

розробки кромок здійснюється дротами марок Св-08ХН2ГМЮ або Св-08ХН2ГСМЮ послідовним накладенням шарів.

Зі збільшенням зварювального струму дуга більше поринає в основний метал, зростає погонна енергія й кількість розплавленого в одиницю часу електродного металу. У результаті глибина провару й частка участі основного металу в металі шва збільшуються. Збільшення діаметра зварювального дроту при незмінному зварювальному струмі приводить до зменшення глибини провару й опуклості шва при одночасному збільшенні його ширини. Залежно від товщини кромок, що зварюються, застосовують дріт діаметром 2...5 мм.

Збільшення напруги дуги приводить до підвищення її рухливості, у результаті чого збільшується ширина шва, а глибина залишається практично незмінною. При зварюванні під флюсами АН-17М і АН-43 напруга дуги не повинна перевищувати 40В. Швидкість переміщення дуги при зварюванні стикових з'єднань високоміцних сталей змінюють від 13 до 30 м/год. Підвищення швидкості зварювання в цьому діапазоні обумовлює збільшення глибини провару проплавлення. Автоматичним зварюванням під флюсом виконують стикові, кутові й напусткові шви, розташовані в нижньому положенні [3].

Таким чином, все вище наведене свідчить, що спосіб електродугового зварювання під шаром флюсу є найбільш придатним для більшості технологічних процесів виготовлення продукції автомобільної галузі.

#### Список використаних джерел

1. Автоматизоване зварювання металів [Електронний ресурс]. – Вікіпедія. Вільна енциклопедія. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Автоматичне\\_зварювання\\_металів](https://uk.wikipedia.org/wiki/Автоматичне_зварювання_металів).
2. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Деменцевич В.П. Учебник для студентов вузов М., “Машиностроение”, 1977. – 432с.
3. Автоматичне зварювання під флюсом [Електронний ресурс]. – Студопедія – Режим доступу: <https://studopedia.org/4-114982.html>.

УДК 621.791.44.03.002

### МОДЕРНИЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ ДУГОЮ, КЕРОВАНОЮ МАГНІТНИМ ПОЛЕМ

Василенко О.В., Руденко А.В., студ. гр. МЗВн-171

Науковий керівник: Болотов Г.П., д.т.н., проф.

Чернігівський національний технологічний університет

Процес зварювання труб з нагрівом дугою, що обертається у магнітному полі (ЗДМП), отримав промислове застосування для з'єднання труб малого діаметру (до 50 мм) із товщиною стінки до 6 мм. Спосіб має ряд переваг перед контактним стиковим зварюванням, зокрема відрізняється меншими витратами металу на оплавлення та споживаною енергією. При ЗДМП відсутня необхідність зачищення поверхонь труб перед зварюванням, менша висота підсилення зварного шва, що дозволяє усунути операцію видалення ґрату після зварювання.

Сутність процесу ЗДМП полягає у тому, що дуга під впливом зовнішнього керуючого магнітного поля, створеного магнітними системами, переміщується у зазорі між торцями зварюваних труб [1]. Після розігріву торців здійснюється осаджування труб. Схема установки для ЗДМП наведена на рис. 1.

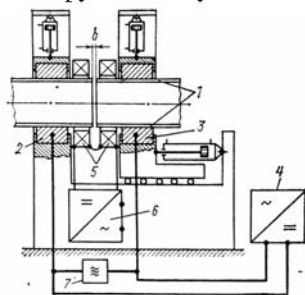


Рис. 1. Схема установки для ЗДМП [1]

1–труби, що зварюються; 2, 3– затискні пристрої (струмопідводи); 4– джерело живлення дуги;  
5– електромагніти; 6– джерело живлення електромагнітів; 7– джерело запалювання дуги

До недоліків методу ЗДМП слід віднести високі вимоги до центрування труб перед зварюванням і необхідність прикладання значних поздовжніх зусиль в процесі осаджування [2].

У попередні роки на кафедрі зварювального виробництва ЧНТУ була розроблена і виготовлена лабораторно-експериментальна установка для ЗДМП тонкостінних труб діаметром до 32 мм. Однак, досвід експлуатації установки виявив ряд суттєвих недоліків конструкції. В першу чергу вони пов'язані із тим, що поздовжнє переміщення труб здійснюється важелем, який в процесі оплавлення і осаджування створює момент сил у зоні зварювання, що призводить до порушення співвісності труб, нестабільності горіння дуги і нерівномірного оплавлення торців труб. А ручне притискання при обмеженій довжині важеля не дозволяє отримати достатніх зусиль для стискання торців труб.

Тому метою даної роботи є модернізація установки. Для цього замість важеля для стискання труб в процесі осаджування застосований пневмоциліндр, шток якого розташований співвісно із осями труб. Використання

пневмоциліндру дає можливість значно підвищити зусилля стискування і варіювати його в межах 0...2000 Н. Керування роботою пневмоциліндру здійснюється за допомогою електропневмоклапанів. Для запобігання неперервної роботи компресора у пневматичній системі установки встановлений ресивер.

#### Список використаних джерел

1. Кучук-Яценко С.И., Кузнецов П.В. Сварка дугой, вращающейся в магнитном поле // Автоматическая сварка, 1981. - №9. - С.38-42.
2. Кучук-Яценко С.И., Качинский В.С., Игнатенко В.Ю. Прессовая сварка толстостенных труб с нагревом дугой, управляемой магнитным полем. // Автоматическая сварка, 2002. - №7. - С.28-33.

УДК 621.791

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДУГОВОГО НАПЛАВЛЕННЯ МОЛІБДЕНУ НА ГРАФІТ

**Воробей О.М., Грабовець В.О.,** студ. гр. МЗВн-171  
Науковий керівник: **Олексієнко С.В.** к.т.н., доцент  
*Чернігівський національний технологічний університет*

Завдяки поєднанню таких властивостей як самозмащування, теплопровідність та електропровідність графіт широко використовується в ядерній енергетиці, аерокосмічній, електротехнічній промисловості. При виготовленні вузлів ядерних реакторів для підсилення теплового випромінювання широко застосовування знайшли з'єднання графіту з міддю.

Процес дифузійного зварювання у вакуумі, подібних з'єднань значно ускладнюється за рахунок суттєвої відмінності фізико-механічних властивостей матеріалів, що в результаті призводить до розтріскування графіту при поперечній усадці [1].

Вирішити дану проблему виготовлення мідно-графітових вузлів при зварюванні даної пари матеріалів є можливим за рахунок використання проміжного прошарку з молібдену. Молібден має близькі до графіту значення коефіцієнта термічного розширення та теплопровідності і при евтектичній температурі володіє взаємною розчинністю з ним на рівні 1,1 % (ат.) [2]. При цьому товщина прошарку молібдену, яка дозволяє суттєво знизити величину розтягуючих напружень в графіті при виготовленні вузла С-Мо-Сі, повинна складати значення у кількості декількох міліметрів в залежності від розміру вузла [3].

З урахуванням необхідної товщини шару молібдену на поверхні графіту для його нанесення доцільно використати способи дугового наплавлення.

Спроби нанесення молібдену на графіт в середовищі захисного газу аргону, показали наявність значної кількості пор у молібдені. Причиною такого результату, на є велика спорідненість вуглецю (графіту) до кисню при високих температурах та його інтенсивне випаровування, що перешкоджає формуванню якісного молібденового покриття [3].

Для усунення вказаного дефекту нами було проведено наплавлення у вакуумі. Процес наплавлення відбувався за рахунок подачі молібденового дроту в дугу, яка горить між двома графітовими електродами. Процес наплавлення здійснювався на режимі: діаметр вольфрамового електроду – 3,2 мм, сила зварювального струму – 75 А, діаметр зразків графіту – 6 мм, висота – 15 мм. Для вирішення проблеми наплавлення було розроблено пристосування, яке забезпечує вакуум.

Перші спроби наплавлення та зішліфювання шару молібдену не показали наявності у молібдені пор.

#### Список використаних джерел

1. Zhong, Z. Brazing of doped graphite to Cu using stress relief interlayers [Text] / Z. Zhong, Z. Zhou, C. Ge // J. Mater. Process. Tech. – 2009. – No. 5. – P. 2662-2670.
2. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Справочник: В 3 т.: т.1 [Текст] / Под общ. Ред. Н.П. Лякишева. – М.: Машиностроение, 1996. – 992 с.
3. Ермолаев, Г.В. Влияние толщины жесткой прослойки на напряженно-деформированное состояние металлографитовых узлов при термическом нагружении [Текст] / Г.В. Ермолаев, В.А. Мартыненко, С.В. Олексенко, А.В. Лабарткава, М.В. Матвиенко // Проблемы прочности. – 2017. – № 3. – С.90-97.

УДК 621.791

## ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ АНТЕНО-ЩОГЛОВИХ СПОРУД

**Глуценко В.Р., Бородавко Є.І.,** студ. гр. МЗВн-171  
Науковий керівник: **Прибитько І.О.,** к.т.н., доцент  
*Чернігівський національний технологічний університет*

У наш час однією із найважливіших проблем є покращення якості стільникового зв'язку. Одними із шляхів вирішення цієї проблеми є збільшення кількості базових станцій, а також збільшення висоти антено-щоголових споруд у містах та міських зонах, що дозволить створити оптимальну зону покриття стільникового зв'язку. Для збільшення площі покриття стільникового зв'язку доцільно збільшити висоту антено-щоголових споруд. Також більша висота дозволяє зменшити вплив електромагнітного випромінювання на навколишнє середовище.

На сьогоднішній день для розміщення у містах та міських зонах найбільш перспективними є полегшені вільностоячі вежі, наприклад вежа Т.098/1 (рис. 1) [1] та сталеві багатогранні опори, наприклад БМС-40 (рис. 2) [2], оскільки для них не потрібен великий простір для розміщення, також вони мають