ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Одним із найважливіших факторів науково-технічного прогресу є розвиток зварювальної науки і техніки. Зварювання металів стало одним із ведучих технологічних процесів у виробництві конструкцій найрізноманітнішого призначення і без його використання неможливо уявити собі сучасне машинобудування, будівництво тощо.

Підвищення ефективності та вдосконалення виробництва, зростання рівня механізації та автоматизації виробничих процесів, підвищення якості продукції, широке застосування в народному господарстві досягнень науки і техніки є актуальним завданням.

Залежно від умов виробництва, особливостей зварюваних матеріалів, а також вимог, які ставляться до властивостей і якості зварних з'єднань, в останні роки в промисловості застосовують більше п'ятдесяти видів зварювання. Різновиди технологічних процесів обумовлюють різноманітність типів компонувань та конструкцій зварювального устаткування.

Зростання зварювального виробництва, розроблення нових способів, прийомів механізованого зварювання і наплавлення вимагає створення нових зразків різноманітного устаткування і його безперервного вдосконалення, яке забезпечує ефективність застосування в промисловості всіх існуючих способів зварювання.

Мета та завдання роботи. Метою роботи є підвищення технологічної ефективності зварювання рами бункера коренезбиральної машини шляхом застосування способу напівавтоматичного електродугового зварювання в середовищі захисних газів.

Для досягнення мети поставлені такі завдання:

- на основі проведеного аналізу технологічних процесів і способів зварювання великогабаритних деталей обгрунтувати доцільність застосування напівавтоматичного електродугового зварювання в середовищі захисних газів;
- провести теоретичний аналіз основних теплових процесів, які виникають в зоні електродугового зварювання в середовищі захисних газів.

Об'єкт дослідження – технологічний процес напівавтоматичного електродугового зварювання в середовищі захисних газів.

Предмет дослідження – параметри та режими напівавтоматичного електродугового зварювання рами бункера коренезбиральної машини.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження базувалися на фізико-математичному моделюванні процесу електродугового зварювання зварювання рами бункера коренезбиральної машини із використанням основних положень фізики, вищої математики і термодинамічної механіки. Розрахунки теоретичного аналізу проводилися з використанням прикладних програм для комп'ютера.

Наукова новизна одержаних результатів. Обґрунтовано технологічний процес і основні параметри та режими напівавтоматичного електродугового зварювання рами бункера коренезбиральної машини.

На цій підставі одержано:

- аналітичні залежності, які характеризують функціональний процес зміни

температурних режимів напівавтоматичного електродугового зварювання рами бункера коренезбиральної машини.;

- залежність, яка характеризує зміну середніх значень нормальних напружень в контакті деталь-деталь в процесі формування зварного з'єднання.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано та обґрунтовано технологію виробництва рами бункера коренезбиральної машини удосконаленим способом напівавтоматичного електродугового зварювання. Запропоновано рекомендації до застосування способу зварювання рами бункера та вибору раціональних параметрів і режимів зварювання.

Апробація роботи. Основні положення та результати досліджень магістерської роботи доповідалися та отримали позитивну оцінку на VI Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» 23-24 листопада 2018 р. (м. Тернопіль, ТНТУ ім. І. Пулюя, 2018 р.)

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

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, дев'яти розділів, загальних висновків, списку використаної літератури зі 35 найменувань та 25 додатків. Основна частина виконана на 117 сторінках, містить 14 рисунки та 9 таблиць. Загальний обсяг роботи складає 142 сторінки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

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

У аналітичній частині наведено загальну характеристику рами бункера коренезбиральної машини та основні вимоги до її конструкції, а також обґрунтовано вибір способу зварювання пластин для проведення досліджень.

У науково-дослідній частині наведено аналітичний аналіз теплових процесів, які виникають у зоні плавлення електродного дроту та у середовищі захисних газів.

Зварюваність вуглецевих сталей значною мірою визначається вмістом вуглецю. У зварювальній техніці вуглецеві сталі підрозділяють на три групи: маловуглецеві (до 0,25 % С), середньовуглецеві (0,26-0,45 % С) і високовуглецеві (0,46-0,90 % С). Для зварних конструкцій в основному використовують низьковуглецеві стали.

Підвищення ступеня розкислювання металу створює передумови для розчинення водню на стадії формування зварювальної ванни і утворення пор через виділення водню на стадії охолоджування при температурах, близьких до кристалізації. Це обумовлено тим, що концентрації водню [H] і кисню [O] у металі зварювальної ванни взаємозв'язані через розвиток реакції:

$$2[H] + [O] = H_20. \quad (1)$$

Константа рівноваги реакції: $K_2 = \rho_{H2O}/[H]^2[0]$, де ρ_{H2O} – парціальний тиск пари води або $[H]^2=\rho_{H2O}/K_2[0]$.

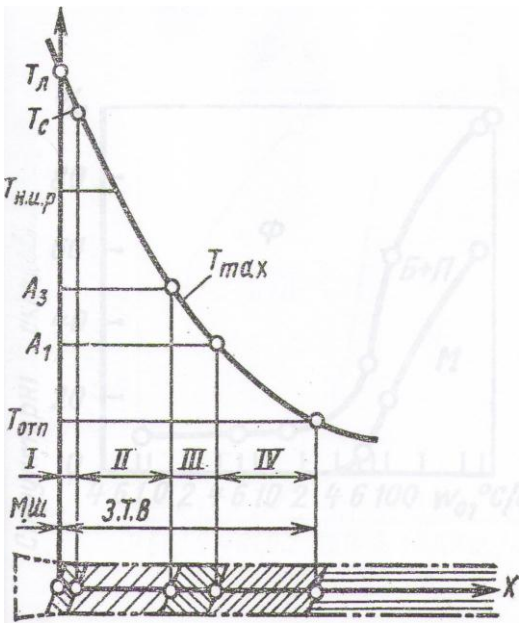

Рисунок 1 – Оцінка протяжності областей зони термічного впливу по розподілу максимальних температур $T_{мах}$ і критичних точках; МШ – метал шва; ЗТВ – зона термічного впливу

З аналізу отриманого рівняння виходить, що з підвищенням ступеня розкислення, тобто із зменшенням концентрації кисню [O] в металі, рівноважна концентрація водню [H] зростає.

При аналізі фазових перетворень, що протікають в різних областях зони термічного впливу, застосували загальний методичний підхід до оцінки структури і властивостей металу даної зони. Відповідно під час зварювання вуглецевих сталей виділяють характерні областіі (ділянки) зони термічного впливу (рис. 1).

Порушення газового захисту металу, що переплавляється дугою від взаємодії з повітрям при зварюванні в CO_2 викликає зміну хімічного складу та погіршення механічних властивостей металу шва, утворення в ньому пор.

У лабораторії вивчали вплив якості захисту на процес зварювання та вибір інформативних параметрів напівавтоматичного зварювання знаходження порушень газового захисту при напівавтоматичному зварюванні в CO_2. Досліди проводилися на установці з джерелом живлення ВДГ-303-3, апаратуру для вимірювання витрат CO_2 та повітря (ротаметри РС-3), змішувач газів УКП-1-71. Електричні параметри процесу зварювання записували за допомогою осцилографу Н-700 та самописного швидкодіючого приладу Н-327.

Зварювання виконувалось дротом суцільного перізу марки Св-08Г2С діаметром 1,0; 1,2; 1,6 мм при зварювальному струмі 100-450 А, напрузі на дузі 17-34 В,швидкості зварювання 10-40 м/год та витратах CO_2 8-20 л/хв. Якість газового захисту змінювали шляхом змішування вуглекислого газу з повітрям в межах від 0 до 100 % (по об’єму).

При вивченні впливу складу газової суміші на процес зварювання в’язкості інформативних параметрів використовували струм та напругу на дузі,склад захисної суміші. Візуально визначали стан поверхні шва, наявність з ньому пор. Із зварних швів вирізали зразки для визначення межі текучості, кута згину з’єднання та ударної в’язкості наплавленого металу. При зміні вмісту повітря від 0 до 100 % та струму в межах від 90 до 450 А, постійної швидкості подавання електродного дроту та напрузі холостого ходу джерела живлення зварювальний струм змінюється на 3-7 %, напруга на дузі на 5 %.

Вагоме змінення характеру переносу металу при порушенні газового захисту зони зварювання вуглекислим газом чітко проявляється по усьому діапазоні режимів зварювання. При усіх напругах на дузі частота переносу крапель на повітрі більше частоти переносу крапель при зварюванні в CO_2 (рис. 2а). При зміненні зварювального струму різниця в частотах є достатньою для впливу порушення газового захисту зоні зварювання (рис. 2б).

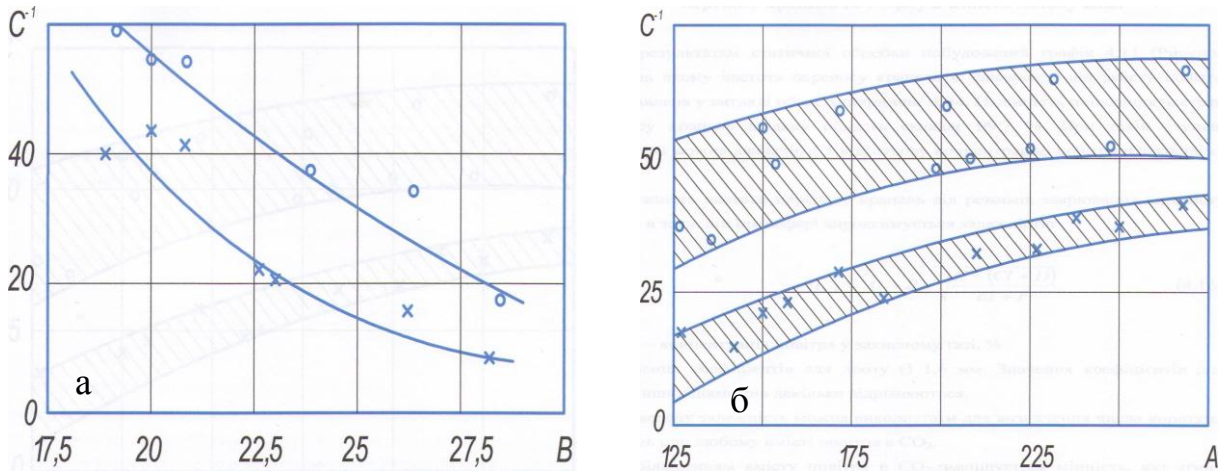

Рисунок 2 – Залежність впливу: а - напруги на дузі на частоту переносу крапель при зварюванні в CO_2 (х) та на повітрі (о); б – зварювального струму на частоту переносу крапель в дуговому проміжку при зварюванні в CO_2 (х) та на повітрі (о)

При концентрації повітря у вуглекислому газі ~ 5 % змінюється стан поверхні шва, на ній з'являється сіро-голуба матова плівка. Зі збільшенням вмісту повітря до 10-12 % в шві з'являються внутрішні пори, а при 12-16 % повітря - зовнішні пори. Ці інформативні параметри зазвичай використовують для знаходження порушень газового захисту при механізованому зварюванні.

Зі збільшенням вмісту повітря в CO_2 зменшується міцність, кут згину з'єднання та ударна в'язкість. При малих концентраціях повітря зниження ударної в'язкості пов'язано з розчинністю азоту у рідкому металі. Різке зниження ударної в'язкості при подальшому збільшенні концентрації повітря викликано не тільки впливом азоту, але й утворенням у шві пор.

При допустимій концентрації повітря в захисному газі (10 %) пристрій для автоматичного знаходження порушень газового захисту повинно мати порогову чутливість, дозволяючу знайти відхилення частоти переносу крапель на 20-30 %.

У технологічній частині наведено характеристику та технічні вимоги на зварювальний виріб, технологію зварювання рами бункера коренезбиральної машини, приведено вибір основного та допоміжного устаткування та розрахунок основних параметрів і режимів зварювання.

У конструкторській частині наведено обгрунтування вибору та розрахунок технологічного обладнання для виготовлення зварної конструкції рами бункера коренезбиральної машини.

У спеціальній частині наведено розрахунок важільного механізму кондуктора для виготовлення зварної конструкції.

У частині «Обгрунтування економічної ефективності» наведено розрахунки економічного ефекту, при цьому розрахований річний економічний ефект від впровадження нової технології зварювання рами бункера коренезбиральної машини становить 774000 грн, термін окупності капіталовкладень становить 1,63 року.

У частинах «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» і **«Екологія»** наведено викладення, які характеризують основні заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності і екології навколишнього середовища.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі вирішено наукове завдання підвищення технологічної ефективності зварювання рами бункера коренезбиральної машини шляхом застосування способу напівавтоматичного електродугового зварювання в середовищі захисних газів.

1. Внаслідок впровадження у виробництво запропонованого розроблення технології і автоматичного обладнання для складання і зварювання бункера бурякозбирального комбайна марки КБМ6-85010 опорами досягнуто:

- зниження собівартості виробу на 0,69 %;
- зростання продуктивності праці на 42,8 %;
- рівень механізації і автоматизації зріс на 66,7 %;
- підвищилась якість продукції за рахунок застосування більш точних складально-зварювальних пристосувань.

2. Річний економічний ефект від впровадження нової технології зварювання становить 774000 грн.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

Тези наукових конференцій

1. Бойко В.А., Грицик В.Ю. Теплові процеси електродугового зварювання в захисному середовищі. Актуальні задачі сучасних технологій : тези доповіді VI Міжн. наук.-практич. конф. молодих вчених і студентів, 27-28 листопада 2018 р. – Тернопіль, ТНТУ, 2018. – Т. 1. С. 167–169.

АНОТАЦІЇ

Бойко В.А. Удосконалення технологічного процесу зварювання рами коренезбиральної машини та дослідження теплових процесів. – Рукопис.

Дипломна робота магістра на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 8.05050401 – технологія та устаткування зварювання. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, 2018.

Магістерська робота присвячена вирішенню наукової задачі підвищення технологічної ефективності зварювання рами бункера коренезбиральної машини шляхом застосування способу напівавтоматичного електродугового зварювання в середовищі захисних газів. На основі проведених досліджень обґрунтовано основні параметри та режими зварювання.

Ключові слова: технологія, бункер, електродугове зварювання, теплові процеси, ядро металу, параметри.

Boyko VA Improvement of the technological process of welding the frame of the cornicear machine and research of thermal processes. - The manuscript.

Master's thesis for obtaining an academic degree "Master" in the specialty 8.05050401 - technology and welding equipment. – Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2018.

The master's work is devoted to solving the scientific problem of increasing the technological efficiency of welding the frame of the bunker of the coronet-cutting machine by applying a method of semi-automatic arc welding in the medium of protective gases. Based on the conducted research, the basic parameters and welding conditions have been substantiated.

Key words: technology, bunker, arc welding, thermal processes, metal core, parameters.