

УДК 621.791.03

В. Лебедєв, д.т.н. проф.

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ, Україна

## МЕХАНІЗОВАНЕ ЗВАРЮВАННЯ ТОНКОЛИСТОВИХ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНОЇ РОЗРОБКИ МЕХАНІЗМУ ПОДАЧІ

V. Lebedev, Dr, Prof

E.O. Paton Electric Welding Institute, Ukraine

### MECHANIZED WELDING OF THIN-SHEET ALUMINUM ALLOYS USING MODERN DEVELOPMENT FEEDING MECHANISM

**Abstract.** The article deals with the problem of obtaining a quality welded joint of metal structures from aluminum alloys using semiautomatic equipment. Preliminary analysis of two methods of welding MIG and TIG with the selection of the most effective of them. It is shown that the process with controllable impulse feed of the electrode wire is much more productive than the TIG process. It is proposed to apply a new process with a dosed supply of electrode wire, which provides mechanized welding without burns and significant buckling of structures.

Зварювання механізованим або автоматичним обладнанням алюмінію з імпульсними впливами від джерела зварювального струму відоме [1], і використовується з різними видами формуваннями імпульсів, що впливають на перенесення крапель електродного металу.

Зварювання алюмінію з імпульсною подачею електродного дроту менш відоме, але є позитивні результати, отримані при цілеспрямованому імпульсному русі дроту, зокрема кероване перенесення електродного металу, що дозволяє знизити мінімальну товщину зварюваних металоконструкцій, підвищити якість металу шва, тощо.

В даний час є комплекс розробок, з застосуванням електроприводів, на основі вентильних електродвигунів з комп'ютеризованим управлінням [2]. Це дозволяє отримати керований за всіма параметрами (частота, форма, амплітуда, шпаруватість, реверсування) імпульсний рух дроту з частотами до 50 ... 60 Гц. Застосування при зварюванні MIG нових типів механізмів подачі електродного дроту дозволяє істотно розширити технічні та технологічні можливості цього процесу.

Економічну ефективність зварювання MIG в порівнянні з TIG, тонколистових металоконструкцій, наприклад, коробчасті конструкції зі складною траєкторією зварювання, які можуть тиражуватися у значних обсягах. механізоване обладнання MIG зумовлює високу продуктивність та якість. Зазвичай при зварюванні тонколистових металоконструкцій зі сплавів алюмінію (мінімальні товщини близько 1,0 мм і менше) використовують TIG зварювання, але з-за нижчої продуктивності необхідний пошук нових більш продуктивних сучасних процесів MIG зварювання. Має значення та необхідність більш ретельної підготовки поверхонь, що зварюються при TIG зварюванні.

Теплова потужність TIG і MIG процесів може бути визначена приблизно у вигляді

$$Q_{\text{e}} = 0,24U_{\text{d}}I_{\text{d}}\eta, \quad (1)$$

де  $Q_{\text{e}}$  - ефективна теплова потужність;  $U_{\text{d}}, I_{\text{d}}$  - падіння напруги на дузі та струм процесу відповідно;  $\eta$  - ефективний ККД процесу нагрівання металу зварювальною дугою.

Для будь-якого дугового процесу ефективність теплового ефекту залежатиме від характеристик  $U_{\delta}, I_{\delta}$ , але для кожного з них відрізняється величиною  $\eta$  [2].

Для TIG процесу

$$\eta_{TIG} = 0,05(2,59 - 0,919 \lg I_{\delta})(1,04 - 0,012 h_{\delta}), \quad (2)$$

де  $\eta_{TIG}$  визначено у відсотках, -  $h_{\delta}$  величина заглиблення вольфрамового електрода в насадку, мм.

Для MIG процесу

$$\eta_{MIG} = \frac{1}{U_{\delta}} (U_a + U_k + \frac{\pi r_{\delta}^2}{I_{\delta}} v_{\delta} c_p T_{\delta} + L_{\delta} \text{grad} U_{\delta} \frac{r_{\delta}^2}{2r_{\delta}^2 + L_{\delta}^2}), \quad (3)$$

де  $U_a, U_k$  - анодне і катодне падіння напруги відповідно;  $r_{\delta}$  і  $v_{\delta}$  - радіус і швидкість подачі електрода відповідно;  $c_p$  - питома теплоємність і  $T_{\delta}$  - температура підігріву вильоту відповідно;  $L_{\delta}$  - довжина зварювальної дуги;

Табл. 1. Порівняння для розрахунків та експерименту

Для експериментального визначення кількості енергії, яка нагрівала зразок при обох видах зварювання, було застосовано спосіб сухого калориметрування. виконувалася низка наплавлень на зразок з обчисленням середнього результату  $\eta_{TIG}$  і  $\eta_{MIG}$ .

ККД процесу	Розрахунок	Експеримент	Літературні джерела
$\eta_{TIG}$	42-44	-	30-48
$\eta_{MIG}$ конвенційна подача	76-78	66-72	65-80
$\eta_{MIG}$ імпульсна подача	-	70-80	-

Зварювання MIG проводили для двох варіантів подачі електрода - конвенційний та імпульсний з частотою 40 Гц, і шпаруватістю імпульсів 0,5. Використовували електродний дріт АМГ5 діаметром 1,0 мм. Наплавлення велося на пластини товщиною 2,0 мм.

Результати розрахунків і експериментів наведені для порівняння у табл.1

З табл.1 можна заключити, що обрані методики розрахунку ККД добре корелюються з даними експериментів; значення  $\eta_{TIG}$ ,  $\eta_{MIG}$  може досягати практично дворазового співвідношення.

Можна вважати що MIG більш продуктивне, а якість результату можна отримати використовуючи імпульсне подавання електродного дроту при застосуванні самих простих та дешевих джерел живлення дуги, зокрема це

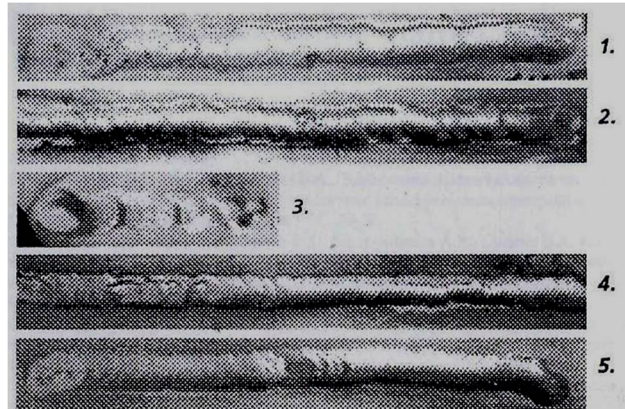


Рис.1. Фрагменти валиків на тонколистових металокопцюваннях: 1 – валик, отриманий при зварюванні з керованою імпульсною подачею електрода; 2, 4 (стиківий шов) 5 (автоматичний режим) – валики, отримані при дозованій подачі електрода; 3 – початок шва без застосування спеціального алгоритму, що забезпечує якісне початкове формування

стосується зварювання тонколистових металоконструкцій зі сплавів алюмінію.

Усе вищенаведене зумовило вибір способу зварювання тонколистових металоконструкцій зі сплавів алюмінію в вигляді MIG-процесу з системами імпульсної подачі електродного дроту на базі вентильного швидкодіючого електроприводу.

процес зварювання відбувався в аргоні напівавтоматом з такою системою подачі та електродним дротом АМГ5 діаметром 1,0 мм. При цьому можна отримати наплавлений валик або стикове з'єднання без пропалів з мінімальним викривленням металу товщиною  $\geq 1,2$  мм. Зварювання проводилося на режимі, що характеризується інтегральними значеннями  $\geq 28$  А 18 В. Результати наплавлення представлені на фрагменті 1 рис.1.

Перехід на менші товщини алюмінієвих металоконструкцій при механізованому зварюванні супроводжується пропалами, зокрема при мимовільних від зварника коливаннях держака.

Розроблений новий спосіб зварювання з дозованим подачею електродного дроту базується на такому ж вентильному комп'ютеризованому приводі [2], однак має суттєві відмінності від імпульсної керованої подачі, що полягають у введенні на комп'ютеризований електропривод зворотних зв'язків за параметрами зварювального процесу. Рівень дії зворотних зв'язків регулюється. Також регулюється швидкість в імпульсному русі електродного дроту. Все це дозволяє отримати добре керований процес переносу електродного металу з можливістю регулювання тепловкладень у виріб, що зварюється. При застосуванні зворотного зв'язку струму виявилось можливим знизити режим зварювання струмом до інтегрального значення 20...25 А. При цьому можна отримати різний характер перенесення (дозування) електродного металу, що можна бачити на осцилограмах рис.2. Осцилограми, крім цього, свідчать про високий ступінь стійкості (періодичності) зварювального процесу. Все це дозволяє здійснити зварювання - наплавлення електродним дротом діаметром 1,0 мм алюмінієвих металоконструкцій товщиною 0,9 мм без пропалів і суттєвого короблення. У процесі використовується максимально просте по конструкції, і, отже, дешеве джерело зварювального струму серійного виробництва.

#### Література.

1. Алёшин Н.П., Гладков Э.А., Бродягин В.Н., Кузнецов П.С., Копотева Е.Н., Шолохов М.А. Импульсные технологии управления каплепереносом при MIG/MAGсварке // Сварка и диагностика - 2014 -№3.

2. Лебедев В.А., Гулый М В. Быстродействующий вентильный электропривод для оборудования механизированной дуговой сварки //Мехатроника. Автоматизация, Управление. 2014. №6. С.47-51.

3. В. А. Лебедев, Г. В.Жук. Управления переносом электродного металла на основе импульсных алгоритмов функционирования систем с дозированием подачи электродной проволоки при механизированной дуговой сварке //Тяжелое машиностроение. 2017. №6. С.27-32.

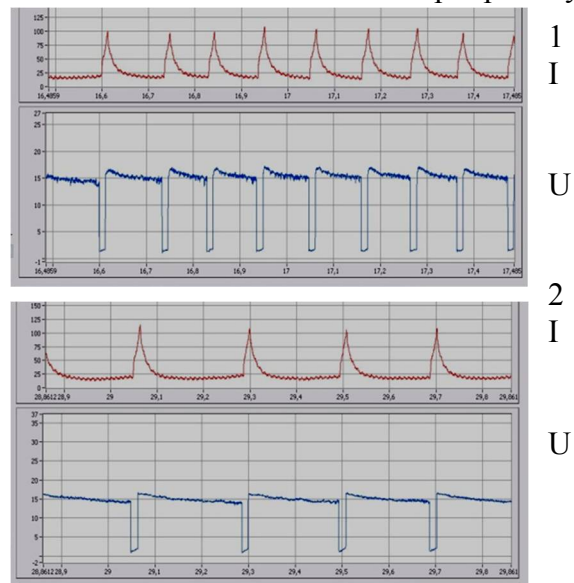


Рис.2. Осцилограми процесу механізованого зварювання конструкцій з тонколистового алюмінію з різними в рівнями (1, 2) включення зворотного зв'язку: I, U струм і напруга відповідно