



мость с использованием результатов рентгенодифракционного эксперимента [8]. Ранее нами было показано, что для алюминатных флюсов типа АН-67 при росте температуры имеет место монотонное увеличение основности [2], что коррелирует с процессами, происходящими в сварочной ванне. Однако эти исследования касались аморфных плавящихся флюсов. Полученные результаты свидетельствуют, что у частично закристаллизованного флюса типа АН-67Б температурная зависимость основности существенно отличается от аморфного, что может ухудшить его сварочно-технологические свойства. Следовательно, температура печи при выплавке флюсов была ниже 1418 °С или же время выдержки при максимальных температурах шлакового расплава было предельно малым, что является следствием несоблюдения технологического режима при изготовлении плавящихся флюсов.

Таким образом, методом дифракции рентгеновских лучей можно установить наличие неблагоприятных кристаллических фаз в флюсах, сви-

детельствующих о нарушении технологии его изготовления.

1. Подгаецкий В. В., Люборец И. И. Сварочные флюсы. — Киев: Техніка, 1984. — 167 с.
2. Соколовский В. Э. Стрессные расплавы многокомпонентных оксидных систем: Дис. ... д-ра хим. наук. — Киев, 2002. — 351 с.
3. Структурные особенности расплавы оксидных систем / А. П. Шпак, В. Э. Соколовский, В. П. Казимиров и др. — Киев: Академперіодика, 2003. — 138 с.
4. Современная кристаллография / Под ред. В. К. Ванштейна и др. — В 4 т. — М.: Наука, 1979. — Т. 2: Образование кристаллов. — 360 с.
5. Физическая химия силикатов / А. А. Пашенко, А. А. Мясников, Е. А. Мясникова и др. — М.: Высш. шк., 1986. — 368 с.
6. Высокотемпературное центрифугирование окисных расплавы / В. И. Езиков, М. А. Шелудько, С. К. Чукмарев, В. С. Возник // Изв. вузов. Черная металлургия. — 1986. — № 3. — С. 4-9.
7. Tworzenie sie lotnych fluorocov przy spawanie pod topnikiem / W. J. Galinic, W. S. Tokariev, W. S. Bender, W. W. Podgajeckij // Biul. Inst. Spawalnictwa. — № 52. — S. 41-44.
8. Соколовский В. Э. Применение альтернативных методов определения основности металлургических шлаков // Пробл. спец. электрометаллургии. — 1998. — 51, № 1. — С. 66-73.

The method of X-ray diffraction was used to study the granulated solid and fused welding fluxes of the grades of АН-67 type. Presence of crystalline phases in some of them is indicative of violation of the flux manufacturing process and deterioration of their quality (at complete compliance with the specification requirements).

Поступила в редакцию 14.05.2007

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ

Одним из основных факторов, определяющих работоспособность сварных конструкций, являются остаточные сварочные напряжения, которые могут достигать высоких уровней. В ИЭС им. Е. О. Патона совместно с НИИ «Квант» (г. Киев) создан малогабаритный автоматизированный ультразвуковой прибор для контроля напряжений. Определение напряжений основано на эффекте акустоупругости. Процессы измерения и обработки результатов компьютеризированы. Результаты измерения сохраняются в памяти прибора. Имеется возможность передачи результатов измерений на ПК. Отличительная особенность прибора заключается в новом принципе приема и обработки ультразвуковых колебаний, что позволяет автоматизировать процесс измерения и значительно повысить точность определения напряжений.



Назначение. Оперативное определение в элементах металлоконструкций значения и знака одно-, двух- и трехосных остаточных напряжений без разрушения; контроль поля остаточных напряжений при послесварочной упрочняющей обработке в процессе изготовления и эксплуатации конструкции.

Контакты: 03680, Украина, Киев-150, ул. Боженко, 11
Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, отд. № 3
Тел./факс: (38044) 287 60 05, факс: (38044) 261 04 86
E-mail: office@paton.kiev.ua; kiryan@svitonline.com



ла в направлении сварки. Вместе с тем, возрастает количество расплавленного электродного металла из-за резкого увеличения силы тока при укорочении дуги.

Причиной уменьшения глубины проплавления непосредственно перед маркером IV, по-нашему мнению, является изменение положения катодного пятна дуги, находящегося на изделии.

В определенный момент времени расстояние от торца электродной проволоки до дна паза становится больше, чем до стенки паза. Продолжение процесса сварки приводит к короткому замыканию. Сопротивление дугового промежутка резко уменьшается, напряжение падает, сила тока увеличивается (отметка *e* на рис. 5, б). Возмущение, вызывающее укорочение дуги, заканчивается расплавлением дополнительного участка электродной проволоки. Это соответствует скачкообразному (около 0,4 мс) перемещению точки пересечения СХД и ВАХ выпрямителя из положения *d* в положение *e* (см. рис. 1, в). В дальнейшем происходит стабилизация длины дугового промежутка и восстановление параметров режима сварки. Процесс соответствует резкому (около 0,8 мс) перемещению точки пересечения СХД и ВАХ источника питания из положения *e* в положение *f* (см. рис. 1, в).

В целом укорочение дуги и стабилизация сварочных параметров после воздействия возмущения при сварке на малых плотностях тока с

использованием комбинированной ВАХ выпрямителя проходят без обрыва дуги и прерываний сварочного процесса.

Выводы

1. Установлено, что комбинированная ВАХ источника питания обеспечивает стабильный процесс сварки под флюсом головками с постоянной скоростью подачи электродной проволоки на токах плотностью менее 40 А/мм².

2. Получены регрессионные зависимости, связывающие параметры режима сварки с размерами шва, для токов плотностью 15...40 А/мм² при использовании источника питания с комбинированной ВАХ.

3. Комбинированная ВАХ источника питания позволяет стабилизировать параметры режима сварки и размеры шва при воздействии технологических возмущений без обрыва дуги и прерывания сварочного процесса.

1. Технологические свойства сварочной дуги в защитных газах / В. А. Ленивкин, Н. К. Дюргеров, Х. Н. Сагиров. — М.: Машиностроение, 1989. — 264 с.
2. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. Б. Е. Патона. — М.: Машиностроение, 1974. — 768 с.
3. Автоматизация сварочных процессов / Под ред. В. К. Лебедева, В. П. Черныша. — Киев: Виц. шк., 1986. — 296 с.
4. Дятлов В. И. Вольт-амперная характеристика сжатой электрической дуги // Автомат. сварка. — 1961. — № 1. — С. 17-20.

The paper deals with the influence of energy parameters of «arc-powersource» at a combined volt-ampere characteristic of the power source and constant electrode wire feed rate on the stability of the welding process under the impact of disturbances along the arc length.

Поступила в редакцию 30.07.2007

ДУГОВАЯ НАПЛАВКА ЗАМКОВ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ

Разработана технология наплавки замков бурильных труб с номинальным диаметром 104...177 мм. Технология предусматривает восстановление замков в два этапа. Вначале производится наплавка самозащитной порошковой проволокой ПП-АН198 для восстановления номинального диаметра труб.

Металл, наплавленный этой проволокой, имеет твердость HB 220...310 и механические свойства на уровне значений основного металла замка — стали 40ХМФА по ГОСТ 4543-71. Затем по номинальному диаметру самозащитной порошковой проволокой ПП-АН199 наплавляют три износостойких пояска, имеющие твердость HRC 42...52.

Для наплавки используется установка У653 с дополнительными роликоопорами, укомплектованная источником питания ВДУ-506. Возможно использование других установок с аналогичными параметрами и технологическими возможностями.

Контакты: 03680, Украина, Киев-150, ул. Боженко, 11

Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, отд. № 2

Тел./факс: (38044) 287 63 57

E-mail: ryabtsev@paton.kiev.ua

жиме $I_{св} = 85...90$ А, $U_{д} = 20...21$ В, вылет электрода — 15 мм, $v_{св} = 16$ м/ч, $v_{под.пр} = 260$ м/ч; угол наклона сварочной горелки 30 и 60°.

Результаты оценки микроструктуры и микротвердости металла швов во всех вариантах сварки (таблица) показывают, что структура металла шва аустенитная с небольшим содержанием α -фазы (до 6%). Значения микротвердости также соответствуют аустенитной структуре металла швов.

Таким образом, расчетно-экспериментальная проверка подтвердила целесообразность использования в качестве электродной проволоки Sv-

08X20N9Г7Т при газозлектрической сварке одно- и разнородных соединений стали 10X13Г18Д.

1. Особенности формирования структуры и свойств зоны сплавления стали 10X13Г18Д / А. И. Гедрович, А. Н. Ткаченко, С. Л. Ткаченко и др. // Автомат. сварка. — 2007. — № 4. — С. 23–27.
2. Ульянов Е. А. Коррозионностойкие стали и сплавы. — М.: Металлургия, 1991. — 256 с.
3. Закс И. А. Сварка разнородных сталей: Справ. пособие. — М.: Машиностроение, 1973. — 208 с.
4. Каховский Н. И. Сварка высоколегированных сталей. — Киев: Техніка, 1975. — 375 с.
5. Медовар Б. И. Сварка хромоникелевых аустенитных сталей. — М.: Машгиз, 1958. — 280 с.

Sheffler structural diagram was used to select wire for gas-electric welding of similar and dissimilar joints on 10Kh13G18D steel. The rationality of applying Sv-08Kh20N9G7T welding wire was experimentally confirmed.

Поступила в редакцию 26.09.2007

РЕМОНТ НАПЛАВКОЙ ЛОПАТОК ГАЗОВЫХ ТУРБИН ИЗ ВЫСОКОНИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ

В процессе эксплуатации газовых турбин происходит изнашивание уплотняющих гребней компрессорных лопаток, что понижает КПД турбины. Для восстановления геометрических размеров гребней разработана технология плазменно-порошковой многослойной наплавки с последующей механической обработкой. В качестве присадочного



материала используют порошки дисперсионно-твердеющих никелевых сплавов типа ЖС с упрочняющей γ' -фазой, обеспечивающей заданный уровень износостойкости.

Режимы наплавки и расход присадочного материала выбирают в зависимости от геометрии восстанавливаемых лопаток.

Назначение и области применения. Предложенная технология может найти применение при ремонте тела лопаток различного назначения, а также восстановлении уплотняющих гребней лопаток газовых турбин. Учитывая пониженную свариваемость лопаточных сплавов и широкую номенклатуру их составов, технологию восстановительного ремонта лопаток в каждом конкретном случае определяет разработчик.

Состояние и уровень разработки. Технологию предлагается применять у заказчика. Поставляются оборудование и материалы.



Контакты: 03680, Украина, Киев-150, ул. Боженко, 11

Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, отд. № 19

Тел./факс: (38044) 289 90 87, 287 10 88