

**Новомлинець Олег Олександрович**, канд. техн. наук, доцент  
**Олексієнко Сергій Владиславович**, канд. техн. наук, доцент  
**Ющенко Світлана Михайлівна**, аспірант  
Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

## **СПОСОБИ ЗВАРЮВАННЯ ТИСКОМ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ З ОБМЕЖЕННЯМ РІВНЯ ДЕФОРМАЦІЇ**

Сучасна промисловість потребує використання конструкційних матеріалів з високими показниками міцності та пластичності, значною тепло- та електропровідністю, легкістю та корозійною стійкістю. З цієї точки зору найбільший інтерес представляють алюміній та сплави на його основі, що широко застосовуються у багатьох галузях промисловості. З інтенсивним розвитком автомобільного транспорту особливо актуальним постає питання виробництва алюмінієвих корпусних конструкцій, які внаслідок своєї складності виготовляються з окремих деталей зварюванням (блоки циліндрів двигунів внутрішнього згорання, камери змішування). При цьому необхідно забезпечити міцність та прецизійність зварних з'єднань.

Як відомо, основною перешкодою для утворення прецизійних з'єднань з алюмінію та погіршення їх механічних характеристик є тугоплавка оксидна плівка, видалення якої безпосередньо перед процесом з'єднання не забезпечує утворення якісного фізичного контакту.

Зварювання плавленням, що потребує використання високих температур, внаслідок високої рідкотекучості алюмінію, не забезпечує утворення міцних та працездатних зварних з'єднань [1]. З метою забезпечення вимог міцності та прецизійності широко використовуються різноманітні способи зварювання тиском, що характеризуються більш низькими температурами та прикладенням досить високих тисків до деталей, що зварюються [2].

Виходячи з того, що задля забезпечення мінімальної відносної деформації виробів зварювання тиском потребує незначних питомих зусиль, запропоновано спосіб дифузійного з'єднання алюмінієвих сплавів в електростатичному полі через проміжний евтектичний прошарок, що поєднує у собі переваги дифузійного зварювання у вакуумі та паяння [3,4].

Даний спосіб передбачає утворення фізичного контакту поверхонь за рахунок змочування їх рідкою евтектикою системи Al-Si, що виникає при введенні у контакт суміші складу  $\text{Na}_2\text{SiO}_3\text{-HCl-Mg}$ . При цьому у зоні з'єднання відбувається процес контактено-реактивного плавлення, у результаті якого утворюється збагачена алюмінієм евтектична суміш Al-Si, яка обумовлює диспергування оксидної плівки та видалення її із зони з'єднання [3,4].

Прискорення процесу контактеного плавлення та тривалості видалення оксидної плівки і, відповідно, зменшення часу дії стискаючих зусиль досягається за рахунок прикладення постійного електричного струму до деталей, що з'єднуються [5], тим самим забезпечуючи прецизійність виробів.

Експериментальним шляхом встановлено, що деформація, визначена на прикладі виготовлення виробів із алюмінію АД00 та сплаву АМг5, зварених у вакуумі з глибиною розрідження  $1,33 \cdot 10^{-2}$  Па при температурі 853 К, питомому тиску 0,1 МПа, густині струму  $0,2 \text{ А/мм}^2$  та часі зварювання 900 с, становить 3% по висоті зразків, а міцність одержаних з'єднань при випробуванні на зріз становить 82% та 90% від міцності основного металу відповідно [3,4].

На відміну від описаного способу, підвищення продуктивності виготовлення зазначених виробів можливе при використанні електростатичного стикового

зварювання, яке може бути здійснене в атмосфері повітря. Однак внаслідок високої теплопровідності алюмінієвих сплавів та утворення на торцях оксидної плівки при електроконтактному стиковому зварюванні необхідне застосування значної кінцевої швидкості оплавлення, великого зусилля осадки та великої швидкості осадки, і, як наслідок, більших установочних довжин деталей [6]. При цьому існує необхідність використання спеціальної оснастки, яка дозволяє уникнути розшарувань та отримати безпористі зварні з'єднання. Це у сукупності робить неможливим отримання прецизійних виробів, особливо зі складною формою поперечного перерізу, і вимагає використання вартісного потужного обладнання. Вказані особливості визначають необхідність використання додаткових засобів підвищення контактного опору між деталями, що дозволить у комплексі отримати концентроване тепловиділення в стикі між деталями та уможливить одержання прецизійних виробів. Одним із таких засобів ми пропонуємо використання тонкого проміжного прошарку з алюмінію між деталями, що зварюються.

Перші спроби у даному напрямку були виконані на прикладі точкового електроконтактного зварювання алюмінієвих сплавів через багатошаровий проміжний прошарок з алюмінієвої фольги [7]. Експерименти показали утворення досить якісних зварних з'єднань з алюмінію марок АД00 та АМц з рівнем деформації основного матеріалу 2-3% від товщини деталі та міцністю при випробуванні на зріз 95% від міцності основного матеріалу. Це підтверджує необхідність проведення подальших досліджень у напрямку електроконтактного стикового зварювання алюмінію та його сплавів через багатошаровий проміжний алюмінієвий прошарок.

Таким чином, дифузійне зварювання у вакуумі через рідкий евтектичний прошарок та електроконтактне зварювання через багатошаровий алюмінієвий прошарок є перспективними способами одержання міцних та прецизійних з'єднань з алюмінію та його сплавів. Удосконалення вищезазначених технологій, зокрема, дозволить виготовляти складні за конфігурацією вузли та конструкції, отримувати з'єднання у малодоступних місцях, а за рахунок використання менших температур та тисків при з'єднанні – здійснювати виготовлення виробів, окремі елементи яких володіють невисокою жорсткістю.

### Список використаних джерел

1. Никифоров Г.Д. *Металлургия сварки плавлением алюминиевых сплавов* / Г.Д. Никифоров. – М.: Машиностроение, 1972. – 264 с.
2. Квасницький В.В. *Спеціальні способи зварювання: Навчальний посібник* / В.В. Квасницький. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 437 с.
3. Олексієнко С.В. *Спосіб реактивно-флюсового паяння алюмінію* / С.В. Олексієнко, Р.А. Куликовський, В.О. Мартиненко, С.М. Ющенко // *Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні*. – Запоріжжя: ЗНТУ. – 2013. – № 2. – С.84-87.
4. Пат. 94095 UA, МПК51 В 23 К 20/14. *Спосіб прецизійного дифузійного з'єднання алюмінію та його сплавів* / Олексієнко С.В., Новомлинець О.О., Ющенко С.М.; заявник і власник Чернігівський національний технологічний університет. – № у 2014 05784; заявл. 29.05.2014; опубл. 27.10.2014, Бюл. №20.
5. Олексієнко С.В. *Вплив електропереносу на дифузійну кінетику в системі Al-Si-Al* / С.В. Олексієнко, Р.А. Куликовський, В.О. Мартиненко // *Вісник Чернігівського державного технологічного університету*. – Чернігів: ЧДТУ. – 2013. – №4. – С. 91-95.
6. Орлов Б.Д. *Технология и оборудование контактной сварки: Учебник для машиностроительных вузов* / Б.Д. Орлов, А.А. Чакалев, Ю.В. Дмитриев и др. – М: Машиностроение, 1986. – 352 с.
7. Новомлинець О.О. *Прецизійне електроконтактне точкове зварювання металевих матеріалів* / О.О. Новомлинець, С.В. Олексієнко, І.В. Завальна, Є.В. Половецький //

Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Чернігів: ЧДТУ. – 2014. – №2. – С. 104-111.