

4. Laghi V., Palermo M., Gasparini G., Girelli V. A., Trombetti T. On the influence of the geometrical irregularities in the mechanical response of Wire-and-Arc Additively Manufactured planar elements. Journal of Constructional Steel Research. 2021. Вип. 178. С. 106490. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2020.106490>

УДК 621.791.76/79

Гущин К.В.
Зяхор І.В., канд. техн. наук
Завертанний М.С., канд. техн. наук
Самотрясов С.М.
Наконечний А.О.

Інститут електрозварювання ім. Є.О.Патона НАН України, м. Київ, zyakhor2@ukr.net

ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНОЇ ПРОМІЖНОЇ ВСТАВКИ НА ЕТАПІ НАГРІВАННЯ ОПОРОМ ПРИ КОНТАКТНОМУ СТИКОВОМУ ЗВАРЮВАННІ ДЕТАЛЕЙ З АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ

Контактне стикове зварювання (КСЗ) оплавленням є ефективною технологією одержання нероз'ємних з'єднань при виготовленні силових елементів літальних апаратів із алюмінієвих сплавів. Цей спосіб зварювання забезпечує високу стабільну якість з'єднань, об'єднує в єдиному циклі складальні та зварювальні операції та не вимагає застосування допоміжних витратних матеріалів [1-4].

При зварюванні заготовок алюмінієвих сплавів товщиною до 10...12 мм технологія КСЗ забезпечує високі показники міцності та якісне (бездефектне) з'єднання при незначній ширині зони термічного впливу (ЗТВ) [5]. При КСЗ профілів більшої товщини необхідно здійснювати попередній підігрів заготовок опором за рахунок пропускання електричного струму високої щільності з подальшим переходом до етапу оплавлення. При КСЗ термічно зміцнених алюмінієвих сплавів, застосування попереднього підігріву призводить до збільшення ширини ЗТВ та втрати міцності металу в цій зоні.

Підвищення ефективності попереднього підігріву опором, зменшення його тривалості та втрати енергії на нагрівання зварювального контуру є актуальною проблемою, вирішення якої забезпечить суттєву економію енергії та підвищення механічних властивостей зварних з'єднань виробів із термічнозміцнених алюмінієвих сплавів.

Мета роботи – встановити можливість підвищення ефективності попереднього підігріву опором при КСЗ алюмінієвих сплавів за рахунок інтенсифікації та локалізації процесу тепловиділення в зоні контакту заготовок.

Запропоновано технологічну концепцію КСЗ оплавленням з попереднім підігрівом опором з використанням комбінованої проміжної вставки із шарів матеріалів з високим електричним опором та високою теплопровідністю, що забезпечує концентрацію виділення тепла в стику між деталями та його рівномірний розподіл по перетину.

Дослідження процесу нагрівання проводили з використанням машини для стикового зварювання типу K607. Діапазон зміни щільності струму складав 7,5...15 А/мм², а часу нагрівання 40...60 с. Використовувались заготовки із алюмінієвого сплаву 1201 товщиною 30 мм. Комбінована вставка виготовлялась шляхом наплавлення шарів міді товщиною 3 мм з двох сторін пластини із сталі 12X18H10T товщиною 6 мм. Дослідження температурних полів здійснювались за допомогою комп'ютеризованої системи реєстрації температури на базі 8-канального USB-модулю для термопар Advantech USB-4718 з використанням термопар хромель-алюмель $\varnothing 0,5$ мм.

Результати експериментів свідчать про значний ефект використання комбінованої вставки при нагріванні опором – суттєво підвищується градієнт температурного поля в заготовках при всіх значеннях щільності струму і часу нагрівання, які досліджувались.

Вказаний ефект досягається за рахунок інтенсифікації та локалізації процесу тепловиділення в зоні контакту деталей і відповідного зменшення втрати енергії на нагрівання вторинного контуру зварювальної машини.

Встановлено суттєве зростання градієнту температурного поля в деталях при нагріванні через комбіновану вставку: температура в зоні контакту, при тривалості нагрівання 40 с та зміні щільності струму від 7,5 до 15 А/мм², складала T=125...420°C, у порівнянні з T=80...270°C при нагріванні без вставки. Зокрема, при щільності струму J=10 А/мм² за рахунок використання комбінованої вставки температура в зоні контакту зростає зі 102°C до 240°C (рис.1). Вказаний результат важливий з точки зору стабільності наступних етапів оплавлення при КСЗ і з практичної точки зору дає можливість гарантувати відсутність дефектів зварювання при суттєво меншій потужності джерела живлення зварювальної машини та прогнозувати вищі показники міцності зварних з'єднань.

Встановлено, що в досліджуваному діапазоні щільності струму, зовнішні мідні прошарки перерозподіляють температурне поле в площині комбінованої вставки, мінімізуючи градієнт температури по товщині заготовок при односторонньому (нерівномірному) струмовідводі.

Результати досліджень підтверджують ефективність технологічної концепції КСЗ алюмінієвих сплавів з попереднім підігрівом опором з використанням багаторазової комбінованої вставки із матеріалів з високими омичним опором та теплопровідністю.

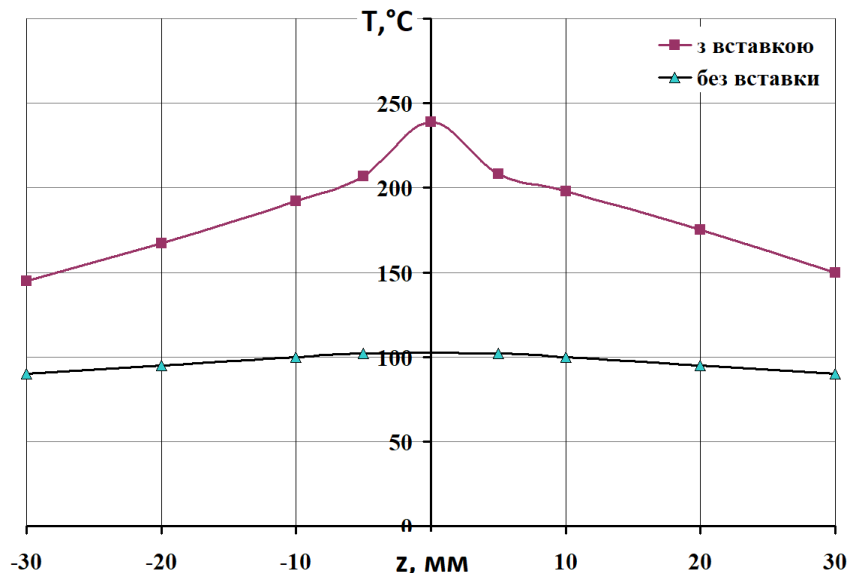


Рис. 1 – Температурні поля при нагріванні опором деталей товщиною 30 мм із сплаву 1201 при J=10 А/мм² з використанням комбінованої вставки та без неї

Список посилань

1. Кучук-Яценко, С.И. Особенности контактной стыковой сварки высокопрочного алюминиевого сплава 2219 [Текст] / С.И. Кучук-Яценко, П.Н. Четверо, Л.А. Семенов, С.М. Самотрясов, К.В.Гущин // Автоматическая сварка. – 2010. – № 3. – С. 9 – 12.
2. Гуреева, М.А. Алюминиевые сплавы в сварных конструкциях современных транспортных средств [Текст] / М.А. Гуреева, О.Е. Грушко // Машиностроение и инженерное образование. – 2009. – № 3. – С. 27 – 41.
3. Сетюков, О.А. Алюминиевый сплав 1201 в конструкции космического корабля «Буран». [Текст] / О.А. Сетюков // Авиационные материалы и технологии. – 2013. – № 1. – С. 15 – 18.
4. Лобанов, Л.М. Наука про матеріали: досягнення та перспективи. У 2-х т. Т.2 [Текст] / Л.М. Лобанов, С.И. Кучук-Яценко, К.В. Гущин – Київ: Академперіодика, 2018. – 395 с.
5. Vukolov, P.Yu. Resistance flash butt welding of pressed profiles of 1545KM alloy (Al–Mg–Sc) [Текст] / P.Yu. Vukolov, K.I. Epifanov, L.A. Boyarinova, T.V. Turkina, G.A. Menshikov // Welding International. – 2017. – Т 31. – № 12. – С. 969 – 973. DOI:10.1080/09507116.2017.1369057.