної машини УММ-5.

Одержано рівняння регресії, яке характеризує та функціонально описує зміну зусилля стиснення пластин F_{ID} залежно від параметрів процесу зварювання

$$F_{ID} = -0,82 + 0,05t + 1,5\delta - 0,004t\delta - 0,0004t^2 - 0,15\delta^2. \quad (1)$$

На основі аналізу емпіричної моделі (1) та поверхні відгуку зміни зусилля стиснення електродів F_{ID} у вигляді апроксимуючої функції $F_{ID} = f_1(t, \delta)$ встановлено, що зі збільшенням відстані між зварними точками t у межах

$60 \leq t \leq 140$ мм зусилля стиснення пластин $F_{1Д}$, яке знаходиться у діапазоні зміни $F_{1Д} = 0,1 \dots 3,4$ кН зменшується, причому значний спад $F_{1Д}$ спостерігається за значення $t \geq 100$ мм – від 1,5 до 0,1 кН.

На ділянці зміни $60 \leq t \leq 80$ мм зусилля стиснення електродів $F_{1Д}$ зменшується всього на 0,2 кН.

У четвертому розділі наведено розрахунки економічного ефекту, при цьому розрахований річний економічний ефект від впровадження нової технології зварювання пластин становить 780604,42 грн, термін окупності капіталовкладень становить 0,9 року за коефіцієнта ефективності 0,198.

У п'ятому розділі наведено опис удосконаленого технологічного процесу та розрахунок основних параметрів і режимів двоконтактного зварювання арматури вентиляційних систем.

У шостому, сьомому та восьмому розділах наведено конструктивні розрахунки міцності зварних з'єднань, а також викладення, які характеризують основні положення застосування САПР у зварюванні, основні заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності та навколишнього середовища.

ВИСНОВКИ

1. У дипломній роботі магістра вирішено завдання підвищення ефективності зварювання арматури вентиляційних систем за рахунок застосування способу двоконтактного точкового зварювання та обтискних втулок.

2. Зусилля стиснення арматури становить $F_{1Д} = 0,1 \dots 3,4$ кН, а збільшенням відстані між точками зварювання від 60 до 140 мм призводить до зменшення $F_{1Д}$, причому суттєве зменшення $F_{1Д}$ відбувається за значення $t \geq 100$ мм та становить від 1,5 до 0,1 кН.

3. Річний економічний ефект від застосування технології зварювання арматури становить 780604,42 грн.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

Тези наукових конференцій

1. Тхорик Р.О. Спосіб двоконтактного точкового зварювання арматури вентиляційних систем. Актуальні задачі сучасних технологій : тези доповіді VII Міжн. наук.-практич. конф. молодих вчених і студентів, 27-28 листопада 2019 р. – Тернопіль, ТНТУ, 2019. – Т. 1. С. 255–256.

АНОТАЦІЇ

Тхорик Р.О. Обґрунтування технологічного процесу двоконтактного точкового зварювання арматури вентиляційних систем. – Рукопис.

Дипломна робота магістра на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 131 – Прикладна механіка. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, 2019.

Магістерська робота присвячена вирішенню наукової задачі підвищення технологічної ефективності зварювання арматури вентиляційних систем шляхом застосування способу двоконтактного точкового зварювання з обтисненням периферійної зони зварювання обтискними втулками, під час якого зварювальні деталі стискають струмопровідними електродами, а навколо них за допомогою обтискних втулок прикладають автономне додаткове стискуjące зусилля (зусилля обтиску). На основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень обґрунтовано основні силові параметри термодинамічних ефектів контактного точкового зварювання.

Ключові слова: технологія, контактне зварювання, силова рівновага, ядро металу, обтискні втулки, силові параметри.

ANNOTATION

Thorik R.O. Substantiation of technological process of two-pin point welding of valves of ventilation systems. - Manuscript.

Master's thesis for obtaining a master's degree in specialty 131 - Applied mechanics. - Ternopil Ivan Pulyuy National Technical University, Ternopil, 2019.

The master's thesis is devoted to solving the scientific problem of increasing the technological efficiency of welding of valves of ventilation systems by applying the method of two-contact spot welding with compression of the peripheral zone of welding by clamping sleeves, during which the welding parts are compressed by conductive electrodes, and around compression). On the basis of theoretical and experimental researches the basic power parameters of thermodynamic effects of contact spot welding are substantiated.

Keywords: technology, contact welding, power balance, metal core, clamping sleeves, power parameters.