

УДК 621.791.754'29

Гринюк А. А.^{1,3}, Коржик В. Н.^{1,2}, Бабич А. А.¹, Ткачук В. И.¹

¹Институт электросварки имени Е. О. Патона НАН Украины. Украина, г. Киев

²Гуандунский Институт сварки (Китайско-украинский Институт сварки имени Е. О. Патона), КНР

³Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского». Украина, г. Киев

ГИБРИДНАЯ ПЛАЗМЕННАЯ СВАРКА ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ И ПЛАЗМАТРОН ДЛЯ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ

Проанализированы основные этапы создания оборудования и разработки технологии гибридной плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом алюминиевых сплавов. В статье представлены преимущества процесса гибридной плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом с коаксиальной подачей проволоки по сравнению с традиционной сваркой плавящимся электродом в среде инертных

газов. Показано, что дополнительное обжатие дуги плавящегося электрода столбом плазмы, который генерируется при помощи кольцевого неплавящегося анода, позволяет повысить проплавливающую способность двух дуг, уменьшить разбрызгивание металла и уменьшить ширину шва по сравнению с традиционными процессами сварки неплавящимся и плавящимся электродами.

Показаны основные конструкторские решения при разработке горелок для гибридной плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом – т.е. переход от бокового расположения анода плазменной части гибридной горелки к кольцевому полному аноду. Использование полого кольцевого анода упрощает конструкцию гибридной горелки для плазменно-дуговой сварки плавящимся электродом и повышает однородность охвата дуги плавящегося электрода сжатой дугой неплавящегося электрода.

Ключевые слова: гибридная плазменно-дуговая сварка; плавящийся электрод; коаксиальная подача электродной проволоки; сжатая дуга; кольцевой полый анод; плазмотрон; алюминиевые сплавы

Внедрение новых конструкционных материалов, новые требования к сварным конструкциям по прочности и сохранению формы, желание снизить себестоимость выполнения сварочных работ делают затребованными технологии скоростной сварки. Одной из наиболее перспективных технологий скоростной сварки является гибридная плазменная сварка плавящимся электродом. Особенностью данной технологии является то, что дуга плавящегося электрода горит внутри сжатой дуги неплавящегося электрода (рис. 1)

Такое совместное горение в одну сварочную ванну способствует уменьшению разбрызгивания, повышению скорости сварки, уменьшению ширины шва, а также уменьшает вес сварной конструкции за счет уменьшения количества электродной проволоки, необходимой для формирования шва при гибридной плазменной сварке плавящимся электродом.

Поперечные шлифы сварных соединений из листов толщиной 5,0 мм из алюминиево-магниевого сплава 1561 представлены на рис. 2.

Тем не менее на данный момент нет серийно выпускаемого оборудования для реализации процесса гибридной плазменной сварки плавящимся электродом с аксиальной подачей электродной проволоки. Существуют опытные образцы как сварочных установок так гибридной горелки для плазменной сварки плавящимся электродом (рис. 3). Работы в данном направлении проводят в фирме ТВ1 (Германия) и АМТ (Германия).

Установка Hybrid 8000 MR (АМТ) обеспечивает одновременное генерирование постоянного тока при обратной полярности для сжатой дуги неплавящегося электрода и для дуги плавящегося электрода. Регулировка величины сварочного тока для каждой из дуг выполняется индивидуально в диапазоне от 15 до 400 А. Также данную установку

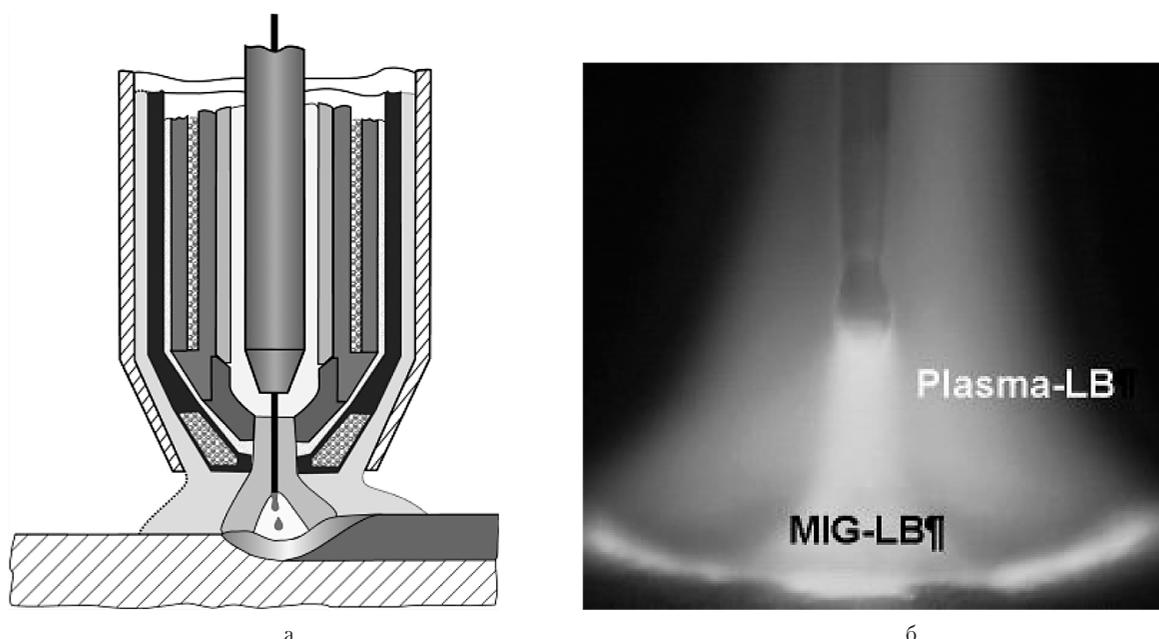


Рис. 1. Схема процесса (а) и фото сжатой дуги и дуги плавящегося электрода (б) гибридной плазменной сварки плавящимся электродом

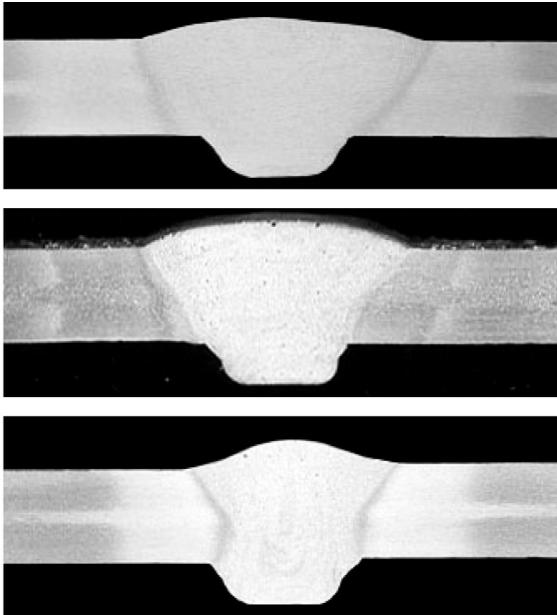


Рис. 2. Поперечные шлифы сварных соединений листов толщиной 5,0 мм из сплава 1561, полученные аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом при скорости сварки 20 см/мин (а), сваркой плавящимся электродом в среде аргона при скорости сварки 60 см/мин (б) и гибридной плазменной сваркой плавящимся электродом при скорости сварки 60 см/мин (в)

можно использовать как обычный источник питания для сварки плавящимся электродом. Сжатая дуга неплавящегося электрода при использовании данной установки возбуждается без помощи дежурной дуги. Использование данной установки для плазменной сварки постоянным током неплавящимся электродом несколько затруднено, так как не предусмотрено наличие дежурной дуги и осциллятора для ее поджига.

В рамках сотрудничества с Гуандунским институтом сварки (КНР) в ИЭС им. Е.О. Патона с привлечением научного потенциала сотрудников Кафедры сварочного производства НТУУ «КПИ» были разработаны универсальный комплекс плазменной сварки (рис. 3) и плазматроны для сварки неплавящимся электродом и гибридной плазменной сварки плавящимся электродом.

Производитель оборудования – ТОВ «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР «ПЛАЗЕР», Украина. Данный комплекс оборудования позволяет реализовать широкий спектр плазменных и дуговых процессов: выполнять плазменно-дуговую сварку с присадочной проволокой постоянным током при прямой и обратной полярностях и разнополярным асимметричным током, гибридную плазменно-дуговую сварку плавящимся электродом кольцевым анодом плазматрона и с аксиальной подачей электродной проволоки, комбинированную сварку сжатой дугой и плавящимся электродом, сварку в режиме “мягкая плазма” (Soft Plasma



Рис. 3. Универсальный комплекс оборудования для плазменной сварки неплавящимся и плавящимся электродами

Arc Welding), автоматическую сварку плавящимся и неплавящимся электродом.

Для реализации такого набора технологических возможностей данное оборудование выполнено в блочно-модульном исполнении.

Кроме того, в функциях данного оборудования заложена возможность работы в сочетании со сварочным роботом на замену сварочному манипулятору. Для этого в системе управления установкой и в источниках электропитания предусмотрен интерфейс для подключения к роботу с протоколами связи, применяемыми для основных типов передовых сварочных роботов.

Данный комплекс оборудования комплекс оборудования PLAZER PW-HYBRID TC позволяет выполнять швы в нижнем положении, вертикальные и горизонтальные швы на вертикальной и наклонной плоскостях.

Особое внимание при создании комплекса оборудования для плазменной сварки неплавящимся и плавящимся электродами обращалось на разработку горелки для гибридной плазменной сварки плавящимся электродом.

При разработке конструкции горелки для гибридной плазменной сварки плавящимся электродом широко применялись компьютерное моделирование, что позволило сократить время и материальные ресурсы при разработке опытно-промышленного образца.

Особенностью конструкции горелки производства ООО «НПЦ «Плазер» - наличие кольцевого анода плазменной части, широкое внедрение изоляторов из термостойкой керамики, которая легко поддается механической обработке.

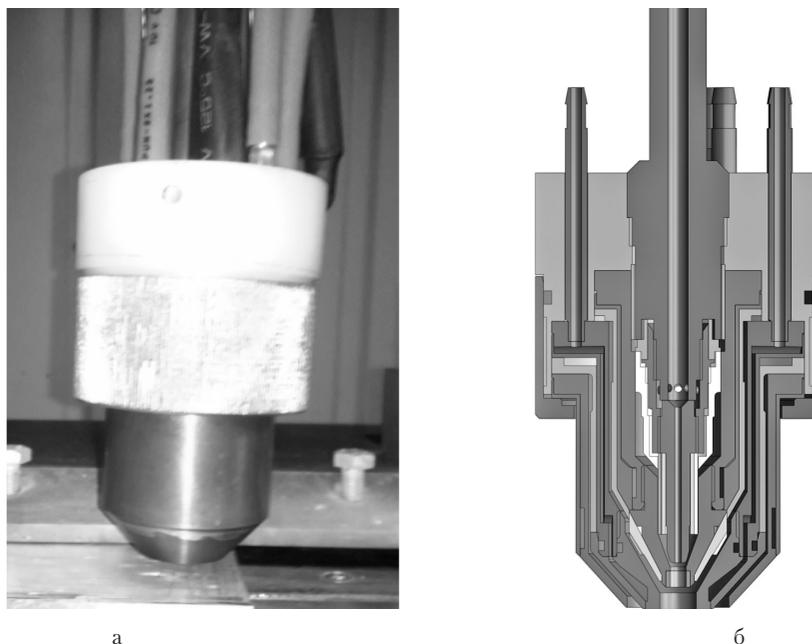


Рис. 4. Внешний вид (а) и поперечный разрез (б) компьютерной модели горелки для гибридной плазменной сварки плавящимся электродом

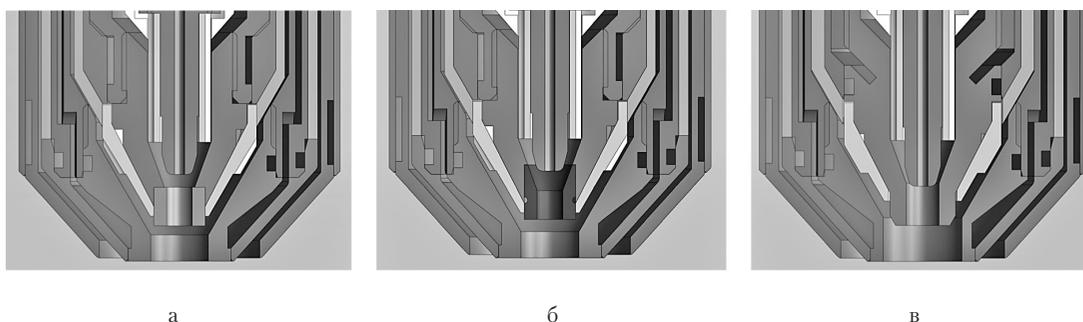


Рис. 5. Варианты кольцевого анода с вольфрамовой вставкой (а), с графитовой вставкой (б) и цельно медный анод (в) с усиленным охлаждением

Наиболее слабым местом в горелках для гибридной плазменной сварки плавящимся электродом разных производителей является анод плазменной части. Анод подвергается интенсивным тепловым нагрузкам и задача по повышению стойкости данного узла состоит в выборе материала для анода и обеспечения его интенсивного охлаждения.

Сотрудниками ИЭС им. Е.О. Патона совместно с сотрудниками Кафедры сварочного производства НТУУ «КПИ» предложены три вида кольцевого анода (рис. 5).

Так анод с графитовой вставкой можно эффективно использовать для сварки материалов, не чувствительных к науглераживанию (алюминиевые сплавы), для сварки низкоуглеродистых сталей рекомендуется применять сплошной медный анод.

Разработанный комплекс сварочного оборудования, включая плазматрон для сварки плавящим-

ся электродом, является самодостаточным инструментом для исследования процессов плазменной сварки, включая гибридную плазменную сварку плавящимся электродом, разной гаммы металлов и их сплавов.

Примечание: Работа выполнялась при поддержке Программы иностранных экспертов КНР №.WQ20124400119 (Chinese Program of Foreign Experts No.WQ20124400119), Программы инновационной группы провинции Гуандун, КНР № 201101C0104901263 (Guangdong Innovative Research Team Program No.201101C0104901263, China), проекта Гуандунской ключевой лаборатории современной технологии сварки № 2012A061400011, КНР (Project of Guangdong Provincial Key Laboratory No. 2012A061400011, China).

Grynyuk A. A.^{1,3}, Korzhyk V. N.^{1, 2}, Babych A. A.¹, Tkachuk. V. I.¹

¹ E. O. Paton Electric Welding Institute of the National Academy of Science of Ukraine. Ukraine, Kiev

² Guangdong Welding Institute (China-Ukraine E. O. Paton Institute of Welding), China

³ National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute». Ukraine, Kiev

EQUIPMENT FOR HYBRID PLASMA-GMA WELDING

Analyzes the main stages of creation of equipment and development of hybrid technology of plasma-arc consumable electrode welding of aluminum alloys. The article presents the advantages of a hybrid process of plasma-arc consumable electrode welding with coaxial wire feed, compared with traditional welding consumable electrode in inert gases. It is shown that the additional compression of the consumable electrode arc column plasma, which is generated using a ring with a consumable anode, can improve the ability problems you two arcs, reduce spatter and to reduce the width of the seam compared to traditional welding processes non-consumable and consumable electrodes.

Shows the main design considerations in the development of burners for hybrid plasma-arc consumable electrode welding – i.e., the transition from the lateral location of the anode part of a hybrid plasma torch to the ring hollow anode. The use of a hollow annular anode simplifies the design of the hybrid burner for plasma-arc welding consumable electrode and improves the uniformity of coverage of the arc with consumable electrode short arc non-consumable electrode.

Keywords: hybrid plasma arc welding; consumable electrode; coaxial feed electrode wire; constricted arc; annular hollow anode; plasma torch; aluminum alloys.