

і здешевлення технології отримання таких біметалу, забезпечує надійне з'єднання його пластин.

УДК 621.375.826:621

Романенко В.В., канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», romvvv@gmail.com

### ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА АЛЮМО-СТАЛЕВИХ БІМЕТАЛІВ ПРИ З'ЄДНАННІ ПЛАСТИН ПОТУЖНИМ ДЖЕРЕЛОМ ЕНЕРГІЇ

Біметали - це такі матеріали, що виготовлені при надійному з'єднанні двох металів, і поєднують можливості звичайних сталей (основи) з особливими властивостями матеріалу покриття (робочого шару). Біметали широко застосовуються в багатьох галузях промисловості. В останній час для отримання біметалів широко застосовується технологія з'єднання його пластин потужного джерела енергії. В якості такого джерела можливе використання енергії зварювальної дуги або іншого виду енергії, наприклад, лазерного випромінювання. В деяких галузях промисловості є необхідність в отриманні алюмо-сталевих біметалів, в яких параметри міцності сталі як основи поєднуються з експлуатаційними характеристиками робочого шару – алюмінію.

В запропонованому способі реалізації технології виробництва алюмо-сталевих біметалів для надійного зчеплення пластин біметалу енергією потужного джерела подають в зону з'єднання через технологічні отвори в пластині основи біметалу. Для цього в пластині сталевій основи 1 в потрібних місцях виконують наскрізні технологічні отвори 2 діаметром  $D$  (Рис.1).

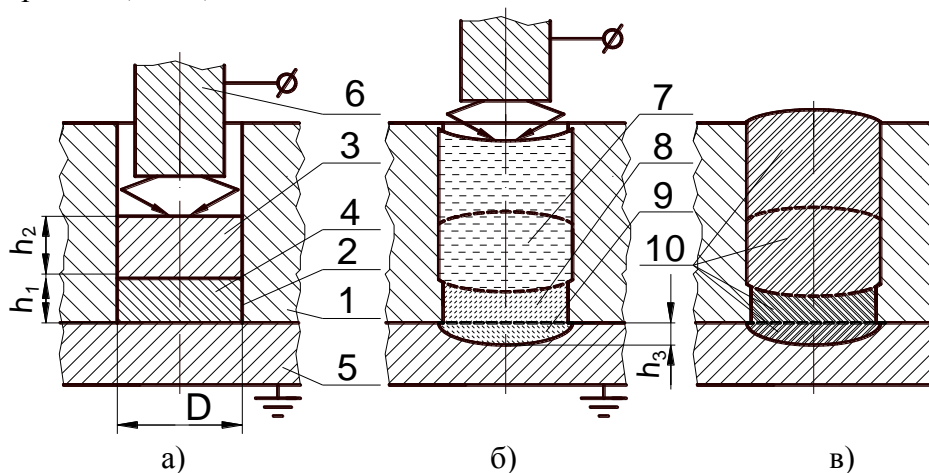


Рис. 1 – Запалення електричної дуги між вставленим в технологічний отвір електродом та сталюю заглишкою а), процес формування ванни рідкого металу в технологічному отворі б) та перетин багатокомпонентного зварного шва зчеплення пластин біметалу в)

При використанні в якості джерела енергії електродугового зварювання діаметр отвору 2 підбирають декілька більшим діаметра зварювального електрода так, щоб останній вільно заходив в цей отвір.

В технологічний отвір 2 пластини 1 (в рівень з внутрішньою її краєм) вставляють першу заглишку 3 із латуні чи бронзи. При цьому діаметр цієї заглишки повинен забезпечувати її входження в отвір 2 з деяким натягом, щоб вона міцно тримався в отворі. Над заглишкою 3 фіксують другу, сталю, заглишку 4 в контакт з першою.

Товщину сталевій заглишки 4 підбирають такою, щоб, при температурі на верхній її поверхні, рівній температурі в зоні дії потужного джерела енергії, наприклад, електричної

дуги (приблизно,  $T_{\text{дуг}} \approx 2500^{\circ}\text{C}$ ), температура на її нижній частині відповідала температурі плавлення  $T_{\text{пл.1}}$  її матеріалу (сталі) (приблизно,  $T_{\text{пл.1}} \approx 1500^{\circ}\text{C}$ ). Це забезпечить повне проплавлення цієї сталюї заглишки в процесі зварювання. Товщина заглишки 4  $h_1$  може бути розрахована, по формулі (1). Матеріал же заглишки 3 (наприклад, латунь чи бронза) вибирають з тих міркувань, що температура плавлення вибраного матеріалу  $T_{\text{пл.2}}$  (в даному випадку  $T_{\text{пл.2}} \approx 1000^{\circ}\text{C}$ ) була в діапазоні між температурою плавлення сталі ( $\approx 1500^{\circ}\text{C}$ ) та температурою плавлення робочої пластини біметалу із алюмінію ( $\approx 650^{\circ}\text{C}$ ). При цьому товщина заглишки 3  $h_2$  повинна забезпечувати повне її плавлення і може бути розрахована, по формулі (2):

$$h_1 = (D/4)(T_{\text{дуг}}/T_{\text{пл.1}} - T_{\text{пл.1}}/T_{\text{дуг}}); \quad (1)$$

$$h_2 = (D/4)(T_{\text{пл.1}}/T_{\text{пл.2}} - T_{\text{пл.2}}/T_{\text{пл.1}}). \quad (2)$$

В подальшому сталюу пластину основи 1 встановлюють на алюмінієву робочу пластину 5 біметалу, орієнтуючи її таким чином, щоб заглишка 3 виявилася зі сторони робочої пластини (рис. 1, а). Пластини 1 та 5 тимчасово скріплюють між собою використовуючи, наприклад, механічні затискачі.

Для здійснення зварювання електрод 6 встановлюють в черговий технологічний отвір 2 до контакту з заглишкою 4. Відбувається утворення електричного розряду між електродом 6 та заглишкою 4 (рис. 1, б). В результаті плавлення електрода 6 та заглишки 4 розігрітий до температури плавлення сталі ( $\approx 1500^{\circ}\text{C}$ ) рідкий метал розігріває (за рахунок механізму теплопровідності) розміщену нижче заглишку 3 з латуні чи бронзи, призводячи теж до її плавлення. В результаті за рахунок ливарного процесу створюються дві ванни 7 та 8 рідкого металу, в яких сталюа та латунна (чи бронзова) компоненти перемішуються між собою. Ванна 8 за рахунок теплопровідності частково підплавляє поверхню алюмінієвої робочої пластини 5, створюючи ванну розплаву 9, а ванна 7 – поверхню бокових сторін технологічного отвору 2. Глибина підплавлення  $h_3$  робочої пластини 5 може бути розрахована по формулі:

$$h_3 = (D/4)(T_{\text{пл.2}}/T_{\text{пл.3}} - T_{\text{пл.3}}/T_{\text{пл.2}}), \quad (3)$$

де  $T_{\text{пл.3}}$  - температура плавлення матеріалу алюмінієвої робочої пластини біметалу.

Розрахунки показують, що глибина проплавлення в алюмінієвій робочій пластині складає значення  $h_3 = 0,88 \dots 1,75$  мм, що забезпечує надійне зчеплення пластин біметалу.

Після заплавлення всього технологічного отвору 2 та затвердіння всіх складових рідкого металу 7, 8 та 9 отримуємо багатокомпонентний зварний шов 10, який надійно скріплює пластини біметалу 1 та 5 (рис. 1, в). Загальна ж кількість зварних швів 10 і забезпечить потрібний рівень міцності зчеплення пластин біметалу.

В кінці бажано поверхню зварних швів 10 прошліфувати урівень з сталююю поверхнею пластини основи 1.

В якості потужного джерела енергії можливе також використання іншого виду енергії, наприклад, лазерного випромінювання. Подача випромінювання в місце контакту пластин біметалу при цьому буде здійснюватися через технологічні отвори 2 в пластині основи 1 при концентруванні випромінювання на поверхні заглишки 4.

Таким чином, запропонований спосіб виготовлення алюмо-сталевих біметалів істотно розширює можливості свого застосування за рахунок спрощення і здешевлення технології отримання біметалу, забезпечує надійне з'єднання його пластин.