



## УСТРОЙСТВА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ШВА ПРИ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ СВАРКЕ

Е. Н. ЕРЕМИН, д-р техн. наук (Омский гос. техн. ун-т, РФ)

Описаны новые технологические приемы, оборудование и оснастка, с помощью которых исключается образование дефектов в швах, выполненных электрошлаковой сваркой. Для качественного формирования шва в начале процесса используют устройство для сигнализации оплавления свариваемых кромок, обеспечивающее переход от стадии наведения шлаковой ванны собственно к процессу сварки. Для устранения усадочной раковины применено устройство для контроля за уровнем металлической ванны, обеспечивающее качественное формирование шва на заключительном этапе ЭШС.

*Ключевые слова:* электрошлаковая сварка, формирование шва, устройства для сигнализации

В ракетной и авиационной технике широко применяется однопроходная сварка конструкций значительной толщины из жаропрочных сталей и сплавов. Способ электрошлаковой сварки (ЭШС), отличающийся широкими металлургическими и технологическими возможностями, является весьма перспективным при изготовлении указанных изделий, поскольку в качестве электрода можно использовать стержневые прутки соответствующего проката, а также высокофторидные флюсы, которые уменьшают угар активных элементов, ответственных за жаропрочные свойства сплавов.

Однако у сварных соединений, полученных способом ЭШС, имеют место специфические дефекты — несплавление кромок, образование подрезов в переходной зоне и усадочные раковины на участке в конце швов. В связи с этим необходимо существенно увеличить размеры входных карманов и выходных планок, что обуславливает наличие значительных прибылей в начале и конце шва. Такой технологический прием приводит к увеличению расхода металла и трудоемкости выполнения последующей механической обработки. Вслед-

ствие этого при изготовлении заготовок из труднообрабатываемых жаропрочных сплавов технологи часто отказываются от сварки в пользу различных способов горячего передела —ковки, штамповки, прессования, раскатки. Поэтому разработка оборудования и оснастки, с помощью которых указанные недостатки исключаются, является актуальной задачей.

С целью устранения отмеченных выше дефектов разработаны устройства, улучшающие качество формирования шва, выполненного ЭШС (рис. 1).

Для решения указанных проблем необходимо первоначально обеспечить качественное сплавление кромок в начале сварки. Для этого следует предварительно оплавить торцы заготовок, поскольку неоплавленные кромки не соединяются с металлом шва и кристаллизация последнего происходит как бы в металлической изложнице. На этой стадии ЭШС решающее значение приобретает определение момента перехода от процесса наведения шлаковой ванны к сварке. С этой целью разработано устройство для сигнализации оплавления свариваемых кромок. Оно состоит из формирующего водоохлаждаемого приспособления и блока сигнализации оплавления кромок шва (рис. 1). В нижней части передней накладке приспособления

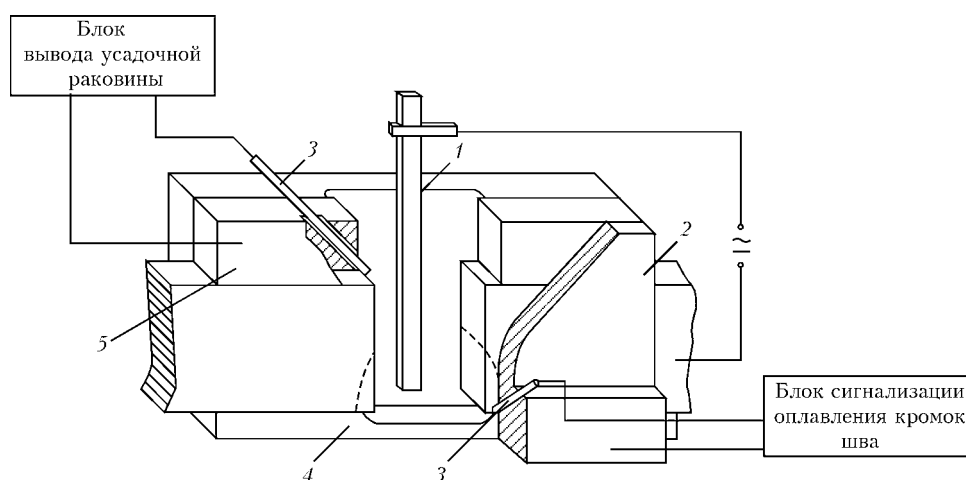


Рис. 1. Схема комплекса для ЭШС с устройствами для формирования шва: 1 — плавящийся электрод; 2 — передняя накладка формирующего водоохлаждающего приспособления; 3 — щуп; 4 — входной карман; 5 — выходная планка

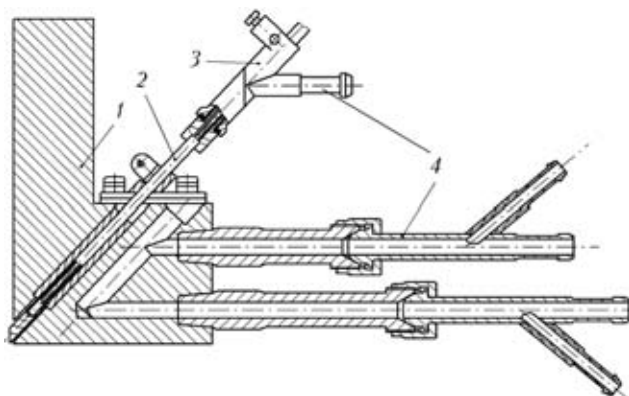


Рис. 2. Схема передней накладки с датчиком оплавления кромок: 1 — формирующая накладка; 2 — щуп; 3 — корпус щупа; 4 — система охлаждения

имеется отверстие, куда устанавливается водоохлаждаемый щуп с зажимом цапгового типа (рис. 2). В исходном положении щуп контактирует с кромкой стыка в месте ее первоначального оплавления. После расплавления кромки контакт щупа с изделием нарушается и в этот момент возникает резкий скачок потенциала от протекающего через шлак сварочного тока. Возникновение потенциала подтверждается с помощью снятия напряжения на щупе (осциллограммы). Этот потенциал и является контрольным сигналом о проваре свариваемых кромок в начальной стадии процесса сварки. Он со щупа поступает в блок сигнализации оплавления кромок шва и сообщает о переходе к процессу сварки. В устройстве применяется вольфрамовый щуп, который во избежание «примораживания» специальным механизмом втягивается во внутрь формирующей накладки приспособления.

Для обеспечения качественного формирования шва при ЭШС необходимо осуществлять контроль за уровнем металлической ванны. С этой целью создано устройство для вывода усадочной раковины с датчиком-сигнализатором, блок-схема которого представлена на рис. 3. В устройство входит вольфрамовый щуп, который погружается в шлаковую ванну. Конструктивное исполнение данного устройства аналогично описанному выше устройству для сигнализации оплавления свариваемых кромок. Оно состоит из охлаждаемой выходной планки с отверстием, в которое также вставлен щуп с зажимом цапгового типа. Для исключения образования шлакового гарнисажа на щупе процесс идет без охлаждения. Контрольным сигналом для срабатывания системы автоматики является изменение потенциала на участке щуп–металл от протекания через шлак сварочного тока. С помощью осциллографа определено, что потенциал изменяется в зависимости от расстояния от щупа до расплавленного металла. Входное сопротивление контролирующего органа на порядок выше, чем у шлакового гарнисажа, что обеспечивает надежную работу устройства в случае зашлаковки.

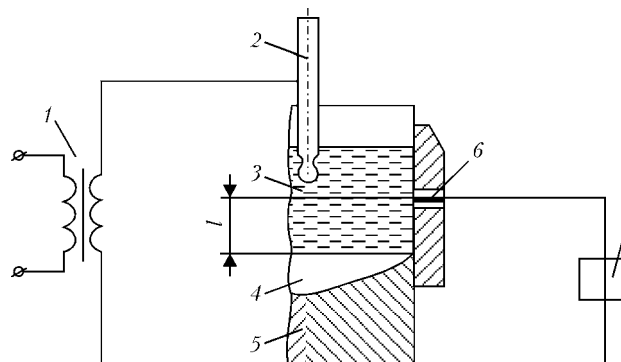


Рис. 3. Блок-схема устройства для вывода усадочной раковины: 1 — сварочный трансформатор; 2 — плавающий электрод; 3, 4 — соответственно шлаковая и металлическая ванна; 5 — шов; 6 — щуп; 7 — контролирующий орган

Данное устройство позволяет контролировать уровень расплавленного металла, не допуская касания щупом последнего. После получения контрольного сигнала система автоматики сварочного аппарата начинает постепенно поднимать электрод из шлаковой ванны, обеспечивая тем самым вывод усадочной раковины.

Производственные испытания показали, что применение ЭШС при изготовлении заготовок ответственного назначения из жаропрочных никелевых сплавов с помощью описанных выше устройств обеспечивает качественное формирование швов и снижение размеров прибыльной части до 1,5... 2,0 мм, что значительно повышает коэффициент использования дорогостоящих сплавов и уменьшает трудоемкость изготовления изделий из труднообрабатываемых материалов.

## Выводы

1. Во избежание несплавления кромок и образования непроваров в переходной зоне на начальной стадии ЭШС предлагается использовать вольфрамовый щуп, который контактирует с кромкой стыка и в момент ее оплавления регистрирует возникновение потенциала от протекания через шлак сварочного тока. Этот потенциал является контрольным сигналом о проваре свариваемых кромок и обеспечивает переход от процесса наведения шлаковой ванны к сварке.

2. Вольфрамовый щуп, погруженный в шлаковую ванну, используется для регистрации потенциала на его вылете. Благодаря этому появляется возможность контролировать уровень металлической ванны без касания ее щупом, что позволяет осуществить своевременный подъем электрода из шлаковой ванны, обеспечив тем самым вывод усадочной раковины.

3. Рассмотренные устройства, повышающие качество формирования шва при ЭШС, целесообразно использовать при производстве изделий ракетной и авиационной техники.



New techniques, as well as equipment and fixtures are described, which are used to prevent defect formation in welds made by electroslag welding. To achieve a sound weld formation, a device signaling the surface-melting of the edges being welded is used at the start of the welding process, this ensuring transition from the stage of inducing a slag pool to the welding process proper. A device controlling the metal pool level is used to eliminate the shrinkage cavity, thus providing a sound weld formation at the final stage.

Поступила в редакцию 08.02.2005

УДК 621.791.75:621.311.6

## МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК СВАРОЧНОГО ТОКА

**В. А. ЛЕБЕДЕВ**, канд. техн. наук (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины),  
**Н. И. ПОСТОЛАТИЙ, А. В. МОТРИЙ**, инженеры (КЗЭСО)

Описан разработанный и выпускаемый на КЗЭСО многофункциональный источник для сварочного тока применения в различных процессах сварки, наплавки, резки, в том числе с использованием дуготронов.

*Ключевые слова:* технологии сварки, плазменно-дуговой процесс, источник сварочного тока, назначение, надежность, многофункциональность, технические решения

В последнее время разработаны новые технологии сварки с использованием эффектов, присущих дуговым процессам. К их числу следует отнести плазменно-дуговой процесс, реализуемый с помощью специальных устройств (плазмотронов со специальными оксидными катодами) на открытом воздухе [1]. Этот процесс весьма эффективен для решения задач, связанных с интенсивным нагревом, сваркой и др. В ряде случаев применение этого процесса позволяет выполнить работы, которые ранее не могли быть осуществлены, например сварка металлов с углеродистыми материалами при создании сварных токоподводов к графитовым электродам, широко используемым в электрометаллургии при производстве электродов [2]. В

этом случае плазменно-дуговой процесс на открытом воздухе практически не имеет альтернативы.

Для осуществления указанного процесса требуется источник сварочного тока, обеспечивающий падающую внешнюю вольт-амперную характеристику. Требования к его конструкции обуславливаются необходимостью достижения высоких значений напряжений холостого хода (более 120 В) и рабочего напряжения (50...60 В). Кроме того, специфика возбуждения плазменной дуги, а также необходимость повышения долговечности работы упомянутого оксидного катода и соблюдение правил техники безопасности в этом случае определяют способ управления работой такого источника сварочного тока.

Специалистами КЗЭСО и ИЭС им. Е. О. Патона разработан источник сварочного тока КИУ-701 (рисунок), который после проверки и доводки был изготовлен для промышленного применения. Благодаря ряду технических решений, реализованных в КИУ-701, его можно отнести к числу многофункциональных. Кроме указанных выше возможностей, в нем может быть установлена жесткая внешняя вольт-амперная характеристика, напряжение холостого хода снижено до 75 В, а рабочее напряжение выбрано в диапазоне, необходимом для реализации механизированных и автоматизированных дуговых процессов. При этом источник сварочного тока КИУ-701 обеспечивает работу полуавтоматов различного назначения: для сварки, наплавки и резки металлов сплошными (в среде защитных газов и под флюсом) и порошковыми самозащитными электродными проволоками наиболее распространенных диаметров, в том числе, и более 3 мм.

Источник питания КИУ-701 испытан в комплекте с полуавтоматами блочно-модульной конструкции типа ПШ107В. При этом осуществлены высокопроизводительные и качественные процессы сварки, наплавки и резки сталей, чугунов и алюминия. В ходе экспериментов стало очевидно, что в ряде случаев, например, при создании токоподводов (жестких конструкций токоведущих



Внешний вид многофункционального источника сварочного тока

© В. А. Лебедев, Н. И. Постолатий, А. В. Мотрий, 2005