

КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ ПЛАЗМЕННОЙ И ДУГОВОЙ СВАРКИ РАЗНОПОЛЯРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ ТОКА («ГИДРА-ПРОЦЕСС»)

Н. М. ВОРОПАЙ, д-р техн. наук, В. А. МИШЕНКОВ, инж. (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Разработан процесс однородной плазменной и дуговой сварки алюминиевых сплавов толщиной 10...30 мм, предусматривающий подачу импульсов тока (обратная полярность) на первый и третий по ходу сварки неплавящиеся (вольфрамовые) электроды, а в промежутках между ними — импульсов тока (прямая полярность) на средний плазмотрон. Приведены схема устройства для реализации процесса и его технологические возможности.

Ключевые слова: дуговая сварка, плазменная сварка, комбинированный способ, алюминиевые сплавы, проплавление металла, форма швов, свойства сварных соединений

Термин «гидра», впервые введенный в сварочную терминологию в 2001 г. [1–3], обозначает использование нескольких источников сварочного нагрева (плазма+дуга, лазер+дуга), образующих общую либо отдельные сварочные ванны. В работе [4] описан реализованный германской фирмой «Мюнхенгладбах» плазменно-дуговой процесс «гидра» с двумя и тремя горелками ТИГ и одним плазмотроном для высокоскоростной сварки продольных швов труб из нержавеющей стали толщиной 0,8...3,5 мм. Оригинальные конструкции моноблока горелок и плазмотрона, электромагнитная и газовая стабилизация горения дуг и микропроцессорные системы управления технологическим циклом позволили достичь скорости сварки до 800 м/ч при отличном качестве труб и бесперебойной работе оборудования.

Применительно к однопроходной сварке легких металлов и сплавов увеличенной толщины (10...30 мм) в ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины создан процесс сварки «гидра» (рис. 1) с двумя неплавящимися (вольфрамовыми) электродами 1, 3 и расположенным между ними плазмотроном 2. Процесс предусматривает подачу импульсов тока при об-

ратной полярности на вольфрамовые электроды, а в промежутках между ними — на плазмотрон импульсов тока при прямой полярности. Роль дуги первого вольфрамового электрода 1 сводится к катодной очистке от оксидов поверхности свариваемых кромок и присадочной проволоки, расплавлению присадочной проволоки и предварительному подогреву основного металла. Плазмотрон 2, питаемый относительно мощными импульсами тока при прямой полярности, обеспечивает глубокое проплавление свариваемого металла. Дуга электрода 3 служит для улучшения формирования швов, устранения краевых подрезов и получения плавных переходов от шва к основному металлу.

Для осуществления процесса сварки «гидра» разработан специализированный источник питания (рис. 2), содержащий два сварочных трансформатора 1 и 2, начало вторичных обмоток которых через диоды 3–6 подключено к электродам 7, 9 и плазмотрону 8, а концы вторичных обмоток через регулируемые активные сопротивления 10 и 11 и высокочастотный дроссель 12 — к изделию 13. В схеме источника предусмотрен стартовый возбудитель дуг 14, подключенный к каждому из электродов, и два блока 15, 16, служащих для поддержания стабильного горения дуг между электродами и изделием. После возбуждения обеих дуг стартовый возбудитель отключается и дальнейшее

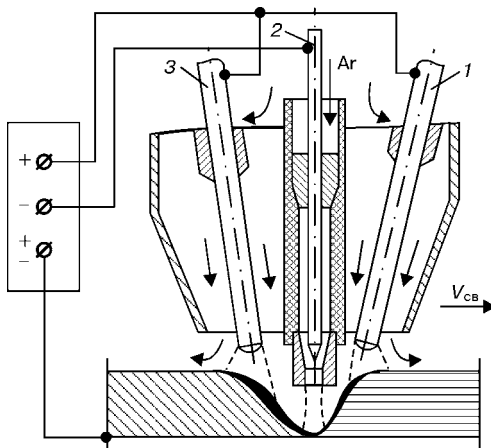


Рис. 1. Схема процесса плазменной и дуговой сварки «гидра» (обозначения поз. 1–3 приведены в тексте)

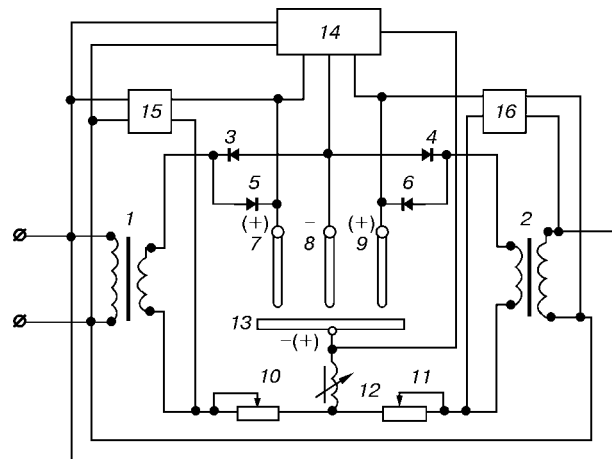


Рис. 2. Принципиальная схема устройства для плазменной и дуговой сварки (обозначения поз. 1–16 приведены в тексте)

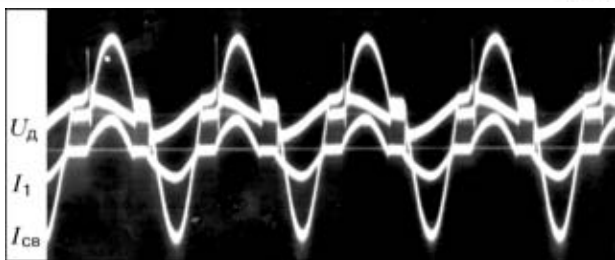


Рис. 3. Осциллограммы сварочного тока $I_{св}$, тока в первичной обмотке трансформатора I_1 и напряжения на дуговом промежутке U_d при $I_{пр}/I_{обр} = 2/1$

их повторное зажигание осуществляется в начале каждого положительного полупериода между электродами 7 и 9, а также изделием 13 с помощью блоков 15 и 16. Для защиты сварочных цепей от тока высокой частоты служит дроссель 12.

Описанный источник питания и моноблок горелок и плазмотрона обеспечивают стабильное протекание процесса сварки асимметричным разнополярным током практически без замагничивания вторичных обмоток сварочных трансформаторов (рис. 3). Увеличение коэффициента асимметрии тока приводит к перераспределению мощности источников нагрева в анодной и катодной частях периода с повышением доли тепла, выделяющегося в основном металле, и снижением доли тепла, идущего на нагрев вольфрамового электрода [5].

Технологические испытания процесса сварки «гибра» производили при выполнении однопроходных швов стыковых соединений алюминий-магниевого сплава АМг6. Для металла толщиной 25 мм первый по ходу сварки вольфрамовый электрод диаметром 6 мм питали положительными относительно изделия импульсами тока ($I_{эф} = 150$ А). Такими же импульсами тока питали второй вольфрамовый электрод. В промежутках между ними на плазмотрон подавали импульсы тока при прямой полярности ($I_{эф} = 300$ А). Скорость сварки составляла 12 м/ч, диаметр присадочной проволоки — 3 мм, суммарный расход защитного и плазмообразующего газа (аргона) — 30 л/мин. Макрошлифы полученных сварных соединений характеризуются благоприятной формой швов (рис. 4). При этом ширина швов соизмерима с толщиной свариваемого металла. Механические свойства металла сварных соединений находятся на уровне свойств основного металла в отожженном состоянии. Процесс плазменной и дуговой сварки «гибра» после дополнительных испытаний может быть рекомендован для изготовления корпусов ракет, алюминиевых цистерн транспортного и химического машиностроения, крыльевых устройств

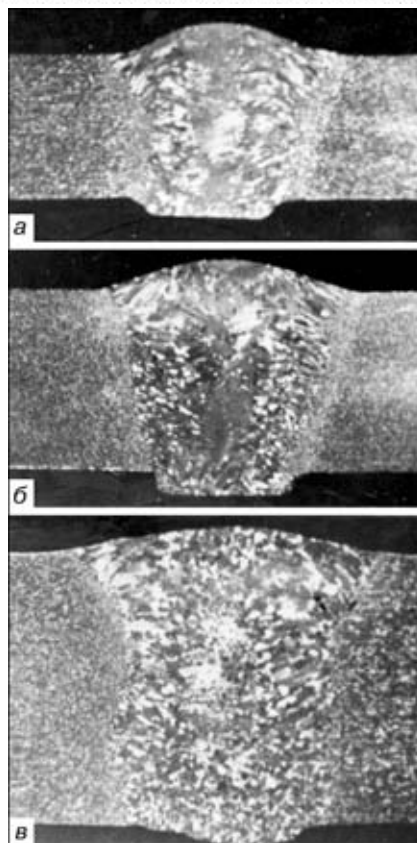


Рис. 4. Макрошлифы швов сплава АМг6 толщиной 10 (а), 14 (б) и 25 (в) мм

судов на воздушной подушке и других изделий из алюминиевых сплавов. Представляет практический интерес изучение технологических возможностей разработанного процесса для сварки углеродистых и легированных сталей, других цветных металлов и сплавов.

1. Wieschemann A. Entwicklung des Hybrid – und Hidraschweißverfahrens am Beispiel des Schiffbaus. – Aachen, 2001. – 160 S.
2. Dilthey V., Wieschemann A., Keller H. CO₂ – Laser – MSG – Hybrid und – Hidra – Schweißen // Innovative Fügeprozesse für den Schiffbau, Laser Opto. – 2001. – 33, № 2. – S. 56–63.
3. Dilthey V., Keller H. Einsatz der Hybrid – und Hidra-Schweißverfahren zur Wirtschaftlichkeits – steigerung im Schiffbau // Schweißen und Schneiden 2001: Vorträge der gleichnamigen Großen Schweißtechnischen Tagung (Essen, 11–13 Sept., 2001). – Düsseldorf: DVS, 2001. – S. 56–62.
4. Czuyack A. Stand und Entwicklungstendenzen bei der Herstellung längsnahtgeschweiseter Qualitäten – Edelstahlrohre // Ibid. – S. 112–116.
5. Рабкин Д. М., Воронай Н. М., Мищенко В. А. Энергетические характеристики процесса сварки на асимметричном разнополярном токе // Автомат. сварка. – 1978. – № 4. – С. 5–10.

The process of plasma-arc welding of aluminium alloys 10...30 mm thick has been developed. The process provides for feeding the reverse-polarity current pulses to the first and third tungsten electrodes as welding progresses and, in the intervals between them, feeding the direct-polarity current pulses to the central plasmatron. Schematic of the device for implementation of the process is shown and its technological capabilities are described.

Поступила в редакцию 17.10.2002,
в окончательном варианте 28.10.2002