



быстродействие всей системы при переходных процессах, что особенно важно при сварке под флюсом, когда инерционность источника питания является причиной колебаний параметров режима сварочного процесса.

Таким образом, имитационное моделирование позволяет при разработке сварочных источников питания оценить возможности их различных схем, разные способы регулирования энергетических параметров и перспективу практического применения, исключая физическое моделирование.

1. Дьяконов В. П. MATLAB 6/5 SP1/7/0 Simulink 5/6. Основы применения. Сер. Библиотека профессионала. — М.: СОЛОМОН-Пресс, 2005. — 800 с.

2. Maxl G., Posch G. MAG-Wechselstromshweissen von hochfesten Feinkornbauustählen // Schweiss und Pruftechnik. 2008. — № 3. — S. 35–38.
3. Закс М. И., Каганский Б. А., Печенин А. А. Трансформаторы для электродуговой сварки. — Л.: Энергоатомиздат, 1988. — 136 с.
4. Пат. 47333 Украина, В 23 К 9/10, 9/00. Джерело живлення змінного струму керованої форми для дугових і шлакових технологій / В. В. Андреев, О. М. Сфременко, І. І. Заруба. — Опубл. 25.01.2010.
5. Особенности дуговой сварки переменным током низкой частоты / В. В. Андреев, Г. Н. Москович, А. М. Жерносеков, Л. Г. Шитова // Сварщик. — 2008. — № 6. — С. 19–21.
6. А. с. 1542721 СССР, МКІ⁵ В 23 К 9/00, 9/10. Источник питания для дуговой сварки / В. К. Лебедев, В. В. Андреев, Г. Н. Москович. — Опубл. 15.02.90; Бюл. № 6.
7. А. с. 1294523 СССР, МКІ⁴ В 23 К 9/00. Источник питания для дуговой сварки / Б. Е. Патон, В. К. Лебедев, И. И. Заруба и др. — Опубл. 07.03.87; Бюл. № 9.

The paper shows the effectiveness of simulation of electric diagrams for power sources of alternating current of a controllable shape at evaluation of output power characteristics and methods of their regulation.

Поступила в редакцию 21.08.2010

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ И ИМПОРТОЗАМЕНЯЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ОРБИТАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ TIG-СВАРКИ НЕПОВОРОТНЫХ СТЫКОВ ТРУБОПРОВОДОВ ДИАМЕТРОМ 89... 219 мм ПРИ СООРУЖЕНИИ И РЕМОНТЕ ЭНЕРГБЛОКОВ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ УКРАИНЫ (Инновационный проект НАН Украины, выполненный в ИЭС им. Е. О. Патона)

При автоматизации процессов орбитальной дуговой сварки (ОДС) важное значение имеет получение надежной информации относительно сигналов тока и напряжения на сварочной дуге. Как известно, автоматы для ОДС работают в условиях высокого уровня электромагнитных полей, который приводит к существенному «зашумлению» сигналов в каналах измерения и управления. Для повышения качества систем управления необходимо использовать разные методы повышения их устойчивости. В рамках данной работы для обработки исходных сигналов датчиков предложено использовать метод вейвлет-преобразования. В этом случае реконструкция измерительных сигналов разрешает существенно улучшить соотношение сигнал/шум и тем самым повысить качество управления процессом ОДС. Вейвлет-преобразование временной последовательности сигналов тока и напряжения заключается в разложении их по базису определенных функций с помощью масштабирования и перенесения.

В отличие от преобразования Фурье вейвлет-преобразование дают двухмерное представление сигнала. При этом его частота и время являются независимыми переменными, т. е. представляется возможность анализа свойств процесса одновременно как во временной, так и в частотной областях. На данное время задача оптимального выбора вейвлета не решена. Поэтому исследователям приходится решать ее путем выбора разных вариантов материнских вейвлетов. При решении задачи выбора были использованы вейвлеты Хаару, Морло и Добеши. Как показало решение модельных задач с использованием пакета MATLAB, наилучшие метрологические показатели обеспечивают вейвлеты Добеши 5-го порядка.

При производстве энергоблоков атомных электростанций широко используются сварные трубчатые элементы. Остаточные напряжения (ОН), возникающие в элементах труб во время сварки, являются одним из важных факторов, определяющих их надежность и работоспособность. При определении ОН в сварных элементах с использованием экспериментальных методов считается, что напряжения на базе их определения являются постоянными, а участок контролируемой поверхности объекта плоским. Экспериментально установлено, что кривизна поверхности, в которой исследуются ОН, влияет на погрешность при их определении. Поэтому для оценки влияния кривизны поверхности на погрешность определения ОН проводился численный эксперимент с использованием метода конечных элементов. Результаты численного эксперимента и их анализ показали, что погрешности методики расчета ОН не превышают 8% в трубе диаметром 89 мм.

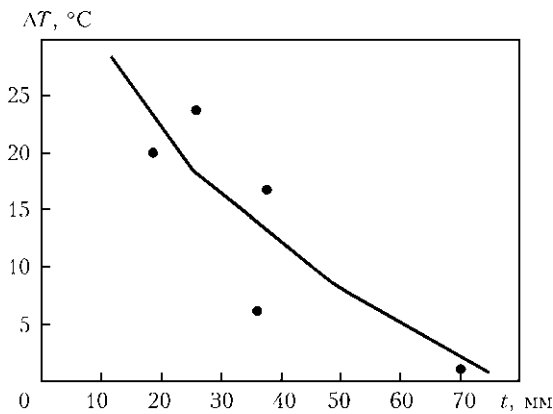


Рис. 11. Зависимость температурного сдвига ΔT от толщины исследуемых образцов на трехточечный изгиб при статическом нагружении: кривая — рекламентируемый температурный сдвиг C по стандарту ASTM E 1921-97; точки — экспериментальные значения ΔT

1. Дядин В. П. Оценка величины температурного сдвига в зависимости от толщины образца по силовому и деформационному критериям механики разрушения // Автомат. сварка. — 2010. — № 4. — С. 19–27.
2. Гиренко В. С., Дядин В. П. Корреляция характеристик трещиностойкости материалов и сварных соединений с

- результатами стандартных механических испытаний // Там же. — 1990. — № 6. — С. 1–4.
3. Дядин В. П. Сопоставление значений ударной вязкости образцов Шарпи и Менаже при вязком разрушении // Там же. — 2004. — № 4. — С. 24–29.
 4. Малинин Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. — М.: Машиностроение, 1975. — 400 с.
 5. Thickness effects on brittle fracture toughness of weld metal of high tensile strength steel / S. Kawano, M. Tada, H. Yajima, K. Nagai // Trans. Jap. Weld. Soc. — 1987. — 18, № 1. — P. 68–76.
 6. CAN/CSA-S473-92. Canadian standard association. Steel structures. — Pt/III: Of the cod for the design, construction and installation of fixed offshore structures. — 1992.
 7. Правила классификации и постройки ПБУ и МСП / Российский морской регистр судоходства. — С.-Пб.: РМРС, 2006.
 8. Горынин И. В., Ильин А. В. Теоретические и экспериментальные исследования сопротивляемости хрупким разрушениям сварных конструкций для шельфа Арктики // Автомат. сварка. — 2008. — № 11. — С. 24–29.
 9. Вязкость разрушения металла сварных швов с пределом текучести 600...800 МПа, выполненных в защитных газах / В. Ф. Мусияченко, Л. И. Миходуй, В. И. Кирьян и др. // Там же. — 1988. — № 6. — С. 39–44.
 10. Критическое раскрытие трещины при квазихрупком и хрупком разрушении / С. В. Серенсен, В. С. Гиренко, В. И. Кирьян, В. А. Дейнега // Там же. — 1975. — № 2. — С. 1–6.

Investigation results on fracture toughness based on the deformation criterion are given for the most common domestic low-alloy structural steels of different thicknesses. An approach to evaluation of the tough-brittle transition temperature depending on the thickness of the investigated rolled metal is suggested. Shift of the basic deformation δ_{1c} -curve depending on the thickness of the rolled metal and its standard strength characteristics was experimentally verified.

Поступила в редакцию 25.05.2010

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ ОТВЕРСТИЙ ОСЕЙ КОЛЕСНЫХ ПАР ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ

(Инновационный проект НАН Украины, выполненный в ИЭС им. Е. О. Патона)

Разработана технология восстановления поврежденных резьбовых отверстий М20 шеек осей железнодорожных вагонов РУ1-Ш методом взрывного плакирования. Технология характеризуется низкой затратностью (по сравнению со сваркой плавлением), равнопрочностью сварных соединений, отсутствием в них трещин, характерных для технологии восстановления наплавкой, а также отсутствием пор, непроваров, подрезов и шлаковых включений, усадки сокращения и уменьшения диаметра посадочного места шейки оси под роликовый подшипник.

На первом этапе работы объектом исследования были поврежденные резьбовые отверстия М20-6Н фрагментов шеек осей РУ1-Ш длиной 180 мм, на втором — поврежденная резьба на натуральных осях длиной 1450 мм. Покрытие методом взрывного плакирования наносили на предварительно расточенный канал диаметром 20,4 мм цилиндрической трубки из стали 20. Вместе с ГП «Украинский НИИ вагоностроения» разработана оригинальная методика механических испытаний сварных соединений восстановленных резьбовых отверстий. Тесты на сопротивление усталости сварных соединений, проведенные при минимальных и максимальных усилиях нагрузки (49 и 98 т и частоте 50 Гц), показали средние значения долговечности в 122000 циклов, которые всего на 4 % ниже базовых значений долговечности новых осей, составляющих 127000 циклов.

По новой технологии восстановлены поврежденные отверстия на двух натуральных осях РУ1-Ш, переданных на ГП «Укрспецвагон» и включенных в состав исследовательской вагонной тележки, которая проходит маршрутные испытания на станции Панютино–Лозовая на протяжении 2011 г. По завершении испытаний представленная технология планируется к внедрению на вагоноремонтных заводах ГП «Укрзалізниця».



9. Походня И. К., Карманов В. И., Упырь В. Н. Отделимость шлаковой корки электродов с основным покрытием // Автомат. сварка. — 1980. — № 11. — С. 33–34.
10. Ворновицкий И. Н., Савельев В. Г., Сидлин З. А. Реализация силикатного распада в сварочных шлаках // Свароч. пр-во. — 1997. — № 5. — С. 11–12.
11. Ворновицкий И. Н., Савельев В. Г. Особенности изготовления электродов с саморассыпающимся шлаком // Там же. — 2001. — № 5. — С. 46–49.
12. Особенности разработки флюса для сварки в узкую разделку / Б. И. Лазарев, М. М. Тимофеев, Н. Н. Потапов, С. А. Курланов // Там же. — 1979. — № 5. — С. 21–23.
13. Development of the narrow gap submerged arc welding process — NSA process / Yukio Hirai, Masaaki Tokuhisa, Itaru Yamashita et al. // Kawasaki Steel Techn. Rep. — 1982. — № 5. — P. 81–93.
14. Мойсов Л. П., Митряшин Л. Л., Бурyleв Б. П. Исследование фазового состава оксидно-фторидных шлаков и их отделимости от металла // Адгезия расплавов и пайка материалов. — 1990. — Вып. 24. — С. 82–85.
15. Wittung L. Some physical and chemical properties of welding slags and their influence on slag detachability // Weld pool chemistry and metallurgy: Intern. conf., London, Apr. 15–17, 1980. — London, 1980. — Vol. 1. — P. 83–92.
16. Павлушкин Н. М. Основы технологии ситаллов. — М.: Стройиздат, 1972. — 360 с.
17. Отделимость шлаковой корки от аустенитного металла шва / И. В. Павлов, А. А. Косенко, В. И. Гуревич, А. Ю. Мышкин // Свароч. пр-во. — 1986. — № 7. — С. 37–38.
18. А. с. 407686 СССР, МКИ¹ В 23 К 29/00. Способ оценки отделимости шлакового покрытия / В. Н. Липодаев, В. А. Бойко, Ю. Н. Каховский, Л. С. Захаров. — Опубл. 10.12.73; Бюл. № 47.
19. А. с. 407685 СССР, МКИ¹ В 23 К 29/00. Способ оценки отделимости шлакового покрытия от поверхности металла сварного шва / И. Н. Ворновицкий, А. З. Медведев, А. Л. Черкасский. — Опубл. 10.12.73; Бюл. № 47.
20. Ворновицкий И. Н., Малашинок В. А., Черкасский А. Л. Методика количественной оценки отделимости шлака // Свароч. пр-во. — 1975. — № 2. — С. 47–48.
21. Шоно С. А., Кассов Д. С., Карпенко В. М. Оценка шлаковых систем порошковой проволоки по отделимости шлаковой корки // Автомат. сварка. — 1976. — № 3. — С. 22–24.
22. Гринь А. Г., Бозуцкий А. А. Методика оценки отделимости шлаковой корки // Там же. — 1996. — № 3. — С. 58–59.
23. Методика количественной оценки отделимости шлаков / С. А. Курланов, Н. Н. Потапов, А. В. Баженов и др. // Свароч. пр-во. — 1986. — № 7. — С. 39–40.

Influence of various separate factors on slag crust separation in automatic arc welding was analyzed. It is established that the flux developed for narrow-gap automatic arc welding of thick metal joints should ensure formation of slag crust with as low as possible strength and as high as possible coefficient of thermal linear expansion. Brief characteristic of the currently available methods of experimental evaluation of slag crust separation is given.

Поступила в редакцию 07.04.2010

QUATTROJET™ — ИННОВАЦИОННАЯ КИСЛОРОДНО-ТОПЛИВНАЯ ГОРЕЛКА

ЭСАБ представляет QUATTROJET™ — кислородно-топливную систему резки совершенно нового типа, позволяющую сделать этот процесс еще более экономичным и продолжить путь к полной автоматизации



Снабженная автоматическим контролем пламени новая кислородно-топливная горелка распознает любое потенциальное нарушение процесса резки и автоматически останавливает подачу газа. Таким образом, в отличие от традиционных систем машина для резки не требует постоянного контроля оператора, так как любая утечка топливного газа и кислорода эффективно предотвращается. Устройство контроля пламени реагирует на любые дефекты в обрабатываемом материале и на любые неисправности режущего инструмента.

Эта контрольная система повышает безопасность операторов и рабочих, окружающей среды и машин, улучшая также качество автоматической резки.

Для того чтобы обеспечить правильное расстояние между режущим соплом и заготовкой, в QUATTROJET встроено устройство, определяющее высоту. Таким образом, нет необходимости устанавливать дополнительный датчик отдельно на горелке.

Обычные системы контроля такие, как кольца, очень быстро изнашиваются и нуждаются в регулярной замене. Компактная кислородно-топливная горелка QUATTROJET имеет и другие функции — внутреннюю систему воспламенения, защищенную от грязи и повреждения, и устройство для быстрой замены сопла без использования инструментов.





сварки трубки различными методами неразрушающего контроля (с помощью ультразвука, вихревых токов).

После прохождения основной стадии изготовления заготовка бесшовной проволоки подвергается отжигу на поточных агрегатах с использованием индукционного нагрева. Эта операция особенно важна при изготовлении порошковых проволок с оболочкой из нержавеющей стали.

Дальнейший технологический процесс проходит по типовой технологии, включающей роликовую холодную прокатку, волочение через стандартные или роликовые валаки. Заключительные операции очистки, омеднения и намотки на товарные носители выполняются с помощью типового оборудования для производства проволок.

Следует учесть, что затраты мощности оборудования существенно зависят от диаметра и толщины стенки трубной заготовки, а также скорости формовки и редуцирования. Так, электрическая мощность установки высокочастотной сварки при повышении рабочей скорости формовки-редуцирования от 50 до 120 м/мин возрастает от 100 до 150 кВт. Аналогично повышается мощность установки отжига полуфабриката. Несмотря на используемые технические решения и автоматизацию операций капитальные затраты на производство по этой технологической схеме велики, как и затраты на энергоносители. Такое производство будет эффективно только при больших объемах выпускаемой продукции (свыше 10 тыс. т/год) и достаточно высоких ценах на проволоку.

Заключение. Представленные технологии изготовления бесшовной порошковой проволоки требуют для реализации довольно значительного объема инвестиций, отличаются высокой энерго-

емкостью и требуют привлечения высококвалифицированного персонала (особенно для обеспечения качества формовки и сварки).

Технические характеристики полученного продукта имеют определенные преимущества по сравнению с проволоками сплошного сечения и вальцованными порошковыми проволоками, главным из которых является низкий уровень содержания водорода в металле сварного шва. Рыночные цены на бесшовные порошковые проволоки превышают в 1,5...2,0 раза цены на вальцованные порошковые проволоки, в связи с этим необходимо находить специфический сектор рынка сварочных материалов, где достигаемые преимущества будут оправдывать затраты.

1. *Производство порошковой проволоки* / И. К. Походня, В. Н. Шлепаков, В. Ф. Альтер и др. — Киев: Виц. шк., 1980. — 231 с.
2. *Yurioka Nobutaka, Kasuya Tadashi. A chart method to determine necessary preheat temperature in steel welding* // Quarterly J. Jap. Weld. Soc. — 1995. — 13, № 3. — P. 347–357.
3. *Shimura K. Seamless flux cored wire: Presentation of «Nippon Steel & Sumikin Welding Co., Ltd.»*, Japan intern. welding show 2008, Tokyo, Apr. 9–12, 2008. — 18 p.
4. *Самородов И. Г. Особенности производства и применения бесшовных порошковых проволок* // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Сварочные и родственные технологии при строительстве, реконструкции и ремонте газопроводов», Москва, 22–23 нояб. 2007 г. — М., 2007. — 59 с.
5. *Решение задач вибрационного заполнения трубных заготовок порошковой проволоки сыпучими наполнителями* / И. К. Походня, В. Н. Потураев, А. Г. Червоненко и др. // Всесоюз. конф. по сварочным материалам: Тез. докл., Череповец, 10–14 окт. 1983 г. — Киев, 1983. — С. 30–31.
6. *Непрерывный контроль заполнения шихтой порошковой проволоки в процессе ее изготовления* / В. В. Панасюк, А. Я. Тетерко, И. К. Походня и др. // Автомат. сварка. — 1975. — № 5. — С. 48–49.

Design features of seamless flux-cored wires designed for electric arc welding are considered. Their technical and economic advantages and disadvantages have been analyzed. Process flowcharts of manufacturing seamless flux-cored wires with filling of the pre-welded tubular billet, as well as with continuous U-shaped profile of tube billet with subsequent welding of wire shell longitudinal butt are described.

Поступила в редакцию 21.07.2010

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВО ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСВАРКИ ЖИВЫХ ТКАНЕЙ (Инновационный проект НАН Украины, выполненный в ИЭС им. Е. О. Патона)

Разработан источник питания нового поколения и алгоритм его работы для ВЧ-сварки живых тканей с частотой 440 кГц, который прошел натурные испытания на животных в ИЭС им. Е. О. Патона. Разработана и проверена на практике новая концепция электрохирургического инструмента, предназначенного для массового применения. Проведено исследование с регистрацией электрических параметров при ВЧ-сварке живых тканей и анализ влияния параметров и алгоритмов управления процессов на качество сварных соединений, в том числе непосредственно в клинических условиях. Полученные результаты являются основой для дальнейших разработок нового оборудования и систем управления процессом.