

МИРОВОЙ ЛИДЕР

В ПРОИЗВОДСТВЕ ФЕРРОСПЛАВОВ И
ПОРОШКОВ С 30-ЛЕТНИМ ОПЫТОМ РАБОТЫ.

ФЕРРОМАРГАНЦЕВЫЕ ПОРОШКИ

MC Fe Mn - LC Fe Mn - HC Fe Mn

ФЕРРОКРЕМНИЕВЫЕ ПОРОШКИ

Fe Si 45 - Fe Si 60 - Fe Si 75

ФЕРРОХРОМОВЫЕ ПОРОШКИ

LC Fe Cr - HC Fe Cr - EX HC Fe Cr

А ТАКЖЕ ДРУГИЕ

Si Mn - Si Mg - Fe Mo - Fe V - Fe W - Fe Ti - FeB - Fe Nb
(Чистые марганцевые и хромовые порошки.)

ФЛЮСЫ (СМЕСИ)

ГОТОВЫЕ СМЕСИ

для производства электродов с рутиловым, основным и целлюлозным покрытиями.

Электроды для углеродистых, низко- и высоколегированных сталей.

ПРЕДЛАГАЕМ организацию и оснащение электродного производства под ключ.



BANDIRMA FACTORY:
Bandırma Organize Sanayi Bölgesi
Balıkesir

Tel: +90 266 781 05 56 (pbx)
Fax: +90 266 781 10 59

sales@gensa.com.tr
kalite@gensa.com.tr

www.gensa.com.tr

GEBZE FACTORY:
Köşklü Çeşme Mh. Topçular Cd. N-57
Gebze / Kocaeli

Tel: +90 262 642 32 78 / 80
Fax: +90 262 646 25 89



УКРНІХРОМ



Sandvik Materials Technology (Швеция)
Ведущий производитель сварочных материалов

Продукция: ER 307 (CB 08X20H9Г7Т), ER 308 (CB 04X19H9), ER 308 LSI (CB 01X19H9), ER 309 (CB 07X25H13), ER 316 (CB 04X19H11M3), ER 347 (CB 07X19H105) и др.



ThyssenKrupp VDM

ThyssenKrupp VDM (Германия)
Мировой лидер в производстве
высоколегированных сталей и сплавов

Продукция: Nicrofer 6020 сплав 625, Nicrofer B616 (CB 06X15H60M15), Nicrofer K7017 (03Л-25Б) (CB 06X15H60M15) Nicorros 400 (монель НМЖМц28-2,5-1,5), Cronix 80E (X20H80-H) и др.



Lincoln Electric (США)
Ведущий производитель сварочных
аппаратов и сварочных материалов

Продукция: LincolnCV-420, V145-S, Powertec-350C PRO, Powertec-500S PRO, Lincoln V270-TP, Lincoln STT-II и др.

e-mail: sale@ukrnichrom.com

www.ukrnichrom.com.ua

49006, г. Днепропетровск, пр. Пушкина, 40-б
Днепропетровск: (0 562)33-74-35, (0 56) 372-70-25; Донецк: (0 62) 348-36-68; Киев: (0 44) 501-44-53; Харьков: (0 93) 359-30-59



4 (80) 2011

Журнал выходит 6 раз в год.
Издается с апреля 1998 г.
Подписной индекс **22405**

Журнал награжден Почетной
грамотой и Памятным знаком
Кабинета Министров Украины

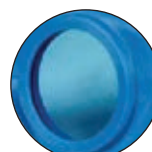
информационно-технический журнал
Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

4—2011

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий	4
Производственный опыт	
Применение аппарата АД-381Ш для электрошлаковой сварки полотнищ из стали типа 18-8 на ОАО «Балтийский завод». Ю.Н. Ланкин, Ю.В. Демченко, А.А. Москаленко, В.Г. Тюкалов, А.М. Денисенко, М.О. Павлов	6
Опыт наплавки роликов для системы транспортировки горячего металла. И.А. Рябцев, Я.П. Черняк, В.А. Жданов, А.Н. Гуськов, Е.Ю. Череповский	8
Наши консультации	12
Технологии и оборудование	
Тенденции развития технологий сварочного производства. Г.И. Лашенко	16
Защита поверхности металлов нанокompозиционными покрытиями на основе титана. Ю.Н. Тюрин, С.Г. Поляков, О.В. Колисниченко, Л.И. Ныrkova, И.М. Дуда, О.Н. Иванов, М.Г. Ковалева, О.Н. Марадудина, Я.В. Трусова	20
Специальное оборудование для электродного производства. М.Ф. Гнатенко	24
Эффективность применения защитных газовых смесей при дуговой сварке сталей. А.А.Кайдалов, А. Н. Гаврик	28
Секционные электронагреватели сопротивления. Е. А. Пантелеймонов	32
PROTEC CE15L — экологичность и повышение качества обработки поверхности	34
Импульсно-дуговая наплавка медных сплавов на сталь в судовом машиностроении. Ж.Г.Голобородько	36
Совершенные результаты и неограниченные возможности сварки СМТ	38
Влияние некоторых факторов на прочность сцепления напыленных плазменных покрытий. А.Н. Пасько, Р.Т. Агакишиев, С.В. Беседенко, О.Г. Быковский, В.В. Овсяников, А.Г. Русев, М.Г. Русев	40
Зарубежные коллеги	42
Охрана труда	
Безопасность при эксплуатации лазерных установок. О. Г. Левченко, В. Г. Шелягин	43
Выставки и конференции	
Современные подходы к профессиональной подготовке квалифицированных кадров для сварочного производства. Внедрение в учебно-производственный процесс Государственного стандарта по профессии «Сварщик»	46
Сварочное производство Украины: состояние и перспективы	48
Страницы истории	
Достижение, достойное «Книги технических рекордов». А.Н.Корниенко	50



Новини техніки й технологій	4
Виробничий досвід	
Застосування апарата АД-381Ш для електрошлакового зварювання полотнищ зі сталі типу 18-8 на ВАТ «Балтийский завод». Ю.Н. Ланкін, Ю.В. Демченко, А.А. Москаленко, В.Г. Тюкалов, А.М. Денисенко, М.О. Павлов	6
Досвід наплавлення роликів для системи транспортування гарячого металу. І.О. Рябцев, Я.П. Черняк, В.А. Жданов, А.Н. Гуськов, Е.Ю. Череповський.	8
Наші консультації	12
Технології й устаткування	
Тенденції розвитку технологій зварювального виробництва. Г.І.Лашченко. .	16
Захист поверхні металів нанокompозиційними покриттями на основі титану. Ю.М. Тюрін, [С.Г. Поляков], О.В. Колісниченко, Л.І. Ниркова, І.М. Дуда, О.Н. Іванов, М.Г. Ковальова, О.Н. Марадудіна, Я.В. Трусова. .	20
Спеціальне устаткування для електродного виробництва. М.Ф. Гнатенко. .	24
Ефективність застосування захисних газових сумішей при дуговому зварюванні сталей. А.А.Кайдалов, А. Н. Гаврик	28
Секційні електронагрівачі опору. Є. А. Пантелеймонов	32
PROTEC CE15L — екологічність і підвищення якості обробки поверхні ..	34
Імпульсно-дугове наплавлення мідних сплавів на сталь у судновому машинобудуванні. Ж.Г.Голобородько	36
Досконалі результати й необмежені можливості зварювання СМТ	38
Вплив деяких факторів на міцність зчеплення напильних плазмових покриттів. А.Н. Пасько, Р.Т. Агакишиєв, С.В. Беседенко, О.Г. Биковський, В.В. Овсяников, А.Г. Русев, М.Г. Русев.	40
Зарубіжні колеги	42
Охорона праці	
Безпека при експлуатації лазерних установок. О.Г. Левченко, В.Г. Шелягін	43
Виставки й конференції	
Сучасні підходи до професійної підготовки кваліфікованих кадрів для зварювального виробництва. Впровадження в учово-виробничий процес Державного стандарту за професією «Зварник»	46
Зварювальне виробництво України: стан і перспективи	48
Сторінки історії	
Досягнення, гідне «Книги технічних рекордів». О.М.Корнієнко	50

CONTENT

News of technique and technologies	4
Industrial experience	
Application of the machine AD-381SH for electroslag welding of steel panels of type 18-8 at JSC «Baltic factory». Yu.N. Lankin, Yu.V. Demchenko, A.A. Moskalenko, V.G. Tyukalov, A.M. Denisenko, M.O. Pavlov.	6
Experience of cladding of rollers for transportation system of hot metal. I.A. Ryabtsev, Ya.P. Chernyak, V.A. Zhdanov, A.N. Gus'kov, E.Yu. Cherepovskiy	8
Our consultations	12
Technologies and equipment	
Tendencies of development of technologies of welding production. G.I. Lashchenko	16
Protect of metal surfaces by nanocomposite coatings based on titanium. Yu.N. Tyurin, [S.G. Polyakov], O.V. Kolisnichenko, L.I. Nyrkova, I.M. Duda, O.N. Ivanov, M.G. Kovaleva, O.N. Maradudina, Ya.V. Trusova.	20
Special equipment for electrode production. M.F. Gnatenko	24
Efficiency of application of protective gas mixtures in arc welding of steels. A.A. Kaydalov, A.N. Gavrik.	28
Sectional electric heaters of resistance. E.A. Panteleymonov	32
PROTEC CE15L — ecological compatibility and improvement of quality of surface treatment	34
Pulsed arc cladding of copper alloys on steel in the ship's machine-building. Zh.G. Goloborod'ko.	36
Perfect results and unlimited opportunities of CMT welding.	38
Influence of some factors on the adhesion strength of plasma-sputtered coatings. A.N. Pas'ko, R.T. Agakishiev, S.V. Besedenko, O.G. Bykovskiy, V.V. Ovsyanikov, A.G. Rusev, M.G. Rusev	40
The foreign colleagues	42
Labour protection	
Safety of laser installation during maintenance. O.G. Levchenko, V.D. Shelyagin	43
Exhibitions and conferences	
Actual approaches to a professional training of qualified specialists for welding productions. Implementation in educational-industrial process of the State standard for the profession «Welder»	46
Welding production in Ukraine: state and perspectives	48
Pages of a history	
Achievement, worthy of the «Book of technical records». A.N. Kornienko. .	50

Свидетельство о регистрации №13094-1978 Пр от 27.08.07

Учредители

Институт электросварки
 им. Е. О. Патона НАН Украины,
 Общество с ограниченной
 ответственностью
 «Экотехнология»

Издатель

ООО «Экотехнология»

Издание журнала поддерживают

Общество сварщиков Украины,
 Национальный технический
 университет Украины «КПИ»
 Журнал издается
 при содействии UNIDO



Главный редактор

К. А. Ющенко

Зам. главного редактора

Б. В. Юрлов, Е. К. Доброхотова,
В. Г. Абрамишвили

Редакционная коллегия

В. В. Андреев, [В. Н. Бернадский],
 Ю. К. Бондаренко,
 Ю. В. Демченко, В. М. Илюшенко,
 А. А. Кайдалов, О. Г. Левченко,
 П. П. Проценко, И. А. Рябцев

Редакционный совет

В. Г. Фартушный (председатель),
 Н. В. Высоколян, Н. М. Кононов,
 П. А. Косенко, М. А. Лактионов,
 Я. И. Микитин, Г. В. Павленко,
 В. Н. Проскудин,
 А. Д. Размышляев, А. В. Щербак

Редакция

Т. Н. Мишина, А. Л. Берзина

Маркетинг и реклама

Г. В. Абрамишвили

Верстка

Т. Д. Пашигорова

Адрес редакции

03150 Киев, ул. Горького, 66

Телефон

+380 44 528 3523, 200 5361

Тел./факс

+380 44 287 6502, 287 6602

E-mail

welder@welder.kiev.ua,
 welder.kiev@gmail.com

URL

http://www.welder.kiev.ua/

Представительство в Беларуси

Минск
 Вячеслав Дмитриевич Сиваков
 +375 17 213 1991, 246 4245

Представительство в России

Москва, ООО «Центр трансфера
 технологий» ИЭС им. Е. О. Патона
 В. В. Сипко
 +7 499 922 6986
 e-mail: ctt94@mail.ru
 www.welder.msk.ru

Представительство в Латвии

Рига, Ирина Бойко
 +371 2 603 7158, 6 708 9701 (ф.)
 e-mail: irinaboyko@inbox.lv

Представительство в Литве

Вильнюс, Вячеслав Арончик
 +370 6 999 9844
 e-mail: info@amatu.lt

Представительство в Болгарии

София, Стоян Томанов
 +359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)
 e-mail: evertood@mail.bg
 ООД «Еверт-КТМ»

За достоверность информации и содержание рекламы
 ответственность несут авторы и рекламодатели.
 Мнение авторов статей не всегда совпадает с позицией
 редакции.

Рукописи не рецензируются и не возвращаются.
 Редакция оставляет за собой право редактировать и
 сокращать статьи. Переписка с читателями — только
 на страницах журнала. При использовании материалов
 в любой форме ссылка на «Сварщик» обязательна.

Подписано в печать 12.08.2011. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

Гарнитура PetersburgC. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2.

Зак. № 1048 от 12.08.2011. Тираж 3000 экз.

Печать: ООО «Полиграфический центр «Принт 24», 2011.
 Киев, ул. Шахтерская, 9. Тел./ф. (044) 591 1012, 591 1013.

© ООО «Экотехнология», 2011

Опыт наплавки роликов для системы транспортировки горячего металла



И.А. Рябцев, Я.П. Черняк, В.А. Жданов, А.Н. Гуськов, Е.Ю. Череповский

Описаны результаты испытаний термической стойкости и износостойкости при повышенных температурах наплавленного металла типа хромистых низкоуглеродистых сталей. По результатам исследований для наплавки роликов рекомендована порошковая проволока ПП-Нп-15Х14НМФ. На основании промышленных испытаний наплавленных роликов показана техническая и технико-экономическая эффективность использования предложенных материалов.

Применение аппарата АД-381Ш для электрошлаковой сварки полотнищ из стали типа 18-8 на ОАО «Балтийский завод»

Ю.Н. Ланкин, Ю.В. Демченко, А.А. Москаленко, В.Г. Тюкалов, А.М. Денисенко

Описан опыт применения аппарата АД-381Ш для электрошлаковой сварки при сооружении баков для металловодной защиты. Приведены характеристики аппарата, режимы сварки и применяемые материалы.

Тенденции развития технологий сварочного производства

Г.И. Лащенко

Рассмотрены вопросы роботизации сварочного производства, эффективность роботизации дуговой и контактной точечной сварки. Описаны технологии с высокоскоростным управлением процессом сварки.

Защита поверхности наноконпозиционными покрытиями на основе титана

Ю.М. Тюрин, С.Г. Поляков, О.В. Колісниченко, Л.І. Ниркова, І.М. Дуда, О.Н. Иванов, М.Г. Ковалева, О.Н. Марадудина, Я.В. Трусова

Рассмотрены свойства покрытий из порошка титана, нанесенных на стальную подложку с использованием кумулятивно-детонационной технологии. Приведены результаты исследования защитных свойств покрытий и испытаний образцов на коррозионную стойкость.

Эффективность применения защитных газовых смесей при дуговой сварке сталей

А. А. Кайдалов, А. Н. Гаврик

Рассмотрены преимущества использования защитных газовых смесей при дуговой сварке сталей. Даны сравнительные результаты испытаний защитных газовых сред. Приведены данные по расходу газовых смесей, расчет затрат на сварку при использовании защитных газовых смесей.

Секционные электронагреватели сопротивления

Е. А. Пантелеймонов

Описан секционный электронагреватель сопротивления, разработанный в ИЭС им. Е.О.Патона. Приведены характеристики электронагревателя, характерные отличия.

Импульсно-дуговая наплавка медных сплавов на сталь

Ж.Г. Голобородько

Описан процесс импульсно-дуговой наплавки бронз на стальные изделия. Рассмотрены источники питания, сварочные материалы и режимы наплавки. Приведен химический состав наплавленного слоя и его микроструктура.

Безопасность при эксплуатации лазерных установок

О. Г. Левченко, В. Г. Шелягин

Рассмотрена задача обеспечения безопасности эксплуатации мощных лазерных сварочных установок (5–50 кВт). Описаны опасные и вредные производственные факторы. Приведены методы и средства защиты от воздействия лазерного излучения.

Досвід наплавлення роликів для системи транспортування гарячого металу



І.О. Рябцев, Я.П. Черняк, В.А. Жданов, А.Н. Гуськов, Є.Ю. Череповський

Описано результати випробувань термічної стійкості й зносоустійкості при підвищених температурах наплавленого металу типу хромистих низьковуглецевистих сталей. За результатами досліджень для наплавлення роликів рекомендований порошковий дріт Пп-Нп-15Х14НМФ. На основі промислових випробувань наплавлених роликів показана технічна й техніко-економічна ефективність використання запропонованих матеріалів.

Застосування апарата АД-381Ш для електрошлакового зварювання полотнищ зі сталі типу 18-8 на ВАТ «Балтійський завод»

Ю.Н. Ланкін, Ю.В. Демченко, А.А. Москаленко, В.Г. Тюкалов, А.М. Денисенко

Описано досвід застосування апарата АД-381Ш для електрошлакового зварювання при спорудженні баків для металоводного захисту. Наведено характеристики апарата, режими зварювання й застосовувані матеріали.

Тенденції розвитку технологій зварювального виробництва

Г.І. Лащенко

Розглянуто питання роботизації зварювального виробництва, ефективність роботизації дугового й контактного точкового зварювання. Описано технології з високошвидкісним керуванням процесом зварювання.

Захист поверхні наноконпозиційними покриттями на основі титана

Ю.М. Тюрін, С.Г. Поляков, О.В. Колісниченко, Л.І. Ниркова, І.М. Дуда, О.Н. Иванов, М.Г. Ковальова, О.Н. Марадудіна, Я.В. Трусова

Розглянуто властивості покриттів з порошку титана, нанесених на сталеву підкладку з використанням кумулятивно-детонаційної технології. Наведені результати дослідження захисних властивостей покриттів і випробувань зразків на корозійну стійкість.

Ефективність застосування захисних газових сумішей при дуговому зварюванні сталей

А. А. Кайдалов, А. Н. Гаврик

Розглянуто переваги використання захисних газових сумішей при дуговому зварюванні сталей. Дано порівняльні результати випробувань захисних газових середовищ. Наведено дані по витраті газових сумішей, розрахунок витрат на зварювання при використанні захисних газових сумішей.

Секційні електронагрівники опору

Є. А. Пантелеймонов

Описано секційний електронагрівник опору, розроблений в ІЕС ім. Є.О.Патона. Наведено характеристики електронагрівника, характерні відмінності.

Імпульсно-дугове наплавлення мідних сплавів на сталь

Ж.Г. Голобородько

Описано процес імпульсно-дугового наплавлення бронз на сталеві вироби. Розглянуто джерела живлення, зварювальні матеріали й режими наплавлення. Наведено хімічний склад наплавленого шару і його микроструктуру.

Безпека при експлуатації лазерних установок

О. Г. Левченко, В. Г. Шелягин

Розглянуто завдання забезпечення безпеки експлуатації потужних лазерних зварювальних установок (5–50 кВт). Описано небезпечні й шкідливі виробничі фактори. Наведено методи й засоби захисту від впливу лазерного випромінювання.

Сварочный трактор Tramtrac™ II

Сварочный трактор Tramtrac II производства ЭСАБ — портативная установка, в которой используется способ FCAW-сварки (дуговая сварка порошковой проволокой) с применением самозащитной проволоки. Установку применяют для ремонта рельсов, уложенных на бетон или щебень, а также крупных элементов, склонных к изнашиванию, таких как башмаки и стрелочные переводы.

Tramtrac II компактен, его легко можно переносить, устанавливать и снимать с рельсов. Трактор имеет высокую производительность наплавки и длительный рабочий цикл. Устройство подачи проволоки рассчитано на диаметр проволоки 1,2 или 1,6 мм, а регулировка приводных колес позволяет адаптироваться к самым изношенным ребордам и головкам рельсов. На блоке управления, расположенном в верхней части устройства подачи проволоки, четко указаны элементы управления для регулировки скорости пода-

чи проволоки, скорости перемещения и функции пуск-стоп, а также функции медленной подачи сварочной проволоки.

Изогнутый суппорт, на котором расположена сварочная головка, позволяет легко и точно выполнять позиционирование кончика проволоки в диапазоне от 0 до $\pm 65^\circ$, в то время как горизонтальный и вертикальный суппорты дают возможность устанавливать ее по осям x и y . Tramtrac II получает питание от трансформатора переменного тока 42 В, питающего сеть управления сварочными источниками Origo™ Mig 320 или 410, имеющими 40 различных выходных напряжений. Сварочные кабели длиной 10 м позволяют трактору перемещаться на расстояние до 17 м.

Для наплавки рельсов из материалов от 700А (R220) до 900А (R260) рекомендуется использовать наплавочную проволоку для трудно свариваемой стали, чтобы избежать холодных трещин в высокоуглеродистом материале.

Для ремонта трамвайных путей успешно используют два типа проволоки — ОК Tubrodur 15.65 и ОК Tubrodur 14.71 (ЭСАБ). После выполнения наплавки нет необходимости в доводке профиля рельса шлифовкой.

Проволоку ОК Tubrodur 15.65 диаметром 1,6 мм (таблица) успешно использует рижское предприятие «Ригас Сатиксме» для ремонта трамвайных рельсов типа Т62.

Техническая характеристика трактора Tramtrac™ II:

Напряжение питания, В	36–46
(переменный ток AC)	
Потребляемая мощность, Вт	90
Скорость сварки, мм/мин	30–100
Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм	600×300×150
Масса без сварочных материалов, кг	12



Таблица. Химический состав, %, металла двух зон образца, наплавленного проволокой ОК Tubrodur 15.65

Зона	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
Рельс	0,28	0,25	1,43	0,021	0,028	0,024	0,02
Шов	0,31	0,19	10,7	0,014	0,012	8,0	0,05

Рутитовая самозащитная порошковая проволока обладает хорошими сварочно-технологическими свойствами и обеспечивает отличную отделимость шлака.

● #1152

Компания «ЭСАБ»

Портальный лазерный комплекс «РИТМ-Лазер»

Комплекс лазерной резки «РИТМ-Лазер» предназначен для раскроя широкого диапазона материалов (конструкционная и нержавеющая сталь, алюминий и др.). При его создании руководствовались передовыми инновационными решениями как в части лазерных технологий, так и в части координатных систем.

Техническая характеристика:

Класс точности машины (ГОСТ 5614) и вырезаемых деталей (ГОСТ 14792)..... 1

Скорость перемещения оптической головки, м/с (м/мин):

наибольшая 0,20(12,0)

наименьшая..... 0,0012(0,07)

Неравномерность скорости перемещения оптической головки, % ... $\pm 1,5$

Величина вертикального хода суппорта, мм 280

Время подъема головки на величину хода, с, не более 8

Напряжение питающей сети, В 380

Потребляемая мощность, кВт, не более.. 3,5

Отклонение от прямолинейности движения по оси X и Y, мм $\pm 0,1$

Отклонение размеров вычерченного контура, мм $\pm 0,1$

Точность позиционирования, мм $\pm 0,1$

Габаритные размеры, мм:

длина рельсового пути 8000

ширина..... 4800

высота (над поверхностью качения) 1800

Зона обработки, мм:

по оси X 8000

по оси Y 3300



Комплекс оснащен иттербиевым лазером. Использование современных цифровых приводов с вертикальными двигателями, обеспечивающими необходимую точность и высокие динамические характеристики, гарантирует надежную и долговечную эксплуатацию в условиях цеха.

К основным достоинствам комплекса относятся:

- отсутствие открытого оптического канала для передачи энергии: лазерное излучение передается по гибкому оптическому волокну непосредственно в зону обработки;
- экономичность технологических процессов резки благодаря высокому КПД оптоволоконного иттербиевого лазера (в четыре раза экономичнее CO₂-лазера);
- высокая точность, повторяемость перемещений и долговечность комплекса, отсутствие люфтов (благодаря применению высококачественных косозубых реек и приводов ведущих мировых производителей);
- низкие эксплуатационные расходы по обслуживанию систем в целом за счет высокой надежности координатной системы и иттербиевого оптоволоконного лазера, а также отсутствия потребности в газах высокой очистки для обслуживания оптического тракта лазера. ● #1153

ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта»
(Санкт-Петербург)

Суперкомпьютер смоделирует выплавку стали через 12 лет?

Южно-Уральский государственный университет и корпорация «Росатом» займется разработкой общего проекта, сообщает пресс-служба правительства Челябинской области. В вузе уже прошло совещание на тему «Создание специализированного программного обеспечения и разработка технологий суперкомпьютерного моделирования в области черной металлургии».

Цель проекта — разработка отечественного программного обеспечения, которое позволит моделировать новые виды сталей

и сплавов. На первом этапе, который займет три года, ученые создадут решатель, составляющий внутренние свойства сплава на основе заданной структуры его компонентов. На втором этапе предполагается организовать производство, моделирующее поверхностные свойства нового сплава. Это также займет три года. На третьем этапе предстоит создать программный комплекс, который позволит моделировать на суперкомпьютере весь технологический процесс по производству сталей и сплавов. Для этого потребуется шесть лет.

В настоящее время по проекту готовится заявка, которая будет представлена на рассмотрение правительства России. При положительном решении проект будет включен в федеральную программу по развитию суперкомпьютерных технологий и специального программного обеспечения. ● #1154

www.metalbulletin.ru

Применение аппарата АД-381Ш для электрошлаковой сварки полотнищ из стали типа 18-8 на ОАО «Балтийский завод»

Ю.Н. Ланкин, д-р техн. наук, **Ю.В. Демченко**, канд. техн. наук, **А.А. Москаленко**,
В.Г. Тюкалов, **А.М. Денисенко**, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины,
М.О. Павлов, ОАО «Балтийский завод» (Санкт-Петербург)

При сооружении баков для металловодной защиты (МВЗ) на ОАО «Балтийский завод» возникла необходимость изготовления полотнищ размером от 4000×9000 мм до 7000×9000 мм из высоколегированной стали 08Х18Н10Т толщиной 40–50 мм. Полотнища сваривали из отдельных листов прямолинейными швами протяженностью 4000–7000 мм. После анализа возможных способов сварки остановились на электрошлаковой сварке (ЭШС), поскольку она обеспечивает минимальные поперечные угловые деформации стыкового сварного шва. Кроме того, ЭШС характеризуется высокой устойчивостью протекания процесса и как автоматический способ обеспечивает повторяемость качества сварного соединения, высокую производительность и практически исключает влияние человеческого фактора при выполнении швов.

Для сварки прямолинейных стыков изделий, в том числе из нержавеющей стали, возможно применение трех основных способов ЭШС: электродом большого сечения, плавящимся мундштуком и проволочными электродами. Выбор конкретного способа определяют особенности конструкции свариваемого изделия, в данном случае толщина 40–50 мм и длина швов 7000 мм. Способ сварки электродом большого сечения обычно используется для коротких швов длиной до 1000 мм. ЭШС плавящимся мундштуком применима для швов средней протяженности длиной 600–4000 мм при толщине металла более 100 мм. При сварке же швов длиной более 2000 мм небольшой толщины (до 100 мм) наиболее целесообразным представляется способ ЭШС проволочным электродом.

В настоящее время в СНГ широко известны несколько типов аппаратов для электрошлаковой сварки проволочными электродами, разработанных более 40 лет тому назад в ИЭС им. Е.О.Патона, в частности А-820, А-535.

Монтажный аппарат А-820 предназначен для ЭШС металла толщиной 30–60 мм одним электродом и оснащен подающим меха-

низмом толкающего типа. Причем сварочная проволока из подающего механизма в мундштук подается по гибкому каналу, наличие которого значительно снижает надежность подачи в зону сварки, особенно аустенитной проволоки, которая значительно мягче углеродистой. К тому же, скорость подачи электродной проволоки фиксированная и устанавливается заменой шестерен в редукторе. Эти особенности аппарата А-820 не позволяют рекомендовать его для сварки таких ответственных конструкций, как баки МВЗ.

Аппарат А-535 стационарного типа, массой более 350 кг, рассчитан на сварку металла толщиной до 450 мм, когда оправдано использование всех его трех подающих механизмов. Его применение требует изготовления специализированного нестандартного оборудования, как минимум, колонны высотой более 7000 мм. До сегодняшнего дня основные механизмы и схемы управления аппаратов А-820 и А-535 не модернизировались.

Специализированный двухэлектродный аппарат нового поколения АД-381Ш для автоматической электрошлаковой сварки металла толщиной 30–100 мм (разработан ИЭС в 2003 г.) состоит из четырех быстро-монтажных модулей, оснащенных двумя подающими механизмами с независимым плавным регулированием скорости подачи каждой из проволок (рис. 1). В отличие от А-820 в нем отсутствуют гибкие направляющие каналы для подачи электродной проволоки. Использование стального уголка в качестве направляющей для перемещения аппарата при сварке швов любой протяженности позволяет легко адаптировать его к любому специализированному сборочно-сварочному оборудованию. Аппарат прошел производственные испытания в условиях ОАО «Міттал Стіл Кривий Ріг» и ЕМЗ (Енакиеве).

Техническая характеристика АД-381Ш:

Толщина свариваемого металла, мм . . .	30–100
Количество электродов, шт.	2
Диаметр электродов, мм	3
Сила сварочного тока на каждый электрод при ПВ=100%, А, не более . . .	1000
Скорость подачи электрода, м/ч.	0–450
Скорость перемещения автомата, м/ч. . .	2–6
Масса аппарата, кг, не более	60

На основании изложенного с учетом технических характеристик, производственного опыта и испытаний наиболее подходящим для ЭШС протяженных швов полотнищ баков МВЗ в условиях Балтийского завода был признан аппарат АД-381Ш.

Листы под сварку собирали в вертикальном положении на специализированном сборочно-сварочном стенде конструкции завода (рис. 2). Листы прижимали винтовыми домкратами, деформация свариваемых кромок не превышала 3 мм, скобы не устанавливали. Требуемую величину сборочного зазора определяла конфигурация входных карманов. Для частичной компенсации деформаций в процессе сварки в разделку устанавливали «сухари», размеры и количество которых зависело от длины шва. После сборочных работ проводили обязательное обезжиривание свариваемых кромок и прилегающих к ним поверхностей. Закрепляли рельсовый путь — уголок, на котором устанавливали и настраивали сварочный аппарат. Для сварки полотнищ из стали 08Х18Н10Т использовали сварочную проволоку марки Св04Х19Н11М3 диаметром 3 мм по ГОСТ 2246-70 в сочетании с флюсом марки ОФ-6 по ОСТ 5.9206-75.

Режим ЭШС: $U_{св}=34...36$ В, $I_{св}=450...500$ А, глубина шлаковой ванны 40–50 мм, скорость сварки 1 м/ч, ток постоянный, полярность обратная; в качестве источника питания использован выпрямитель ВДУ-1602.

Для выполнения работ Межотраслевым учебным аттестационным центром ИЭС им. Е.О. Патона подготовлены и аттестованы по специализации электрошлаковая сварка электросварщики ОАО «Балтийский завод».

При изготовлении полотнищ для двух баков МВЗ электрошлаковой сваркой было выполнено 50 прямолинейных швов общей протяженностью около 250 м. Результат рентгенографического контроля всех сварных соединений соответствовал баллу 3 по ОСТ 5Р.9634-75. Качество швов контролировали также визуально-оптическим мето-

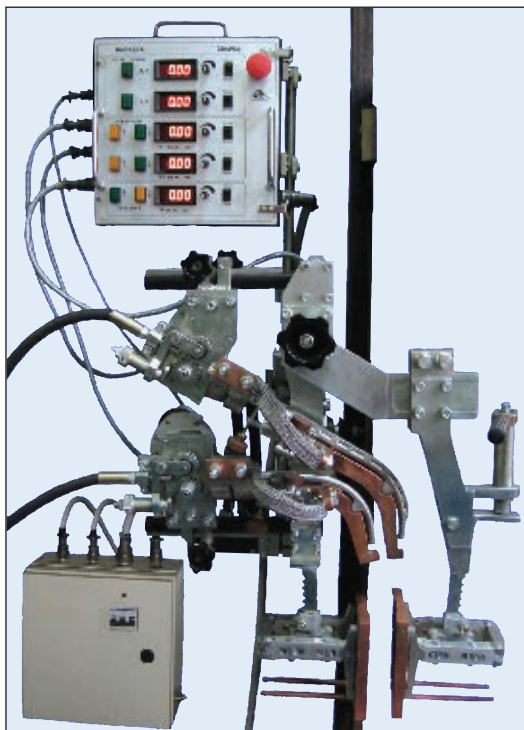


Рис. 1.
Монтажный
аппарат
для электро-
шлаковой
сварки
АД-381Ш



Рис. 2. Электрошлаковая сварка полотнищ из стали 08Х18Н10Т толщиной 40 мм аппаратом АД-381Ш

дом с применением 3–5-кратного увеличения. Макро- и микроструктура, механические свойства, стойкость к МКК оценивали по результатам исследования металла сварных соединений контрольных проб (размер свариваемых пластин не менее 500×800 мм), выполненных на режимах, назначенных для основного производства. Качество всех сварных соединений соответствует Правилам классификации и постройки морских судов (Морской Регистр), а также нормам и правилам, действующим в атомной промышленности.

● #1155

Опыт наплавки роликов для системы транспортировки горячего металла

И.А. Рябцев, д-р техн. наук, Я.П. Черняк, канд. техн. наук, В.А. Жданов, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, А.Н. Гуськов, Е.Ю. Череповский, СП «Индустрия-Сервис» (Киев)

Ролики для системы транспортировки горячего металла работают в сложных условиях абразивного изнашивания и циклических термических и механических нагрузок. Учитывая возможность попадания на поверхность роликов охлаждающей воды, металл роликов должен также противостоять коррозии. Температура на поверхности роликов диаметром 300–350 мм и массой около 400 кг в точке контакта с транспортируемым слитком периодически повышается до 450–550°C. В результате на рабочей поверхности роликов образуется сетка трещин разгара, которые по мере развития создают угрозу поломки роликов. Контактные давления со стороны нагретого слитка в сочетании с абразивным воздействием окалины вызывают повышенное изнашивание рабочей поверхности ролика. Поэтому рабочий слой роликов должен быть термостойким и износостойким. Кроме того, ролики могут выходить из строя из-за перегрева опорных подшипников качения и их заклинивания. В зависимости от конкретных условий эксплуатации (места ролика в транспортирующей системе, его конструкции, технологической культуры производства) может преобладать одна из вышеперечисленных причин выхода ролика из строя. Средний срок службы роликов составляет 5–6 мес.

В связи с большим расходом роликов, изготавливаемых из легированной термостойкой и высокопрочной стали 5ХВ2СФ, и их высокой металлоемкостью существует проблема высокопроизводительного и качественного их восстановления. Необходимо также решить проблему выхода роликов из строя в результате заклинивания опорных подшипников качения.

Стандартная технология производства роликов предусматривает их изготовление из

поковки стали 5ХВ2СФ с внутренним центральным охлаждающим каналом (рис. 1, а).

Предложена новая технология изготовления бандажированных роликов (рис. 1, б), конструкция которых позволяет более эффективно отводить тепло от их поверхности, тем самым устранять заклинивание подшипников из-за перегрева роликов. Бандажированные ролики изготавливают из стали 35, что значительно снижает их стоимость.

Наиболее эффективным способом восстановления и повышения стойкости роликов является наплавка на их рабочую поверхность слоя стали, обладающей высокой абразивной износостойкостью, термической и коррозионной стойкостью.

Опыт показывает, что для таких условий в наилучшей степени подходят хромистые стали мартенситного или мартенситно-ферритного класса. Содержание хрома в таких сталях 13–17%. Содержание углерода в них ограничено 0,2%, что обеспечивает достаточную стойкость против горячих трещин. Для повышения термической стойкости хромистый наплавленный металл легируют молибденом. Небольшие присадки никеля улучшают пластичность, а ванадия — износостойкость.

В ходе работы была проведена оценка и выбраны материалы для опытно-промышленной наплавки изношенных роликов и бандажей для изготовления новых роликов. Оценивали ряд марок порошковой проволоки, обеспечивающей получение наплав-

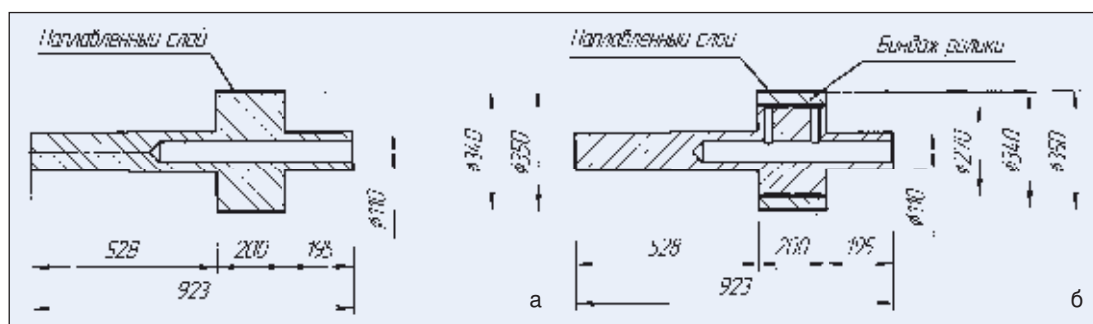


Рис. 1. Ролики с центральным охлаждающим каналом для системы транспортировки горячего металла: а — стандартный; б — бандажированный с охлаждаемым бандажом

Таблица 1. Химический состав и твердость металла, наплавленного порошковой проволокой

Марка порошковой проволоки	Массовая доля элементов в наплавленном металле, %							Твердость, HRC ₉
	C	Mn	Si	Cr	Mo	Ni	V	
ПП-Нп-15Х13	0,15	0,7	0,5	12,6	—	—	—	43–45
ПП-Нп-20Х17	0,19	0,8	0,5	16,5	—	—	—	34–37
ПП-Нп-15Х14М	0,16	0,7	0,4	14,3	0,5	—	—	38–42
ПП-Нп-15Х14НМФ	0,14	0,7	0,5	14,7	0,4	1,30	0,35	43–46
ПП-Нп-20Х17Н	0,18	0,9	0,6	16,7	—	1,15	—	39–42

ленного металла со свойствами, близкими свойствам хромистых сталей (табл. 1).

Порошковой проволокой в 5–6 слоев были наплавлены заготовки из стали Ст3, и из них были вырезаны образцы для испытаний износостойкости при трении металла по металлу при повышенных температурах и термической стойкости наплавленного металла. Испытания наплавленного металла проводили на блочно-модульной установке конструкции ИЭС им.Е.О. Патона.

Испытания на износостойкость проводили по схеме «вал-плоскость». В процессе испытаний наплавленный образец прижимали с определенным усилием к вращающемуся кольцу-контртелу диаметром 120 мм из стали 45. Кольцо-контртел до заданной температуры нагревали с помощью газовой горелки. Испытания проводили при следующих условиях: нагрузка 800 Н; скорость вращения кольца-контртела — 30 об/мин; амплитуда колебаний образца в вертикальной плоскости 20 мм, частота колебаний 62 мин⁻¹; температура образца в зоне истирания 550–600°C; время испытаний 1 ч. Процесс испытаний и образцы после испытаний показаны на рис. 2. Износостойкость наплавленного металла оценивали по потере массы ΔM наплавленного образца. Результаты испытаний (средние по трем образцам) приведены в табл. 2.

Методика испытаний термической стойкости должна учитывать оптимальные размеры и форму наплавленного образца, моделирующие напряженно-деформированное состояние детали; температуру и скорости нагрева и охлаждения образца, близкие к этим показателям для упрочняемых деталей; состояние окружающей среды и т.п. Образец должен обладать достаточной массой, чтобы в процессе его поверхностного нагрева был обеспечен градиент температур, имитирующий натурные условия. Для исследования термической стойкости из наплавленных заготовок были вырезаны образцы размерами 35×40×40 мм (рис. 3, а).

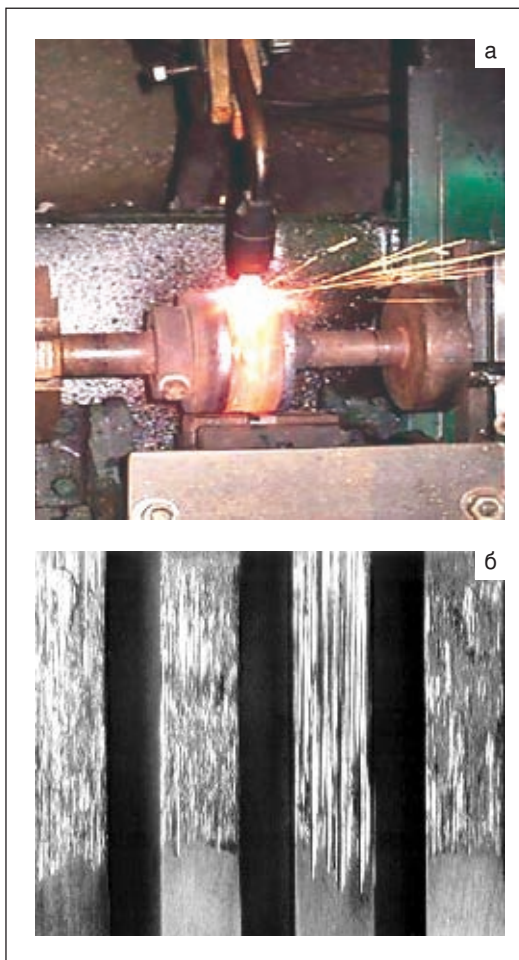


Рис. 2. Испытания на изнашивание при трении металла по металлу при повышенных температурах (а) и внешний вид образцов после испытаний (б)

Таблица 2. Результаты испытаний термостойкости и износостойкости различных материалов

Материал	Наибольшая глубина трещин разгара, мкм	Относительная термостойкость	Относительная износостойкость
5ХВ2СФ	830	1	1
15Х13	530	1,57	1,23
20Х17	480	1,73	1,44
15Х14М	600	1,38	1,14
15Х14НМФ	490	1,69	1,67
20Х17Н2	860	0,97	1,47

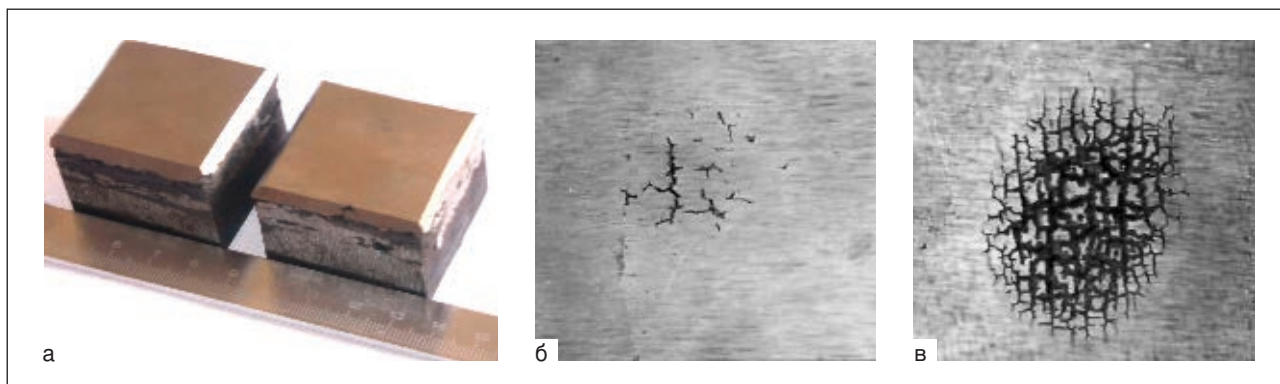
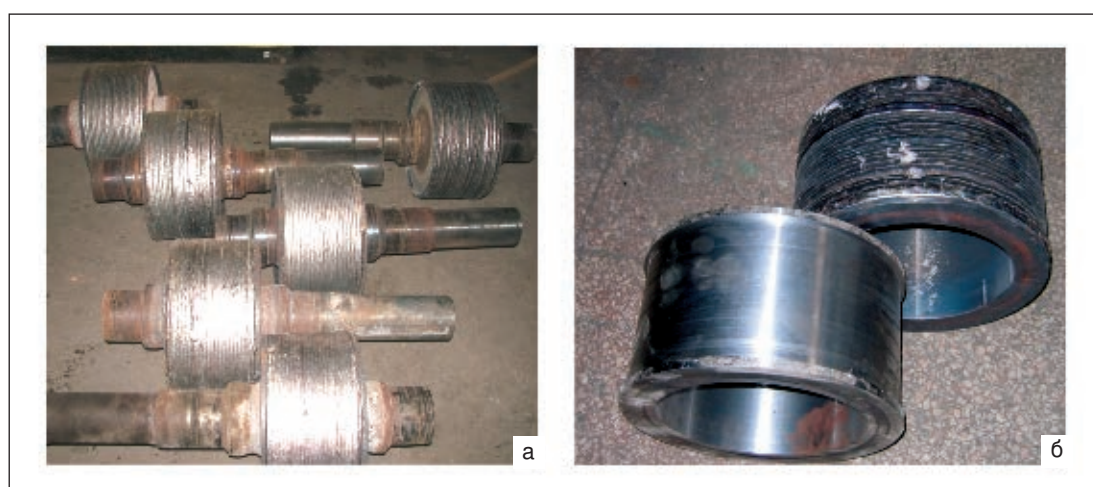


Рис. 3. Внешний вид образцов для испытаний термической стойкости (а), трещины разгара на поверхности образца стали 5XB2CF (б) и наплавленного металла 15X14НМФ (в)

Рис. 4. Внешний вид наплавленных роликов (а) и бандажей роликов (б) для транспортировки горячего металла



Наплавленную поверхность образцов шлифовали. Толщина наплавленного слоя после обработки составляла 6–8 мм.

Образец устанавливали в державку установки шлифованной наплавленной поверхностью вверх. Эту поверхность нагревали газопламенным резак. Нагрев продолжался 11 с, охлаждение мощной струей воды — 8 с. Максимальная температура образца в пятне нагрева диаметром 15 мм составляла 650–700°C, после охлаждения 60–80°C. Термостойкость опытных и серийных материалов определяли после 300 термических циклов по внешнему виду сетки трещин разгара на поверхности образца (рис. 3, б, в) и по наибольшей глубине самих трещин; за эталон была принята сталь 5XB2CF как основной материал роликов. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, оптимальным сочетанием износостойкости при повышенных температурах и термической стойкости обладает металл, наплавленный порошковой проволокой ПП-Нп-15X14НМФ. Эта проволока и была использована для восстановления изношенных роликов (10 шт.) и

наплавки бандажей для новых роликов (4 шт.) (рис. 4).

На ОАО «Енакиевский металлургический завод» проведены промышленные испытания опытной партии роликов, которые подтвердили более высокие эксплуатационные качества металла, наплавленного порошковой проволокой ПП-Нп-15X14НМФ, по сравнению с эксплуатационными качествами стали 5XB2CF. Стойкость бандажированных наплавленных роликов также была не ниже стойкости новых роликов, изготовленных из стали 5XB2CF. Применение новой конструкции охлаждения роликов позволило исключить их выход из строя из-за перегрева и заклинивания подшипников качения.

Промышленные испытания наплавленных роликов для системы транспортировки горячего металла показали техническую и технико-экономическую эффективность применения предложенных материалов, особенно в сочетании с новой конструкцией охлаждения бандажированных роликов, которая позволяет отказаться от дорогостоящей стали 5XB2CF для их изготовления. ● #1156

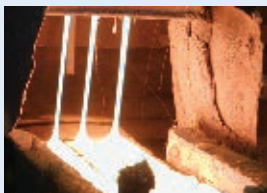


ПАО «ЗАПОРОЖСТЕКЛОФЛЮС»

Украинское предприятие
ПАО «Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий» является на протяжении многих лет одним из крупнейших в Европе производителей сварочных флюсов и силиката натрия. На сегодняшний день мы предлагаем более 20 марок сварочных флюсов.

На заводе разработана и внедрена Система управления качеством с получением Сертификатов TUV NORD CERT GmbH на соответствие требованиям стандарта ISO 9001:2008 и Государственного предприятия Научно-технического центра «СЕПРОЗ» ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины на соответствие требованиям ДСТУ ISO 9001:2009 (ISO 9001:2008, IDT).

Благодаря тесному сотрудничеству с ИЭС им. Е. О. Патона завод освоил производство сварочных флюсов **двойным рафинированием расплава**. Этот наиболее прогрессивный способ варки флюсов, защищенный патентами, существенно улучшил сварочно-технологические свойства флюсов при сохранении благоприятного соотношения качества и цены.



СВАРОЧНЫЕ ФЛЮСЫ
для автоматической и полуавтоматической сварки и наплавки углеродистых и низколегированных сталей.

АН-348-А, АН-348-АМ, АН-348-АД,
АН-348-АП, АН-47, АН-47Д, АН-47П,
АН-60, АН-60М, ОСЦ-45, АНЦ-1А,
ОСЦ-45 мелкой фракции.
(ГОСТ 9087-81, ТУ У 05416923.049-99, ГОСТ Р 52222-2004).

СИЛИКАТ НАТРИЯ РАСТВОРИМЫЙ, силикатный модуль от 2,0 до 3,5.
Широко применяется для изготовления жидкого стекла и сварочных электродов.

Продукция сертифицирована в УкрСЕПРО, Системе Российского Морского Регистра судоходства, Госстандарта России, TUV Nord.

Основные потребители — металлургические, машиностроительные, мостостроительные, судостроительные, вагоностроительные предприятия, нефтегазовый комплекс, которым мы всегда гарантируем **стабильность поставок и самые низкие в СНГ цены.**

Наша цель — более полное удовлетворение Ваших потребностей в качественных и современных сварочных материалах.

ПАО «Запорожстеклофлюс»
Украина, 69035, г. Запорожье,
ГСП-356, ул. Диагональная, 2.
Отдел внешнеэкономических
связей и маркетинга

Тел.: +380 (61) 289-0353; 289-0350
Факс: +380 (61) 289-0350; 224-7041
E-mail: market@steklo-zp.ua
<http://www.steklo-flus.com>

Официальный представитель ПАО «Запорожстеклофлюс» по реализации флюсов сварочных на территории Российской Федерации
ЗАО «ЕвроЦентр», г. Москва. Отгрузка со складов Москвы, Курска.
Тел. (495) 646-2755, 988-3897 — Коваленко Людмила Викторовна,
Кашацев Владимир Викторович, Кашацев Юрий Викторович

НАВКО-ТЕХ

Automatic machines and robots for arc welding

Автоматические установки и роботы для дуговой сварки и наплавки



УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ ШВОВ

УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ

РОБОТТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ СВАРКИ

СВАРОЧНАЯ АППАРАТУРА



Украина. Киев
Тел.: +38 044 456-40-20
Факс: +38 044 456-83-53

<http://www.navko-teh.kiev.ua>

E-mail: info@navko-teh.kiev.ua

ООО «Триада-сварка»
с 1992 г. на рынке
сварочного оборудования
Украины



**ТРИАДА
СВАРКА**



СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОСТАВЩИК
СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



**РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
СВАРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПОЛНАЯ
КОМПЛЕКТАЦИЯ
СВАРОЧНЫХ
ПРОИЗВОДСТВ**

**РЕМОНТ ЛЮБОГО
СВАРОЧНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ**

**ПУСКО-НАЛАДОЧНЫЕ
РАБОТЫ**

**ШИРОКИЙ ВЫБОР
СВАРОЧНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ**

Украина, г. Запорожье
ул. 40 лет Сов. Украины, 82, оф. 79
weld@triada-zp.ua
triada-weld.com.ua

тел.: (061) 220-00-79
(061) 213-22-69
факс: (061) 233-10-58
(0612) 34-36-23



Если у Вас возникли вопросы по технологии сварки, организации рабочих мест сварщиков, правильному выбору сварочных материалов и оборудования, Вы можете отправить письмо в редакцию журнала по адресу: 03150 Киев, а/я 52 или позвонить по телефону (044) 200 80 88. На Ваши вопросы ответит кандидат технических наук, Международный инженер-сварщик (IWE) Юрий Владимирович ДЕМЧЕНКО.

Расскажите, пожалуйста, об особенностях процесса односторонней двухточечной контактной сварки.

Г. Грачев (Донецк)

При сварке некоторых конструкций не всегда возможен двусторонний подход электродов к месту соединения. В таких случаях может быть использована односторонняя двухточечная сварка. Преимуществами сварки этого вида являются повышение производительности вдвое в результате постановки одновременно двух точек и меньшая электрическая мощность оборудования

благодаря небольшим размерам сварочного контура. В связи с односторонним подводом тока облегчена механизация и автоматизация процесса сварки.

На практике в большинстве случаев одностороннюю сварку выполняют с использованием токоподводящей подкладки (рис. 1, а) или короткозамкнутых электродов (рис. 1, б). При определенных соотношениях толщины деталей и шага точек возможна сварка без подкладки (рис. 1, в). Иногда используют одностороннюю сварку с холостым электродом (рис. 1, г).

Основной особенностью процесса односторонней двухточечной сварки является то, что через контакт между свариваемыми листами проходит не весь ток, подводимый электродами. Часть общего тока I_0 (рис. 2) шунтируется листом, контактирующим с электродами. Этот ток $I_{ш}$ непосредственно в процессе сварки не участвует, а лишь увеличивает I_0 . Ток, протекающий по нижнему листу $I_{нл}$, при сварке на подкладке не оказывает существенного влияния на формирование соединения, так как его величина мала по сравнению с током в подкладке $I_{п}$. При сварке без подкладки (см. рис. 1, в) $I_{нл}$ увеличивается и сильно нагревает нижний лист, вызывая деформации деталей под действием $F_{св}$.

Величина $I_{ш}$ зависит от удельного электросопротивления металла, сочетания толщин деталей, режима сварки и расстояния между электродами (шаг t). Ток $I_{ш}$, повышая I_0 , увеличивает плотность тока в контакте электрод — деталь, что вызывает образование наружных выплесков и повышенное изнашивание электродов. Установлено, что $I_{ш}$ возрастает с уменьшением и увеличением толщины листа, контактирующего с электродами. Так, например, при сварке листов из стали 08X18H9T толщиной 2+1 мм с шагом 20 мм средняя плотность тока в контакте электрод — деталь возрастает

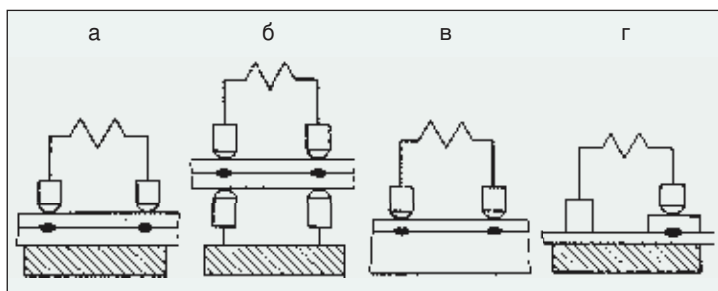


Рис. 1. Схемы односторонней двухточечной сварки: а — сварка на токопроводящей подкладке; б — сварка с использованием замкнутых нижних электродов; в — сварка без токопроводящей подкладки; г — сварка с холостым электродом

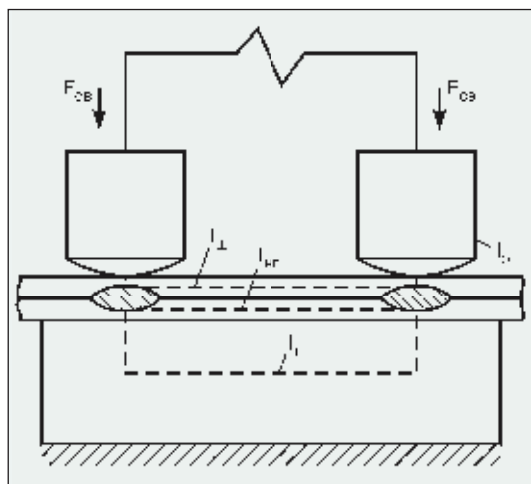


Рис. 2. Распределение тока при односторонней сварке

вдвое ($I_{ш} = 0,5I_0$) по сравнению с двусторонней сваркой деталей той же толщины (рис. 3, кривая 1).

Особенно значителен $I_{ш}$ при сварке стали 30ХГСА (рис. 3, кривая 3), поэтому сварку деталей толщиной 1,5+1,5 мм можно выполнить только с шагом более 40 мм. Уменьшение шага делает сварку невозможной из-за наружных выплесков и сильного нагрева листа, контактирующего с электродами. В процессе сварки $I_{ш}$ снижается вследствие увеличения сопротивления листа при нагреве и имеет максимальное значение в момент включения тока, что и вызывает наружный выплеск и изнашивание электродов. Поэтому при односторонней сварке положительное влияние оказывает использование тока с плавным нарастанием. В этом случае постепенно стабилизируется контакт электрод — деталь, сопротивление контакта уменьшается, что исключает наружный выплеск. Устранение наружных выплесков возможно также путем повышения $F_{св}$, однако при этом возрастает необходимый сварочный ток $I_{св}$, а следовательно, $I_0 = I_{св} + I_{ш}$ (где $I_{св} = I_{нл} + I_{п}$).

Установлено, что с повышением $I_{ш}$ при уменьшении шага для получения литой зоны точек одних и тех же размеров требуется несколько меньший $I_{св}$. Это объясняется следующим. Чем больше $I_{ш}$, тем выше температура нагрева листа со стороны электродов непосредственно в месте, прилегающем к зоне образования литого ядра точки, и для расплавления металла требуется меньший $I_{св}$, который протекает через контакт деталь — деталь.

Особенность сварки без токопроводящей подкладки заключается в сильном нагреве свариваемых деталей, в результате возрастания токов $I_{ш}$ и $I_{нл}$ ($I_{св}$). С увеличением толщины нижнего листа (см. рис. 2) уменьшаются шунтирование тока в верхнем листе и нагрев нижнего листа. Однако возникают затруднения, присущие сварке деталей неравной толщины. Поэтому для каждого металла и заданного t есть определенное оптимальное сочетание толщин деталей, при котором возможно получение качественных соединений.

Например, при толщине 2+2 мм после включения тока начинается образование зоны нагрева под электродом в верхнем листе. В этом месте в данный момент существует максимальная плотность тока за счет $I_{ш}$ и $I_{нл}$. По мере нагрева верхнего листа его сопротивление возрастает, плотность тока в

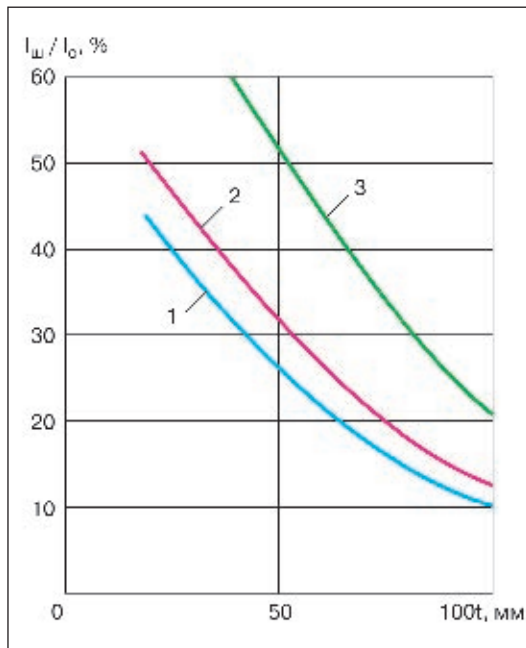


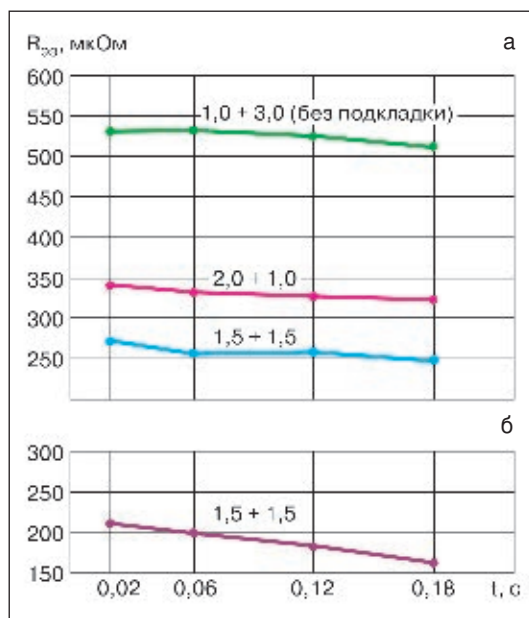
Рис. 3. Зависимость отношения $I_{ш}/I_0$ от шага точек t для различных металлов: 1 — сталь 08Х18Н9Т, 1,5+1,5 мм; 2 — сталь 08Х18Н9Т, 2+1 мм; 3 — сталь 30ХГСА, 1,5+1,5 мм

начальной зоне нагрева уменьшается и зона максимального нагрева распространяется к стыку листов. Этому способствует также увеличение теплоотвода в электроды при увеличении площади контакта электрод — деталь вследствие деформации нагретого металла. Под влиянием $I_{ш}$ зона расплавления смещается в сторону соседнего электрода и может даже в этом месте выходить на поверхность листа, образуя наплывы металла.

Такой же характер формирования литой зоны наблюдается, когда лист со стороны электродов толще, чем лист со стороны подкладки. Таким образом, в указанных случаях сварки литая зона первоначально образуется в листе со стороны электродов, а не в контакте деталь — деталь, как при двусторонней сварке. Исследование нагрева моделей соединений листов той же толщины при $t=60$ мм показало, что процесс формирования литой зоны идет так же, как при двусторонней сварке.

Для выполнения сварки при отсутствии токопроводящей подкладки и $t=20$ мм, необходимо, чтобы нижний лист был значительно толще, чем лист со стороны электродов. Так, для стали 08Х18Н9Т толщиной 1+3 мм и при $t=20$ мм не удастся получить взаимное проплавление листов. Увеличение силы тока приводит лишь к наружному выплеску $I_{ш}$, проходя по верхнему листу,

Рис. 4.
Изменение R_{Σ} в процес-
се одно-
сторонней
двухточечной
сварки:
а — $t=60$ мм;
б — $t=20$ мм
(сталь
08Х18Н9Т)



сильно нагревает место контакта электрод — деталь, при этом непрерывно увеличивается площадь контакта деталь — деталь, а плотность тока уменьшается. Увеличению площади контакта деталь — деталь

способствует также сильный нагрев толстого листа. При сочетании толщин 1+3 мм и $t=40$ мм наблюдается слабое проплавление листов в месте наибольшей плотности тока. Нормальное сварное соединение стали 08Х18Н9Т толщиной 1+3 мм удастся получить при $t=60$ мм.

Указанный характер формирования литой зоны при односторонней сварке часто затрудняет получение взаимного проплавления деталей при малом шаге точек, особенно без токопроводящей подкладки.

Для определения пригодности существующего оборудования для односторонней сварки, а также при создании нового оборудования необходимо знать сопротивление контакта электрод — электрод (R_{Σ}) и характер его изменений при односторонней сварке (рис. 4). В процессе сварки на подкладке, например стали 08Х18Н9Т, R_{Σ} снижается, а при сварке без подкладки его изменения незначительны. В случае уменьшения t сопротивление R_{Σ} также уменьшается. Однако при односторонней сварке R_{Σ} значительно выше, чем при двусторонней. ● #1157

Х МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2011

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

22-25

НОЯБРЯ 2011 г.

Генеральные информационные партнеры:

Технический партнер:

Ufi Approved Event

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
Украина, Киев, Броварской пр-т, 15
"Левобережная"

ОРГАНИЗАТОР:
ООО "Международный выставочный центр"
ПРИ ПОДДЕРЖКЕ
Украинской Национальной Компании
"Укрстанкоинструмент"

ИЕК

ООО "Международный выставочный центр"
Украина, 02660, Киев, Броварской пр-т, 15
☎ (044) 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58
e-mail: lilia@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua, www.tech-expo.com.ua

Информационная поддержка:



Днепрометиз

Группа предприятий «Северсталь-метиз»

ПАО «Днепрометиз» - крупнейшее предприятие Украины в метизной отрасли, входит в международную группу производителей «Северсталь-метиз»

www.dneprometiz.com.ua

т/ф: (0562) 35-81-50, 35-83-69, 35-15-97

Украина. 49081, г. Днепропетровск. пр. газеты „Правда“. 20

ПРОВОЛОКА:

сварочная Св-08 (А), Св-08Г2С

Вр-1 для армирования ЖБК

общего назначения без покрытия

термообработанная черная

оцинкованная

колючая

ФИБРА

стальная

СЕТКИ:

плетеные

рифленные

ГВОЗДИ

БОЛТЫ

ГАЙКИ



ОАО «ЗОНТ»

торговая
марка

АВТОГЕНМАШ

Украина, 65104, г. Одесса

пр. Маршала Жукова, 103

тел. (048) 717-0050

факс (048) 715-6950

E-mail: oaozont@zont.com.ua

URL: www.zont.com.ua

- ♦ Лазерные комплексы
- ♦ Плазменные комплексы
- ♦ Газорезущее оборудование
- ♦ Торговые марки машин — «Комета М», «Метеор», «АСШ-70», «Радуга»



WELDOTHERM®

G.M.B.H. ESSEN

Оборудование для термической обработки из Эссена

Уже 10 лет Ваш надежный партнер на рынке Украины

ООО «Велдотерм-Украина»

Филиал Weldotherm® GmbH Essen, Германия

Украина, 77311, Ивано-Франковская обл., г. Калуш-11, а/я 18

Т./ф. (03472) 6-03-30. E-mail: weldotherm@ukrpost.ua

www.weldotherm.if.ua



- Установки для термообработки сварных соединений серии VAS™, Standard™, Standard Europa™.
- Высокоскоростные газовые горелки для проведения объемной термической обработки сосудов целиком.
- Инфракрасные газовые и электрические нагреватели.
- Расходные материалы в ассортименте (изоляция, нагревательные элементы, приборы контроля температуры и т. д.)
- Сдача установок для термообработки сварных соединений в аренду.
- Услуги по термообработке.
- Гарантийное и послегарантийное обслуживание оборудования.



MTI MIGATEH industries

УСТАНОВКИ ДЛЯ ЗАРЯВАННЯ ТРУБ



КОЛОНИ ТА ЗАРЯВАНЬНІ КОМПЛЕКСИ



тел. (044) 360-25-21, факс (044) 498-01-82

www.migateh.com.ua

ТЕХНОЛОГІЇ, ЩО ЗБЕРІГАЮТЬ ЕНЕРГІЮ

Тенденции развития технологий сварочного производства*

Г. И. Лащенко, канд. техн. наук, НТК «Институт электросварки им Е.О.Патона»

Мировой производственный опыт, накопленный в последние десятилетия, подтвердил, что автоматизация технологических процессов и комплексная автоматизация продолжают оставаться магистральным направлением развития современного производства. В то же время повышение уровня автоматизации в сварочном производстве диктует необходимость разработки и реализации таких технических решений, которые будут экономически эффективны при относительно частой сменяемости продукции и небольших партиях выпуска свариваемых изделий заданных типоразмеров. То есть речь идет о гибкой автоматизации, которую реализуют с помощью роботов.

Роботизация сварочного производства.

В настоящее время в сварочном производстве промышленно развитых стран с помощью роботов выполняют сварочные и другие технологические операции; производят загрузку и разгрузку сварочных установок, станков и машин; осуществляют сборку заготовок перед сваркой (сборочные роботы); транспортируют заготовки и сварные конструкции между технологическими позициями сварки, сборки, контроля, складирования и других операций сварочного производства (транспортные роботы).

В сварочном производстве наибольший удельный вес занимают роботы для контактной точечной и газoeлектрической дуговой сварки плавящимся и неплавящимся

электродом (рис. 2). В то же время в последние годы растет количество роботов для лазерной и лазерно-дуговой сварки, сварки трением с перемешиванием (СТП), ударно-конденсаторной приварки шпилек и др.

Лидерами производства базовых моделей промышленных роботов (ПР) ныне являются крупные транснациональные фирмы, среди которых ABB Robotics (США), FANUC (Япония), KUKA и C.Cloos (Германия), International Robotics (США), суммарный объем продаж которых уже превысил 70% мирового объема продаж роботов. Среднемировая цена единичного сварочного робота снизилась с 105 тыс. дол. в 1999 г. до 20–40 тыс. дол. в 2006 г. При этом функциональные показатели и надежность роботов улучшилась.

Исполнительные механизмы роботов стали изящнее и меньших габаритов, что повлекло за собой снижение инерционности и, как следствие, увеличение скорости подачи рабочего инструмента в нужное место, современные роботы комплектуют сенсорными устройствами, средствами диагностики, специальными захватами для быстрой смены инструмента и др.

Еще десять лет тому назад в мире уже эксплуатировалось более 220 тыс. единиц сварочных роботов (табл. 1). В 2010 г. их количество превысило 360 тыс. единиц.

Наиболее широкое промышленное применение роботы находят в серийном и крупносерийном производстве (автомобилестроение, строительно-дорожное, электротехническое и энергетическое оборудование, электронные приборы).

Снижение стоимости единичных ПР и повышение их функциональных возможностей создало реальные предпосылки для роботизации мелкосерийного производства сварных конструкций и изделий в условиях малых и средних предприятий.

Благодаря применению роботов также удается исключить проектирование и изготовление специализированных сварочных

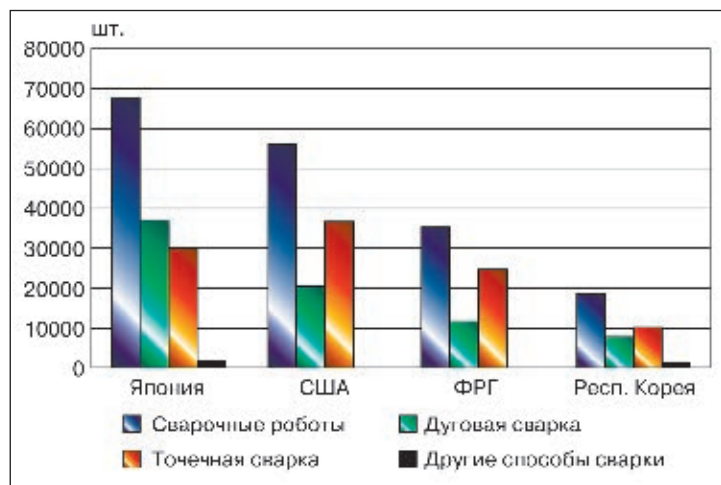


Рис. 2. Структура парка сварочных роботов (класс IFR:160) ряда ведущих стран мира

* Продолжение. Начало в №3–2011.

станков-автоматов или механизированных линий для определенного типоразмера сварных изделий, что значительно повышает эффективность производства даже при сравнительно малых объемах выпуска широкой номенклатуры сварных конструкций.

Хорошие экономические результаты достигают, сочетая при сварке различных изделий роботизированную и механизированную (полуавтоматическую) сварку. В этом плане можно сослаться на фирму Carl Cloos Sehweisstechnik (Германия), которая поставила для одного из заводов фирмы Siemens комплект оборудования стоимостью около 4 млн. евро, включающий две параллельные линии длиной 70 м, в составе которых четыре сварочных робота Romat и 20 постов для механизированной сварки, предназначенные для сварки рам колесных тележек подвижного состава железных дорог. Роботизированное изготовление продольной балки рамы тележки осуществляют дуговой сваркой плавящимся электродом в смеси газов. Система мониторинга документирует все параметры процесса сварки.

Обычно принято считать, что роботизированная дуговая сварка под флюсом мало перспективна, и предпочтение отдают роботизированной дуговой сварке в защитных газах. Однако недавно компания KUKA Systems презентовала находящуюся в состоянии отладки автоматизированную систему, занимающую площадь 7500 м², предназначенную для многофункционального производства грузовых вагонов, в состав которой входят роботы для дуговой сварки под флюсом. По мнению специалистов фирмы, роботизированная дуговая сварка под флюсом обеспечивает максимальную гибкость и качество, особенно при сварке листового металла толщиной от 4 до 100 мм. Области ее применения охватывают наплавку и сварку в судостроении, при производстве железнодорожных вагонов и сельскохозяйственной техники, тяжелых промышленных или строительных транспортных средств.

Главными аргументами в пользу применения роботизированной дуговой сварки в мировом сварочном производстве являются:

- обеспечение конкурентоспособности продукции за счет высокого качества сварных соединений и его стабильности при высокой производительности процесса изготовления сварных конструкций и изделий;

Таблица 1. Парк сварочных и сборочных промышленных роботов в ряде ведущих стран мира в 2003 г., шт./ %

Страна	Класс IFR:160 Сварка	Класс IFR:200 Сборка	Всего ПР (справочно)
Финляндия	382 / 11,2	866 / 25,4	3407
Франция	11391 / 43,6	1473 / 5,6	26137
Германия	34683 / 30,8	9514 / 8,4	112693
Италия	10338 / 20,7	2399 / 4,8	50043
Япония	67539 / 19,4	120410 / 34,5	348734
Республика Корея	17485 / 36,5	7359 / 15,4	47845
Польша	118 / 20,2	41 / 7,0	584
Испания	10617 / 53,5	776 / 3,9	19847
Швеция	2478 / 35,6	504 / 7,2	6589
Великобритания	6888 / 49,1	459 / 3,3	14015
США	55631 / 49,5	7591 / 6,8	112389
Всего в мире	221689 / 27,7	152272 / 19,0	800779 / 100

- возможность компенсации дефицита высококвалифицированных рабочих-сварщиков;
- возможность качественного улучшения экономических условий и снижения вредного влияния сварки на здоровье основного и вспомогательного персонала;
- обеспечение гибкости средств автоматизации в условиях мелкосерийного сварочного производства, доля которого постоянно возрастает.

К сожалению, приведенные выше аргументы пока не стали толчком для активного внедрения роботизированной сварки в Украине и России, как и в целом на постсоветском пространстве. В качестве причин такой ситуации следует выделить продолжающуюся стагнацию и деградацию машиностроения Украины и России, отсутствие реальных крупных программ по его развитию, а также стимулированию создания высокотехнологичных импортозамещающих производств различного профиля.

По мнению отечественных специалистов в области роботизации дуговой сварки (см. *Опыт создания и промышленной эксплуатации робототехнологических комплексов дуговой сварки / С.В. Дубовецкий, С.В. Можжев, А.Е. Фролов и др. // Сварщик. — 2002. — №4. — С. 14–15*), эффективное внедрение этой технологии на постсоветском пространстве возможно при одновременном выполнении следующих условий:

- изделие выпускают мелкими и средними партиями, а его конструкция по мере выпуска претерпевает некоторые изменения;

- швы сварных соединений конструкций сложной формы короткие и различным образом ориентированы в пространстве;
- к швам сварных соединений предъявляют повышенные требования стабильности качества (от изделия к изделию) с минимальным влиянием на последнее «человеческого фактора»;
- разработка, изготовление и обслуживание специального сварочного автомата или установки дороже применения серийно выпускаемого робота;
- предельные отклонения размеров свариваемых деталей конструкции не превышают допустимых (в случае применения роботов, функционирующих по жесткой программе);
- высокая культура заготовительного и сварочного производства, наличие на предприятии соответствующих ремонтных служб по наладке и ремонту робототехнологических комплексов (РТК);
- создание на предприятии (как в моральном, так и в материальном отношении) условий для обслуживающего робот персонала, стимулирование бесперебойности работы РТК.

Технический анализ и просто здравый смысл позволяют утверждать, что в Украине технология роботизированной дуговой

сварки имеет перспективу распространения, в первую очередь, в сельскохозяйственном и транспортном машиностроении. Именно в этих отраслях много сварных конструкций рамного типа с короткими швами, расположенными в различных пространственных положениях, к которым предъявляют высокие требования по качеству.

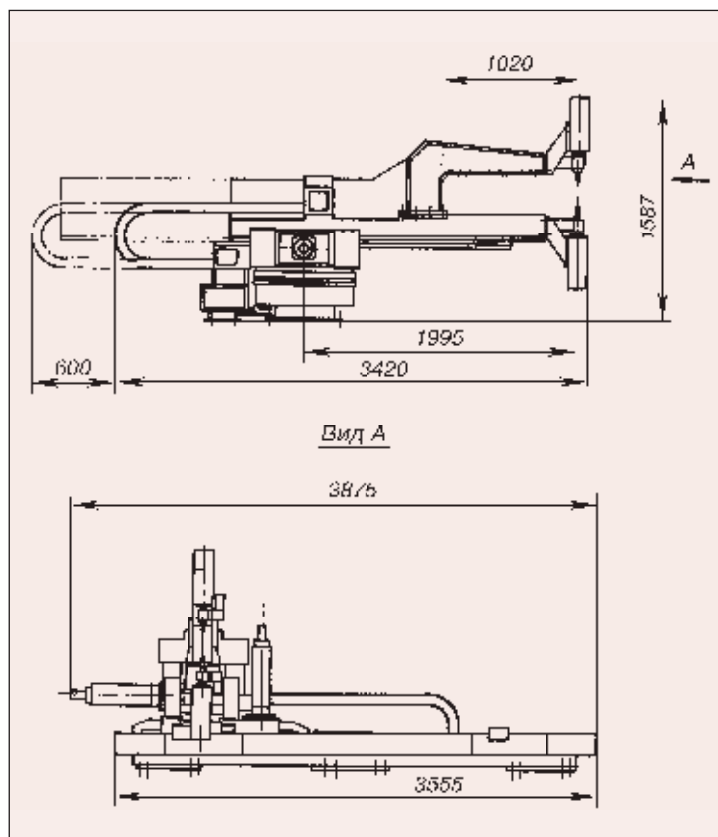
Что касается роботизации контактной точечной сварки, то эта технология наиболее широко распространена в мире в автомобильной промышленности при выполнении кузовных работ.

В автомобильной промышленности обычно используют универсальные роботы для контактной точечной сварки с пятью-шестью степенями подвижности. Такие же роботы используют и для сварки других изделий с часто сменяющейся номенклатурой. Так, при изготовлении корпусов шкафов для одежды, имеющих размеры от 300×300×200 до 2200×1200×650 мм, фирма-изготовитель должна была сменять 30–40 моделей за неделю, причем контактную точечную сварку требовалось производить с одной установки. Для решения этой задачи фирма TSR (Италия) создала комплект оборудования, в который входят два рабочих стола, обслуживаемых шестиосным роботом, причем после загрузки каждый стол работает в автономном режиме и вместе они выдают два различных корпуса. Робот оснащен шестью автоматически сменяемыми сварочными клещами, которые питаются от инверторного источника.

Для контактной точечной сварки изделий относительно простой формы и при смене номенклатуры три-четыре раза в месяц могут быть использованы отечественные роботы модульной конструкции с двумя-тремя степенями подвижности, разработанные УкрИСП (рис. 3). Роботы (автоматические манипуляторы) такого типа оснащены инверторными источниками сварочного тока, что позволяет при меньшей массе и габаритных размерах трансформатора сваривать низкоуглеродистые стали толщиной 0,5+0,5 до 3,0+3,0 мм. Поперечный ход электрода может достигать 1200 мм, а продольный 6350 мм и более.

Эти роботы дешевле, проще в эксплуатации и ремонте по сравнению с универсальными роботами. Их успешно использовали при изготовлении корпусов электрошкафов на Киевском ПО «Реле и автоматики», бортов кормораздатчиков на Сосново-Борском

Рис. 3. Конструкция двухкоординатного робота (автоматического манипулятора) для контактной точечной сварки



машиностроительном заводе (Российская Федерация) и на других предприятиях Украины и России.

Перспектива применения сварочных роботов на постсоветском пространстве тесно связана с возможностью освоения и наращивания выпуска современной машиностроительной продукции различного назначения.

Автоматизация процесса сварки. Ключевым направлением развития сварочных технологий в последнее десятилетие стало использование высокоскоростного управления процессом сварки на базе мощных компьютеров и инверторных схем. Созданы инверторные источники питания для дуговой, контактной, плазменной и других способов сварки, отличающиеся высокими КПД, коэффициентом мощности и надежностью, малой массой и, что очень важно, возможностью осуществления быстродействующего управления.

Ярким примером использования быстродействующего управления являются процессы дуговой сварки в защитных газах с прямым управлением переноса электродного металла (STT, CMT).

Процесс STT (сокращенно от английского термина Surface Tension Transfer — перенос за счет сил поверхностного натяжения), разработанный фирмой «Линкольн Электрик», принципиально отличается от обычной механизированной сварки в защитном газе возможностью прямого управления условиями переноса наплавляемого металла в сварочную ванну. Это обеспечивают быстродействующая инверторная схема источника питания, специальный электронный микропроцессорный модуль, принудительно задающий необходимый уровень сварочного тока, и контур обратной связи, отслеживающий изменения напряжения дуги. В течение всего цикла переноса капли сварочный ток жестко зависит от фазы ее формирования и перехода в сварочную ванну. Идентификацию фазы переноса осуществляют за счет напряжения, постоянно снимаемого с дугового промежутка.

Главной особенностью переноса является то, что переход капли электродного металла в сварочную ванну происходит под действием сил поверхностного натяжения капли расплавленного электродного металла, это позволяет выполнять сварку в различных пространственных положениях с высоким качеством формирования швов при минимальном разбрызгивании.

Применяя технологию STT, можно сваривать углеродистые, низколегированные и коррозионностойкие стали, титановые, никелевые и медные сплавы с использованием соответствующей газовой защиты. Этот процесс применяют при сварке неповоротных стыков трубопроводов, в автомобильной промышленности и других отраслях при сварке тонколистовых конструкций, металлоконструкций оборудования химического, энергетического и транспортного машиностроения.

Процесс дуговой сварки CMT (Cold Metal Transfer — перенос холодного металла), разработанный фирмой «Фрониус», отличается тем, что блоки подачи проволоки включены в систему регулирования переноса металла. При этом осуществляют импульсную подачу проволоки с частотой до 70 Гц при цифровом управлении. Используют два блока подачи проволоки: передний блок передает и отводит проволоку с частотой до 70 с⁻¹; задний — проталкивает проволоку.

В процессе CMT цифровая система фиксирует возникновение короткого замыкания и путем отвода проволоки помогает отделению капли. Ток короткого замыкания незначителен, что обеспечивает перенос металла без образования брызг. При этом также достигается минимальное тепловложение. Естественно, что понятие «холодный металл» относительно, но по сравнению с традиционным MIG/MAG процессом CMT обеспечивает меньшую температуру металла.

Технология CMT позволяет выполнять сварные и паяные швы без образования брызг, соединять сталь с алюминием, сваривать стыковые швы на металле толщиной до 0,3 мм без использования технологической подкладки, осуществлять тонкую регулировку тепловложения в свариваемый металл.

Процесс используют в автомобильной и авиационной промышленности, а также в производстве прецизионных сварных конструкций различного назначения.

Нет сомнений, что быстродействующее управление процессом сварки на базе мощных компьютеров и инверторных источников питания будет интенсивно развиваться в том числе применительно к электронно-лучевой и гибридным способам сварки.

● #1158

Продолжение в следующих номерах журнала.

Защита поверхности металлов наноконпозиционными покрытиями на основе титана

Ю.Н. Тюрин, С.Г. Поляков, д-ра техн. наук, О.В. Колисниченко, Л.И. Ныркова, кандидаты техн. наук, И.М. Дуда, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАНУ, О.Н. Иванов, д-р техн. наук, М.Г. Ковалева, О.Н. Марадудина, Я.В. Трусова, ЦКП БелГУ «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» (Белгород, РФ)

Титановые сплавы применяют в авиационной технике, а также, благодаря их высокой коррозионной стойкости в морской воде, в судостроении для изготовления гребных винтов, обшивки морских судов, подводных лодок и т.д.

В настоящее время активно проводятся работы по нанесению покрытий из порошка титана способами Cold Spray, HVOF и плазменного распыления проволоки. Однако такие покрытия пористые и имеют большое количество дефектов по границе прилегания к подложке. Адгезия покрытия составляет 30–50 МПа. Отмечено также, что при использовании в качестве защитного газа азота в покрытии образуются локальные фазы с твердостью 700–1500 HV. Эти фазы содержат до 30 ат.% азота и до 3 ат.% кислорода.

Отработаны технология нанесения покрытий из порошка титана на подложку из стали (0,3% С), а также исследованы механические и коррозионные свойства покрытий.

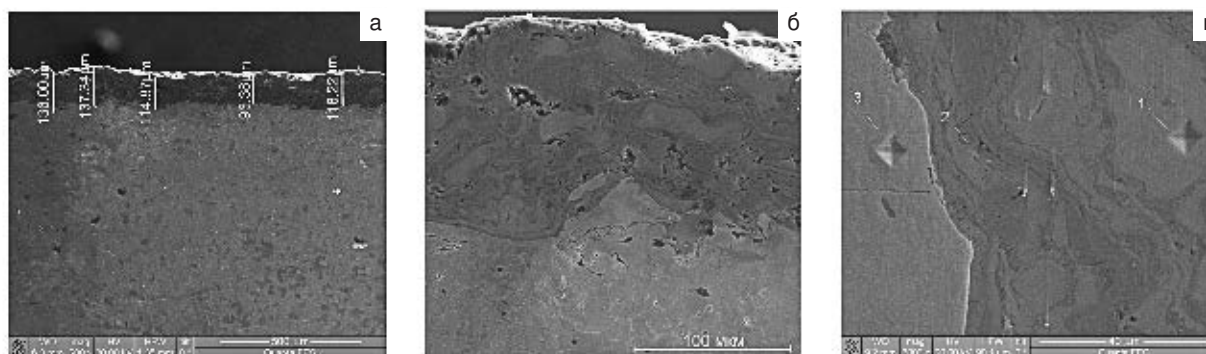
Для нанесения покрытий использовали кумулятивно-детонационное устройство (CDS) и порошок титана с величиной зерна 10–50 мкм (производство фирма Raymor Industries Inc.). Порошок подавали в CDS азотом со скоростью 0,7 м³/ч и производительностью 0,83 кг/ч. В качестве горючей смеси использовали C₃H₈, O₂ и воздух с рас-

ходом соответственно 0,536 м³/ч, 2,303 м³/ч и 1,466 м³/ч. Для исследования наносили покрытие толщиной 100 и 200 мкм на плоские образцы из стали (0,3% С).

Результаты исследований показали, что покрытие равномерное, состоит из вытянутых ламелей, обусловленных деформированием нагретых и ускоренных частиц титана (рис. 1). Анализ границы соединения покрытия с подложкой показывает, что видимая граница не имеет дефектов (см. рис. 1, а и б). Твердость переходного слоя (рис. 1, в, точка 2) составляет до 1500 МПа, что значительно превышает твердость титана — 400 МПа (точка 1) и стали — 430 МПа (точка 3). Проведено исследование поэлементного состава покрытия в областях замера твердости (табл. 1). Переходной слой (точка 2), помимо титана, содержит до 13 мас.% железа и до 17 мас.% кислорода.

Эта область образовалась в результате взаимодействия нагретого титана, кислорода и железа (материала подложки). Локальный фазовый и структурный анализ кумулятивно-детонационного покрытия показал, что промежуточный слой между ламелями деформированных частиц титана состоит из свободных от дислокаций нанокристаллитов (твердых фаз) титана размером до 30 нм,

Рис. 1. Структура покрытия из порошка титана: а, б — поперечный шлиф покрытия; в — отпечатки замера твердости (1 — покрытие; 2 — переходной слой; 3 — подложка)



разделенных прослойкой аморфной фазы соединений титана с углеродом, кислородом (рис. 2, а), и кристаллитов оксида титана с кубической решеткой (рис. 2, б). Это подтверждают результаты рентгенофазового и структурного анализа покрытия.

Таким образом, можно говорить о покрытии, состоящем из титана и высокопрочных прослоек соединений титана, которые увеличивают упругость и стойкость покрытия к деформации. Это подтверждают результаты исследований покрытия с помощью скретч-тестера REVETEST (CSM Instruments) (рис. 3).

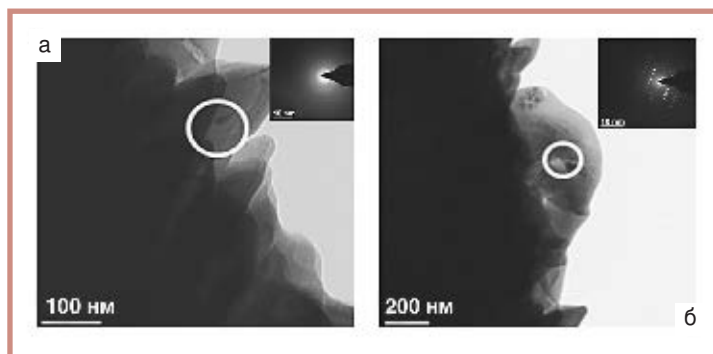
На поверхность покрытия алмазным сферическим индентором типа «Роквел С» с радиусом закругления 200 мкм наносили царапины с непрерывно увеличивающейся нагрузкой в диапазоне 0,9–190 Н (рис. 3, а). Момент адгезионного и когезионного разрушения покрытия фиксировали с помощью оптического микроскопа, оборудованного цифровой камерой, а также по изменению акустической эмиссии, коэффициента трения и глубины проникновения индентора. Дополнительно, для определения характера разрушения исследовали микроструктуру слоя покрытия после испытаний с помощью растрового электронно-ионного микроскопа Quanta 200 3D (рис. 3, б).

Анализ результатов исследования показывает, что не зафиксированы скачкообразные изменения глубины проникновения индентора, коэффициента трения и акустической эмиссии, характерные для потери адгезионной связи системы «покрытие-подложка». Более того, после нагрузки 133 Н наблюдается снижение коэффициентов трения и практически прекращается вдавливание индентора в покрытие. Деформированное покрытие имеет трещины, но нет сколов и разрушений (см. рис. 3, б). Элементный анализ на дне канавки, полученной от алмазного индентора, показал отсутствие Fe в точке 1, но до 4 мас.% Fe и до 22 мас.% O в точке 2 (см. табл. 1). Это свидетельствует об утонении и частичном разрушении покрытия на дне канавки, практически до переходного слоя (см. рис. 3, б, точка 2).

Следующим этапом работ по определению качественных характеристик покрытия были испытания на коррозионную стойкость и прочность сцепления покрытия с основным металлом (адгезию). Качественная оценка в соответствии с ГОСТ 9.304-87 показала, что адгезия соответствует максимальному баллу 1. Влагопоглощение покрытия

Таблица 1. Поэлементный состав покрытия в точках замера твердости, мас.% / ат.%

Точка измерения	Ti	Fe	O
1	99,34 / 99,43	0,66 / 0,57	–
2	69,35 / 53,65	13,20 / 8,76	17,45 / 37,59
3	–	100,0 / 100,0	–



составило 0,90 мг/см² (ГОСТ 4650-80, метод А), что соответствует пористости ниже 1%.

Электрохимические характеристики титанового покрытия и слоя покрытия (без стальной основы) определяли по результатам измерения потенциала и скорости коррозии в растворе 3% NaCl и 3% HCl относительно хлорсеребряного электрода сравнения (рис. 4).

Исследования показали, что в 3% растворе NaCl потенциал титановых покрытий в течение эксперимента смещается в область более отрицательных значений начиная с 0,18 В (толщина покрытия 100 мкм) и 0,08 В (200 мкм) соответственно до –0,45 и –0,47 В и устанавливается около значения на 0,2 В положительнее потенциала стали. Потенциал титанового покрытия без подложки мало изменяется в течение эксперимента и устанавливается около значения 0,2 В, что положительнее потенциала стали примерно на 0,8 В (см. рис. 4, а).

В 3% растворе HCl в начальный момент времени покрытие толщиной 100 мкм имеет потенциал коррозии –0,07 В и смещается в область более отрицательных значений до потенциала –0,52 В, а если покрытие толщиной 200 мкм, то от –0,39 В до –0,5 В. Сталь Ст3 в этом растворе имеет потенциал коррозии –0,47 В (см. рис. 4, б).

Полученные экспериментальные данные показывают, что в 3% растворе NaCl титановое покрытие обладает защитными свойствами, которые, однако, слабее, чем защитные свойства самого материала покрытия. В этой среде потенциал коррозии материала покрытия приближается к потенциалу стали.

Рис. 2. Фотографии материала покрытия, полученные ПЭМ с дифракцией

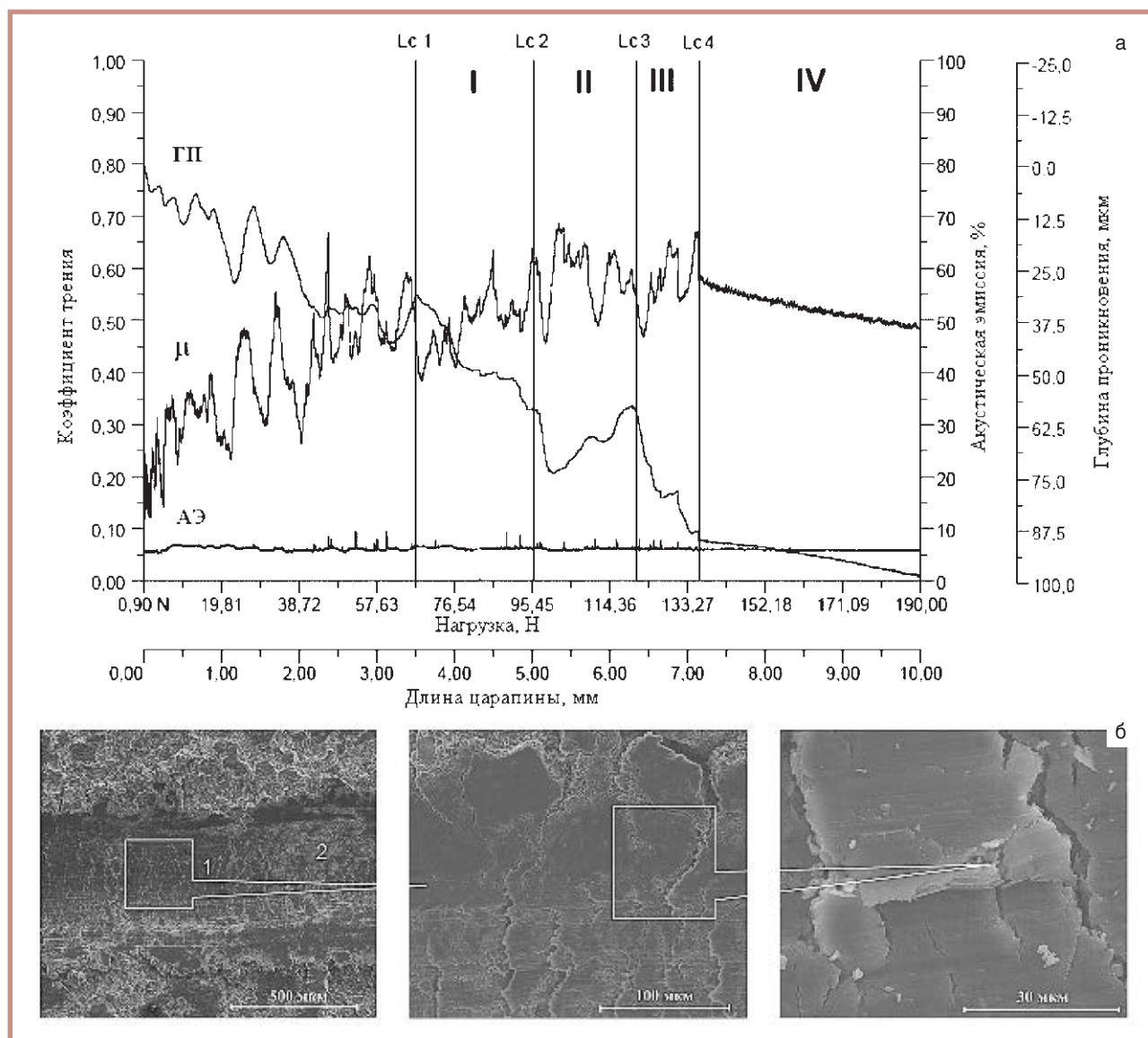


Рис. 3. Результаты испытаний скретч-тестером REVETEST (CSM Instruments): а — акустическая эмиссия (АЭ), коэффициент трения (μ) и глубина проникновения индентора (ГП); б — вид зоны контакта поверхности с алмазным индентором при нагрузке 200 Н

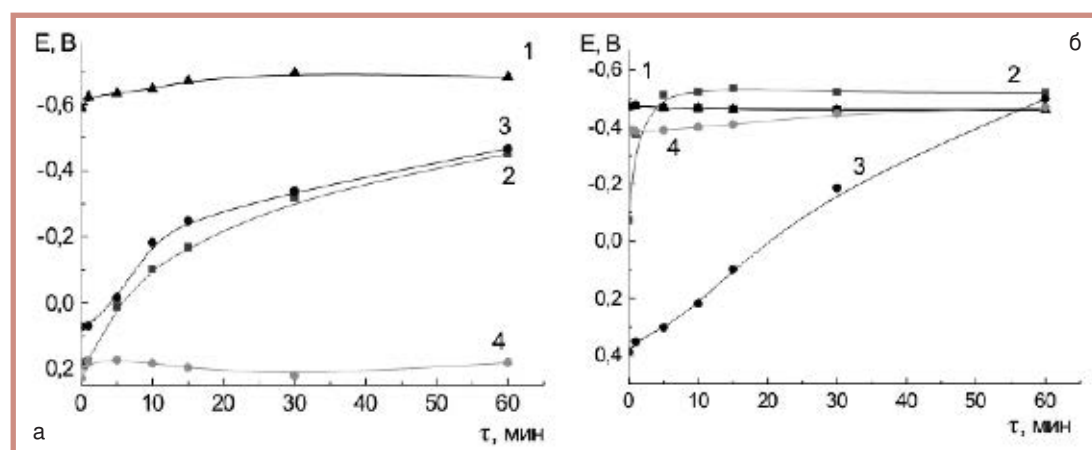


Рис. 4. Динамика изменения потенциала коррозии титанового покрытия разной толщины и стали Ст3 в 3% растворе NaCl (а) и 3% растворе HCl (б): 1 — сталь (0,3%С); 2 — покрытие толщиной 200 мкм; 3 — покрытие толщиной 100 мкм; 4 — покрытие без подложки

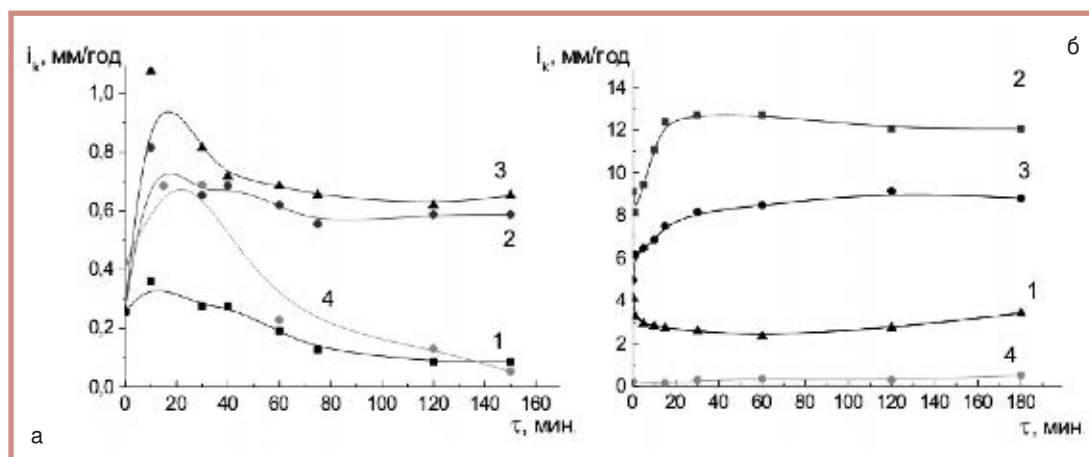


Рис. 5. Коррозия покрытия и стали Ст3 в 3% растворе NaCl (а) и 3% растворе HCl (б): 1 — сталь (0,3% С); 2 — покрытие толщиной 200 мкм; 3 — покрытие толщиной 100 мкм; 4 — покрытие без подложки

Скорость коррозии титанового покрытия определяли в 3% растворах NaCl и 3% растворах HCl методом поляризационного сопротивления на коррозиметре УИСК-101 (рис. 5). Установлено, что в 3% растворе NaCl скорость коррозии титанового покрытия независимо от его толщины выше скорости коррозии стали; в 3% растворе HCl скорость коррозии титанового покрытия также больше скорости коррозии стали.

Интересен тот факт, что скорость коррозии собственно покрытия сначала больше скорости коррозии стали, но со временем она падает и становится меньше скорости коррозии стали в обоих растворах. По-видимому, это обусловлено активностью соединений титана с элементами рабочего газа (кислород, углерод и металлы), которые растворяются, в первую очередь, в порах и на поверхности покрытия, а затем скорость коррозии снижается.

Увеличение скорости коррозии покрытия титана на подложке может быть связано с растворением по границе «покрытие-подложка» нанодисперсных соединений титана с железом, углеродом и кислородом, обладающих повышенной реакционной способностью.

Параллельно определяли скорость коррозии покрытия методом массометрии и методом поляризационного сопротивления в 3% растворах NaCl и HCl (табл. 2).

Анализ результатов исследования показывает, что в 3% растворе HCl покрытие полностью отслаивается от поверхности металлической подложки. Известно, что соединения титана с железом хорошо растворяются в соляной кислоте. Наличие в приграничном слое соединений железа и титана подтверждает поэлементный анализ (см. табл. 1).

Само же покрытие достаточно хорошо противостоит растворению в 3% растворе

Таблица 2. Скорость и потенциал коррозии покрытия и стали

Среда	Сталь	Толщина покрытия на подложке		Покрытие без подложки
		100 мкм	200 мкм	
Скорость коррозии. Метод поляризационного сопротивления, мм/год				
3% NaCl	0,085	0,587	0,652	0,05
3% HCl	3,4	12,07	8,81	0,5
Скорость коррозии. Метод массометрии, мм/год				
3% NaCl	0,18	0,0055	—	—
3% HCl	10,0	Покрытие отслоилось	—	—
Потенциал коррозии через 1 ч, В				
3% NaCl	−0,685	−0,451	−0,467	0,182
3% HCl	−0,467	−0,521	−0,499	−0,469

HCl (менее 1 мм/год) и достаточно быстро стабилизирует свою растворимость в 3% растворе NaCl (менее 0,1 мм/год) (см. рис. 5).

Учитывая то, что образцы имели толщину покрытия 0,1 и 0,2 мм с влагопоглощением 0,90 мг/см², их коррозия обусловлена также проникновением активных растворов через покрытие к подложке. Это подтверждается тем, что увеличение толщины покрытия с 0,1 до 0,2 мм снизило скорость коррозии в 3% растворах NaCl. Материал подложки (сталь) в 3% растворах HCl и NaCl имеет более низкую коррозионную стойкость по сравнению с отслоенным от образца материалом покрытия (см. табл. 2).

Одним из вариантов увеличения коррозионной стойкости покрытия может быть снижение его окисления, увеличение толщины покрытия до 0,3–0,4 мм и закрытие пор путем пропитки.

● #1159

Работа выполнена на оборудовании ЦКП «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» БелГУ в рамках федеральной целевой программы госконтракта №14.740.11.1017.

Специальное оборудование для электродного производства

М.Ф. Гнатенко, канд. техн. наук, ООО «ВЕЛМА» (Киев)

Фирма «ВЕЛМА» уже более 20 лет успешно занимается разработкой не только основного технологического, но и вспомогательного оборудования для электродного производства, а именно: маркировочных устройств для покрытых сварочных электродов, приборов для контроля разнотолщинности покрытия сварочных электродов, устройств для контрольного просева компонентов сварочных материалов, установок для очистки стержней от покрытия термообработанных бракованных электродов и для выравнивания стержней с большой стрелой прогиба.

Маркировочные устройства. На постсоветском пространстве производилось более 500 марок покрытых сварочных электродов разных типоразмеров. Их идентифицировали по этикетке на упаковке. В отдельных случаях производители наносили на защищенный конец стержня электрода маркировку краской разного цвета в зависимости от типа (назначения) электродов. В настоящее время для российских производителей электродов цифро-буквенная маркировка каждого электрода является обязательной, а для украинских — желательной. Это продиктовано практическими соображениями:

- идентификация каждого электрода в соответствии с маркой и типом, что важно при выполнении ответственных сварочных работ и их контроле;

- возможность дополнительно наносить товарный знак производителя, т. е. избежать фальсификации последнего;
- улучшение товарного вида электродов.

Фирма «ВЕЛМА» разрабатывает и выпускает маркировочные устройства с приспособлением для нанесения ионизирующей смеси на торец покрытого электрода.

Маркировщики фирмы «ВЕЛМА» используют на многих предприятиях России и Украины: ЗАО «Электродный завод» (С.-Петербург), Железнодорожный электродный завод, Зеленоградский электродный завод, фирма «Электродсервис» (Москва), ОЗСМ ИЭС им. Е.О. Патона (Киев), фирма «АРК-СЭЛ» (Донецк) и др.

В настоящее время фирма «ВЕЛМА» разработала и выпускает более совершенную, надежную, простую в эксплуатации, обслуживании и настройке модель маркировщика УМ 05.

Маркировщик УМ 05 с регулируемым по скорости вращения приводом позволяет маркировать электроды на линиях разной производительности. Предусмотрена работа УМ 05 в автономном режиме включения. С помощью системы регулируемых пружинной подвески и упора можно маркировать сырые электроды с низкой стойкостью покрытия против смятия и при оптимальном прижиге маркирующего валика к электродам достигать большей стойкости клише.

Специальная конструкция системы установки валика переноса краски обеспечивает простое и легкое дозирование краски. Подача краски в ванночку осуществляется через «поилку». Важно также, что конструкция валиков исключает попадание краски на их приводные валы и подшипники. Поэтому очистка и мойка необходима только для съемных валиков и ванночки для краски.

Установка УМ 05 позволяет маркировать электрод в любом месте по его длине.

Следует отметить, что конструкция и способ установки клише на валике обеспечивают четкость отпечатка при большой длине строки маркировки (до 40 мм).

Маркировщики УМ 05 успешно эксплуатируются на предприятиях ОАО «ВИС-



ТЕК» (Артемовск), ООО ПНФ «Галэлектродсервис» (Львов) и др.

Устройства для контрольного просева шихтовых компонентов сварочных материалов. При изготовлении сварочных материалов с использованием порошковых компонентов их контрольный просев обязателен. Это относится к покрытым сварочным электродам, керамическим гранулированным флюсам и порошковым проволокам. Размер ячейки контрольного сита регламентируется нормативно-технической документацией и колеблется в пределах 0,25–0,63 мм (в отдельных случаях — до 1 мм).

Известно большое количество способов просева, но наиболее широко распространен вибрационный.

Анализ конструкции вибросита показывает, что они, как правило, массивные и имеют синусоидальный характер вибрации. В результате этого:

- уменьшается эффективное сечение ячейки сетки и соответственно эффективность просева;
- требуется повышенная мощность приводов;
- ячейки сита, как правило, забиваются частицами порошка особенно с остроконечной формой, например ферросплавов.

Фирма «ВЕЛМА», разрабатывая колебательное сито СК-02, попыталась максимально устранить отмеченные выше недостатки конструкций сит.

Особенности колебательного сита СК-02:

- наличие дозатора (ступенчатое регулирование подачи);
- малая установленная мощность (≈ 70 Вт);
- наличие защитной сетки (над контрольной);
- полная герметичность;
- эффективность просева — 100%;
- отсутствие «забивания» ячеек сетки частицами порошка (в том числе ферросплавов);
- небольшие габаритные размеры (850×480×670 мм) и масса (53 кг);
- заводская настройка (кроме скорости подачи дозатора).

При эксплуатации сита следует выполнять следующие требования:

- максимальный размер кусков в просеиваемом материале должен быть не более 10 мм;
- количество закрушенной фракции не должно превышать 5–10% (в зависимости от материала и фракционного состава);
- не допускается просеивать увлажненный (сильно комкующийся) порошок;
- не допускается перегрузка сита плохо просеиваемым порошком (следует дозатором уменьшить скорость подачи порошка).

Сито СК-02 последней модели успешно применяется на заводе «Межгосметиз-Мценск» (Мценск, Россия). На предприятии ПАО «ПлазмаТек» (Винница, Украина) два сита СК-02 прошли пуско-наладочные испытания. Производительность по материалу — до 200 кг/ч, по ферросплавам — до 300 кг/ч



при размере сетки 280×475 мм с ячейкой 0,4 мм.

Установка для очистки стержней от покрытия термообработанных бракованных электродов и для выравнивания стержней с большой стрелой прогиба. Технологический процесс изготовления покрытых сварочных электродов включает несколько «скоростных» стадий. Так, максимальная скорость правки и рубки стержней на отечественных (и стран СНГ) станках — 300 шт./мин, а на стадии опрессовки покрытия электродов она достигает 1000 шт./мин. Как правило, в таких «скоростных» процессах, особенно на стадии настройки, нельзя исключить появления бракованных изделий: стержней, электродов с сырым или термообработанным покрытием. Для снятия сырого покрытия со стержней разработаны и успешно используются соответствующие бракоочистные машины, а вот эффективных установок для удаления термообработанного покрытия бракованных электродов практически нет.

Фирма «ВЕЛМА» разработала, изготовила и испытала установку для выравнивания стержней с большой стрелой прогиба покрытия и удаления покрытия термообработанных бракованных электродов. Установка исправляет кривизну стержней любых типоразмеров; удаляет со стержней термообработанных бракованных электродов 100% покрытия за один прием (в том числе искривленных электродов); не требует специальной перенастройки для стержней или электродов различных типоразмеров.

Пыль от покрытия, образовавшаяся на поверхности стержней после снятия покрытия, легко удаляется сжатым воздухом или ветошью. Если очищенных стержней много, то для улучшения стабильности их подачи при опрессовке целесообразно обработать стержни насыщенным известковым «молочком» с дальнейшей просушкой. Это эффективная и «не вредная» смазка.

Установка позволяет обеспечить практически 100% возврат в производство бракованных по стреле прогиба стержней, а также стержней и покрытия бракованных термообработанных электродов.

Прибор для контроля разнотолщинности покрытия сварочных электродов ПКР-6.

Среди параметров технологического процесса и показателей, определяющих качество изготовления электродов, одним из наиболее важных является разнотолщинность покрытия. Если основные показатели качества изготовления электродов, такие как: соответствие состава шихты рецептуре согласно нормативно-технической документации, коэффициент массы покрытия, влажность покрытия готовых электродов и др. относительно стабильны, своевременно контролируемые и управляемые, то этого нельзя сказать о показателе разнотолщинности покрытия. Это связано:

- со многими, зачастую не всегда контролируемыми факторами всего технологического процесса, но влияющими на стабильность величины разнотолщинности;
- со скоротечностью процесса опрессовки электродов (до 1000 шт./мин).

Поэтому необходимо иметь оперативный, эффективный, неразрушающий способ контроля величины разнотолщинности для своевременного восстановления этого параметра.

Для этой цели фирма «ВЕЛМА» разработала прибор новой модификации ПКР-6.

В приборе ПКР-6 учтены основные требования производителей электродов:

- простота конструкции;
- легкость калибровки;
- возможность контроля величины разнотолщинности в любом месте по длине электрода, в том числе на самом кончике;

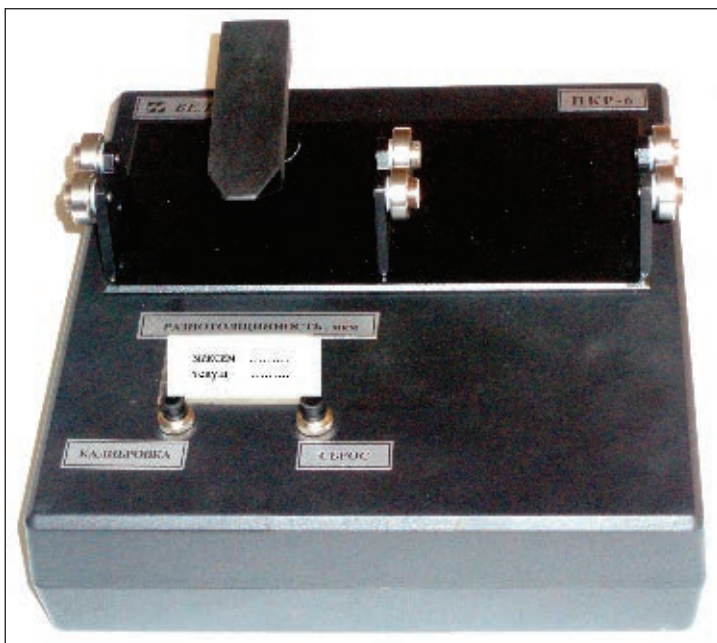
- определение изменения величины разнотолщинности по длине электрода методом протягивания (без прокручивания);
- одновременная цифровая индикация текущего значения разнотолщинности и максимального для данного сечения;
- исключение влияния на разнотолщинность кривизны электрода, местных микроскопических повреждений поверхности стержней;
- высокая износостойкость головки датчика.

Прибор ПКР-6 легко и быстро перестраивается (калибруется) для контроля разнотолщинности покрытия электродов любого типоразмера с ферро- и неферромагнитными стержнями. При ее контроле на установившейся стадии опрессовки электродов количество единичных замеров может составлять 6–7 в минуту. Это позволяет увеличить объем выборки контролируемых электродов и повысить степень гарантии их качества. При настройке положения формирующей втулки контроль осуществляется по индикации текущего значения — нижняя строчка. При медленном прокручивании электрода на этой индикации следует добиться максимального значения величины разнотолщинности покрытия и остановить вращение электрода. В месте соприкосновения покрытия электрода с датчиком толщина покрытия будет максимальной, следовательно, можно определить направление смещения втулки на величину, равную половине индицируемого максимального значения разнотолщинности покрытия.

Если при длительном и интенсивном использовании прибора износостойкий защитный диск датчика частично истерся по линии проворота электрода, то, ослабив крепление диска, его можно повернуть вокруг центра приблизительно на 10–15 градусов и снова зафиксировать. При замере разнотолщинности покрытия свежеопрессованных электродов возможно налипание покрытия на защитный диск, поэтому его необходимо регулярно очищать.

Прибор ПКР-6 успешно применяют на предприятиях России «Ижорские заводы», «Пензенские электроды» и др. ● #1160

Публикуется на правах рекламы.



ООО «ВЕЛМА», Киев

Тел./факс: + 380 44 575-30-79

E-mail: maewel@ukrpost.ua, welma@welma.kiev.ua

<http://www.welma.mksat.net>



ОАО «Электромашинно-
строительный завод
«Фирма СЭЛМА»

ОБОРУДОВАНИЕ для сварки и резки

- Трансформаторы и выпрямители для сварки электродами. Инверторы (ММА)
- Полуавтоматы для сварки в среде защитных газов (МИГ/МАГ).
- Установки для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом (ТИГ).
- Установки воздушно-плазменной резки металла (УВПр).
- Машины для контактной точечной сварки (МТ).
- Оборудование для управления контактными сварочными машинами (РКС, КТ).
- Сварочные автоматы.
- Машины для механической подготовки кромок под сварку (МКС и МКФ).
- Манипуляторы сварочные.
- Тренажеры сварщиков.



- Все оборудование сертифицировано.
- Гарантийное и сервисное обслуживание.
- Пуско-наладочные работы.
- Разработка и поставка автоматизированных комплексов для сварки и наплавки.
- Обучение и консультации по эксплуатации оборудования.
- Широкая дилерская сеть по Украине.

95000, г. Симферополь, Украина, ул. Генерала Васильева, 32А
Тел: +38 (0 652) 66-85-37, 58-30-55, 58-30-50. Факс: 58-30-53
E-mail: sales@selma.crimea.ua **www.selma.ua**

АНО-36 СУПЕР

РЕЗУЛЬТАТ ПРЕВЗОЙДЕТ ОЖИДАНИЯ

**ВЫСОКОЕ
КАЧЕСТВО**

плюс

**низкая
цена**



Диаметр
3,0 и 4,0 мм

Со склада
в Киеве

Доставка
заказчику

АНО-36 СУПЕР —

электроды по цене производителя

Для сварки конструкций из углеродистых марок сталей с содержанием углерода не более 0,25%.

Легкое начальное и повторное зажигание.

Стабильное горение дуги и улучшенный повторный поджиг.

Малые потери металла от разбрызгивания.

Хорошее формирование металла шва.

Легкая делимость шлаковой корки.

Равномерное плавление покрытия.

Рутил-целлюлозное покрытие.

Рекомендуется для сварки и ремонта конструкций из стали, тонких и средних по толщине сечений. Хорошо перекрывают относительно широкие зазоры, малочувствительны к качеству подготовки кромок, наличию гальванических покрытий, ржавчины и других загрязнений.



«Экотехнология», г. Киев

т./ф.: +380 44 200-80-56 (многокан.), 248-73-36, 289-21-81
e-mail: sales@et.ua **www.et.ua**

информационно-технический журнал Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

ВНИМАНИЕ!!!

Продолжается подписка
на 2011 год
на журнал «Сварщик».

Подписной индекс **22405** в каталоге «Укрпошта»

Если Вы держите в руках этот номер
журнала, то сможете получить
15% скидку на годовую
подписку на журнал «Сварщик»
и на публикацию рекламы
своего предприятия или продукции.

Льготный купон

Предприятие
Ф.И.О.
Тел./факс
Почтовый адрес
E-mail

Льготный купон направляйте по адресу редакции: 03150, Киев, ул. Горького, 66
или по факсу: +380 44 287-65-02. E-mail: welder@welder.kiev.ua

Эффективность применения защитных газовых смесей при дуговой сварке сталей

А. А. Кайдалов, д-р техн. наук, Общество сварщиков Украины, **А. Н. Гаврик**, ЧП «Прикладные газовые технологии» (Киев)

Защитные газы для дуговой сварки давно и широко применяют на практике. Множество компаний и предприятий в мире производят как чистые защитные газы, так и газовые смеси.

В Украине при дуговой сварке углеродистых и низколегированных сталей основных структурных классов еще продолжают использовать углекислый газ как наиболее дешевый (стандарт Украины ДСТУ ISO 14175:2004 «Матеріали зварювальні. Захисні гази для дугового зварювання та різання» допускает применение углекислого газа при дуговой сварке плавящимся электродом). Он тяжелее воздуха и способен обеспечить защиту всего реакционного пространства. В промышленно развитых странах для сварки плавящимся электродом уже не применяют чистый углекислый газ. Для этого используют газовые смеси. До конца 1990-х годов развитие рынка защитных газов шло по пути замены чистого углекислого газа газовыми смесями на основе аргона сначала двухкомпонентными, затем, по мере совершенствования технологий сварки, трех- и четырехкомпонентными.

При использовании в качестве защитного газа при дуговой сварке углекислого газа молекула CO_2 , попадая в зону дуги, диссоциирует на угарный газ CO и атомарный кислород O . Это приводит к окислению основного металла (появляется шлак, окалина, дым и пламя) и выгоранию легирующих элементов переплавляемого металла. В таком процессе газовая среда в зоне сварки

имеет более окислительный характер (33% O_2), чем при горении дуги в воздухе (21% O_2). Окисление сварочной ванны происходит по реакции $\text{Fe} + \text{CO}_2 = \text{FeO} + \text{CO}$. Рекомбинация CO/O_2 дает довольно широкое проплавление на поверхности шва, так как низкие потенциал ионизации и теплопроводность создают горячую зону в центре столба дуги. Шов формируется с отношением ширины к глубине 1:1.

При сварке тонкого металла в углекислом газе (сварочная проволока диаметром 1 мм, короткозамкнутый перенос электродного металла, сила тока дуги менее 150 А, напряжение 16–23 В) перенос электродного металла будет происходить малыми каплями только за счет поверхностного натяжения. В этом случае можно получить минимальное разбрызгивание. Такой режим применим для сварки стали толщиной менее 2,2 мм. При сварке в CO_2 более толстой стали нужны большая сила тока дуги и больший диаметр сварочной проволоки, тогда будет иметь место только открытая дуга, неравномерный глобулярный или смешанный перенос металла и соответственно большое разбрызгивание. Чем больше сила тока дуги, тем больше размер капель и больше разбрызгивание, что ведет, как правило, к меньшей скорости наплавки электродного металла. Чтобы уменьшить разбрызгивание, снижают скорость подачи сварочной проволоки. Следовательно, использование чистого углекислого газа снижает производительность сварки и качество сварного соединения.

Углекислый газ обычно используют при сварке плавящимся электродом с короткозамкнутым переносом металла и при сварке порошковой проволокой углеродистых сталей, так как он обеспечивает хорошее качество швов при низкой стоимости. Однако низкая стоимость газа не всегда ведет к низкой стоимости сварного шва. На конечную стоимость влияет более низкий КПД сварки из-за больших потерь на разбрызгивание и затраты на удаление застывших брызг

Рис. 1. Внешний вид шва, полученного дуговой сваркой в CO_2



металла. Окисляющая атмосфера внутри дуги приводит к появлению шлака на поверхности шва при сварке плавящимся электродом (рис. 1). Поверхность сварного шва при защите углекислым газом обычно сильно окислена. Если же зона сварки в дальнейшем подлежит покраске или нанесению других покрытий, то необходима дополнительная сложная операция очистки этой поверхности. Чтобы компенсировать потери легирующих элементов в металле шва, нужно применять электродную проволоку с более высоким содержанием раскислителей (обычно кремния). Достоинствами же сварки в углекислом газе являются малая ширина проплавления и хорошие механические свойства шва.

Использование защитных газовых смесей вместо традиционного углекислого газа позволяет без существенного изменения технологии и оборудования значительно увеличить скорость сварки. При этом повышается стабильность электрической дуги, улучшается текучесть расплавленного металла и перенос электродного металла в сварочную ванну. Рабочий диапазон регулирования напряжения и силы тока существенно расширяется. Скорость подачи сварочной проволоки может быть увеличена с 6–7 до 12–14 м/мин. При использовании газовых смесей легко реализуют режим струйного переноса электродного металла. Можно достигнуть также практически идеальной формы сварного шва. Благодаря снижению давления электрической дуги на сварочную ванну значительно уменьшается риск прожога тонкостенных деталей даже при большой силе тока и скорости сварки.

Сравнительные испытания ряда типичных защитных сред при сварке стали показали, что использование в качестве защитного газа смеси из 82% аргона + 18% углекислого газа делает дугу очень стабильной и управляемой в отличие от сварки в углекислом газе, когда дуга нестабильна и имеет место повышенное разбрызгивание расплавленного металла (рис. 2, а). Сварной шов при использовании двойной защитной газовой смеси имеет хороший внешний вид, разбрызгивание расплава мало (рис. 2, б). При тройной газовой смеси разбрызгивание минимально и шов более плотный (рис. 2, в). Сварку в чистом аргоне чаще применяют для соединения алюминия, чем для соединения стали. На стали формируется более широкий шов с грубой чешуйчатой поверхностью и большой шероховатостью по его



Рис. 2. Внешний вид швов, полученных дуговой наплавкой стального листа в различной защитной газовой среде: а — CO_2 ; б — 82% Ar + 18% CO_2 ; в — 93% Ar + 5% CO_2 + 2% O_2 ; г — Ar

краям (рис. 2, г), хотя разбрызгивание также минимально. Дуга нестабильна, ею сложно управлять. На тонком металле это ведет к прожогам.

При использовании чистого углекислого газа мундштук загрязняется брызгами металла, а скорость подачи сварочной проволоки меньше, чем при использовании смеси газов, и она имеет меньший диапазон изменений. Наиболее сложно на слух определить, когда скорость подачи сварочной проволоки оптимальная. Легче это установить визуально, так как дуга быстро становится нестабильной, если скорость слишком высокая или слишком низкая.

Трудности при сварке в чистом аргоне и в чистом углекислом газе заключаются в предотвращении прожогов в стыковых соединениях. Для исключения прожога более предпочтительно нахлесточное соединение, так как имеется больше металла для теплоотвода. Чистый аргон дает широкие швы. Дуга издает громкий звук и имеет голубой цвет. Можно определить по звуку изменение скорости подачи сварочной проволоки.

При использовании защитной газовой смеси из 82% Ar + 18% CO_2 формируется чистый шов с почти симметричным профилем. Дуга очень стабильна. Имеет место некоторое «шипение», когда скорость подачи сварочной проволоки оптимальная, и «жужжание/треск», когда неоптимальная.

Глубина проплавления в зависимости от состава смеси защитного газа изменяется незначительно. Более высокое содержание CO_2 в смеси ведет к несколько большей глубине проплавления. Смеси с низким содержанием CO_2 позволяют легче реализовать струйный режим переноса электродного металла в шов.

Стоимость тройной газовой смеси аргон + углекислый газ + кислород может быть несколько выше, чем стоимость двойной сме-

си аргон + углекислый газ. Содержание ее в баллонах примерно равно содержанию двойной смеси $Ar + CO_2$, и зависит, главным образом, от концентрации углекислого газа. В общем случае одного баллона стандартной сварочной смеси (18% CO_2 и 82% аргона) достаточно, чтобы уложить в шов 22–24 кг сварочной проволоки диаметром 1,2 мм.

Тройные газовые смеси более чувствительны к изменениям вылета сварочной проволоки, качеству фрезерования, покрытий или степени загрязненности поверхности. Смеси с присутствием кислорода обычно требуют более низкого напряжения дуги. Дуга менее стабильна при сварке и наплавке с высокой скоростью.

При сварке в газовых смесях реализуются все виды переноса электродного металла: короткозамкнутого, струйного и импульсно-струйного. При этом улучшается стабильность дуги, уменьшается разбрызгивание и достигается лучшее смачивание верхней части шва.

Применение двойной или тройной смеси определяется толщиной свариваемого металла, степенью его легирования и требованиями к качеству металла шва и сварного соединения. Выбор оптимального состава двойной и тройной смеси зависит от требуемого характера переноса металла, вида сварки и оптимизации характеристик электрической дуги.

Газы тяжелее воздуха (аргон) накрывают зону дуговой сварки и требуют более низкой скорости потока, чем газы, которые легче воздуха (гелий). Расход защитных газов определяется пространственным положением и режимом сварки. При сварке

неплавящимся электродом расход газов обычно составляет 0,28–0,56 м³/ч. Если при этом использовать горелку с газовой линзой, то будет формироваться ламинарный поток, который не только даст лучшее качество шва, но и сократит расход газов на 10%.

При сварке плавящимся электродом и порошковой проволокой рекомендуемый расход газов 0,85–1,27 м³/ч. Расход зависит от пространственного положения сварки, силы тока дуги и состава защитного газа. При нижнем положении сварки расход смеси на основе гелия более высокий, чем расход смеси на основе аргона. Расход газов может быть уменьшен, если расстояние «сопло–металл» поддерживают как можно меньшим. Оптимальный вылет электродной проволоки составляет 10 ее диаметров. Для сварки плавящимся электродом наиболее оптимальный расход защитных газов составляет 0,85–1,00 м³/ч при давлении 0,138–0,207 МПа. Расход защитных газов более 1,42 м³/ч недопустим, так как из-за повышенной турбулентности газового потока атмосферные газы попадают в зону дуги и приводят к плохому качеству шва.

Хотя стоимость защитных газов во всем процессе сварки наименьшая (рис. 3), их выбор оказывает большое влияние на общие затраты на сварку. Правильный выбор газа позволяет снизить затраты на ручной труд, который является основным затратным компонентом. Выбор защитного газа критичен для снижения стоимости сварки углеродистых сталей, нержавеющей стали и алюминия. Двойные газовые смеси $Ar + CO_2$ оптимальны при сварке большинства марок углеродистых и нержавеющей сталей, когда используют обычный или импульсно-струйный перенос металла. Более низкое содержание углекислого газа будет уменьшать выделение дыма при сварке.

Толщину основного металла, пространственное положение сварки, уровень квалификации сварщика и требования к сварному соединению необходимо учитывать при выборе защитного газа и оптимизации процесса сварки. Оптимизация должна приводить к минимальным затратам на сварку при требуемом качестве сварного соединения. На первом этапе выбор защитного газа определяют стоимостью газа, стоимостью соответствующего оборудования и местом сварки. Некоторые защитные газы, подобно аргону, дороги, что ограничивает их использование. Оборудование для доставки газа и сама доставка — это дополнительные затра-

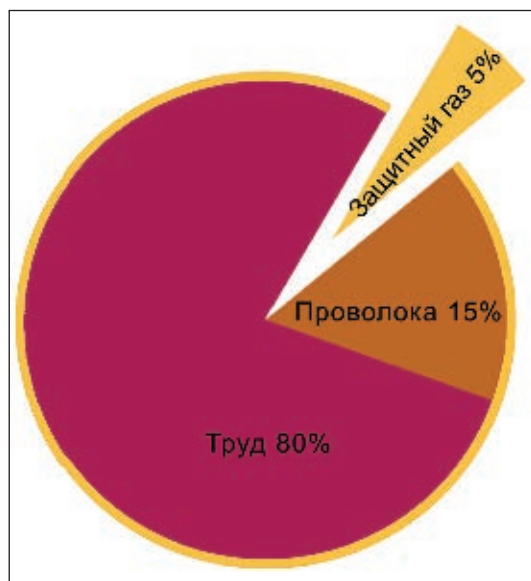


Рис. 3. Структура затрат на дуговую сварку в защитных газах

ты, поэтому их тоже следует учитывать. Если сварку выполняют на открытом воздухе, то ветер или атмосферные осадки будут приводить к нарушению защитного газового потока, что потребует повышенного расхода газа. Это тоже нужно учитывать при выборе защитного газа.

Преимущества использования газовых смесей:

- увеличение количества наплавленного металла за единицу времени, производительность сварки по сравнению с традиционной (в защитной среде CO_2) больше в два раза;
- снижение потерь электродного металла на разбрызгивание на 70–80%;
- улучшение качества сварного шва (снижение пористости и неметаллических включений);
- уменьшение зоны термического влияния, вследствие этого уменьшение коробления конструкции;
- сокращение потребления электроэнергии и материалов на 10–15%;
- экономия дорогих чистых газов;
- процесс сварки стабилен даже при некоторой неравномерности подачи сварочной проволоки, а также при наличии на ее поверхности следов технологической смазки и ржавчины;
- снижение количества прилипания брызг в области сварного шва и вследствие этого сокращение трудоемкости по их удалению до 95%;
- эффективное применение смесей при изготовлении изделий, к сварным швам которых предъявляют требования высокой плотности и усталостной прочности;
- улучшение гигиенических условий труда на рабочем месте сварщика за счет значительного уменьшения выделений твердой фракции сварочного аэрозоля, а в ней снижения токсичных выделений марганца и хрома;
- отсутствие необходимости подогрева редуктора на баллоне с углекислым газом.

В общем случае напряжение дуги на 2–3 В меньше при использовании смесей $\text{Ar} + \text{CO}_2$ и на 3–5 В — при использовании смесей $\text{Ar} + \text{O}_2$, чем при сварке в чистом углекислом газе. Соответственно, для обеспечения оптимальных режимов сварки расход электроэнергии ниже.

Рассмотрим затраты на работы с использованием дуговой сварки в защитных газах. Цена сварного изделия складывается из стоимости металла, сварочной проволоки, защитного газа, оплаты труда персонала, а также амортизации оборудования, расхода на электроэнергию, накладных расходов. Если затраты на основной металл примерно одинаковы, то по затратам на сварочную проволоку, удельным трудозатратам на очистные работы и рихтовку после сварки использование защитных газовых смесей имеет преимущество по сравнению с использованием углекислого газа.

Прямые затраты на сварку рассчитывают по следующим формулам:

стоимость труда сварщика

$$C_w = S_w \Delta t_w / \Delta t_m,$$

стоимость труда рабочего, выполняющего очистку

$$C_{cl} = S_{cl} \Delta t_c / \Delta t_m,$$

стоимость проволоки

$$C_{wire} = (\pi d^2 / 4) l \rho v_{wire} \Delta t_w Z_{wire},$$

стоимость газа

$$C_g = Z_g F_g \Delta t_w,$$

где S_w — зарплата рабочего-сварщика в месяц; Δt_w — время сварки; Δt_m — рабочее время в месяц; Δt_c — время очистки шва; d — диаметр проволоки, мм; l — длина израсходованной сварочной проволоки для выполнения шва; v_{wire} — скорость подачи сварочной проволоки; Z_{wire} — цена проволоки; Z_g — цена газа; F_g — расход газа в единицу времени; S_{cl} — зарплата рабочего, выполняющего очистку, в месяц; ρ — плотность металла.

Общие затраты на выполнение сварного шва

$$C_{seam} = C_w + C_{cl} + C_{wire} + C_g + C_e + A + E_o,$$

где C_e — стоимость затраченной электроэнергии; A — амортизационные расходы; E_o — накладные расходы. Приведенные затраты C_{seamL} на единицу длины сварного шва определяют по соотношению $C_{seamL} = C_{seam} / L$, где L — длина сварного шва.

Все вышеприведенные формулы применимы при производстве сварных изделий независимо от их сложности.

Замена углекислого газа на газовую смесь приводит к сокращению времени сварки и очистки, уменьшению потребления электроэнергии, снижению накладных расходов (уменьшается удельный износ оборудования), но возрастает стоимость газа. Однако в итоге экономия от перехода с защитного углекислого газа на газовые смеси на основе аргона составляет в зависимости от условий конкретного промышленного производства 10–40%. Так, в условиях крупного машиностроительного предприятия снижение затрат на 20% для бригады из пяти сварщиков составляет 450–750 тыс. грн. в месяц (если в расчете на одного сварщика производят 30–50 т сварных металлоконструкций из стали по средней цене 1 т изделий 14,5–15 тыс. грн.). Затраты же в месяц на защитную газовую смесь составляют от 1,5 до 3 тыс. грн. при расходе 2–3 м³ смеси на 1 т металлоконструкций и средней цене 25 грн. за 1 м³ смеси.

Таким образом, эффективность замены углекислого газа защитными газовыми смесями при дуговой сварке сталей для промышленного производства несомненна.

• #1161

Секционные электронагреватели сопротивления

Е. А. Пантелеймонов, канд. техн. наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

К нагревательным устройствам для термической обработки сварных соединений трубопроводов предъявляют особые требования по технологичности, скорости нагрева, ремонтопригодности, простоте обслуживания. В соответствии с ОСТ 36-50-86 «Трубопроводы стальные технологические. Термическая обработка сварных соединений. Типовой технологический процесс» в качестве нагревательных устройств рекомендуют применять гибкие электронагреватели сопротивления (ГЭН). Каждая секция ГЭН выполнена в форме плоской спирали (проволока из нихрома), витки и выводы которой защищены керамическими изоляторами. В частности, для термической обработки вертикальных сварных соединений труб диаметром 1420 мм требуется 8–12 секций ГЭН по 34 витка в спирали. Секции ГЭН соединяют, создавая два или три пояса, и крепят по периметру трубы с помощью металлической ленты. Особое внимание уделяют креплению выводов нагревателей, поскольку спираль и выводы в керамических изоляторах имеют невысокую механическую прочность. Отдельно устанавливают теплоизоляционные картон и маты, также используют металлическую ленту.

Подготовка к проведению термической обработки с применением ГЭН — достаточно трудоемкий процесс, особенно в условиях строительно-монтажной площадки. Для ее упрощения в ИЭС им. Е.О.Патона разработан секционный электронагреватель со-

противления (СНС), в котором нагревательный элемент в виде плоской спирали, а также несколько слоев теплоизоляционного картона и ваты каолинового состава размещены в металлическом каркасе. Спираль (проволока из нихрома) и ее выводы защищены керамическими изоляторами. Выводы спирали жестко закреплены внутри каркаса и снабжены переходными керамическими втулками для подключения к токоподводящим кабелям. На каркасе установлены замковые приспособления для соединения СНС в пояс и крепления по периметру трубы. Количество витков спирали зависит от диаметра труб. Для термической обработки сварных соединений труб диаметром 1420 мм необходимо использовать 12 секций СНС по 22 витка в спирали, соединенных в два пояса по 6 секций.

В таблице приведены характеристики СНС исполнения 1 — 5 и ГЭН, изготовленного по ОСТ 36-50-86 для мобильного комплекса оборудования МКТ 1420. Секционные нагреватели сопротивления отличаются количеством витков спирали и устройством теплоизоляции. Исследование характеристик СНС выполнено при нагреве отрезка трубы диаметром 1420×16 мм из стали 17Г1С. По торцам отрезка трубы установили заглушки. Температуру нагрева измеряли в точках наружной и внутренней поверхностей отрезка трубы, по центру спирали и на расстоянии 15 мм от ее торца. Температура нагрева внутренней поверхности отрезка трубы была меньше наружной на 20–25°C при всех скоростях нагрева. Как следует из приведенных данных, ГЭН (изоляция картон и два слоя теплоизоляционных матов) обеспечил более высокую скорость нагрева по сравнению с СНС исполнения 1 (изоляция картон) и исполнения 2 (три провода в спирали, изоляция картон). Увеличение удельной мощности и количества проводов в спирали СНС исполнения 2 практически не изменило скорость нагрева по сравнению со скоростью нагрева спирали СНС исполнения 1. Увеличение скорости нагрева получено введением дополни-

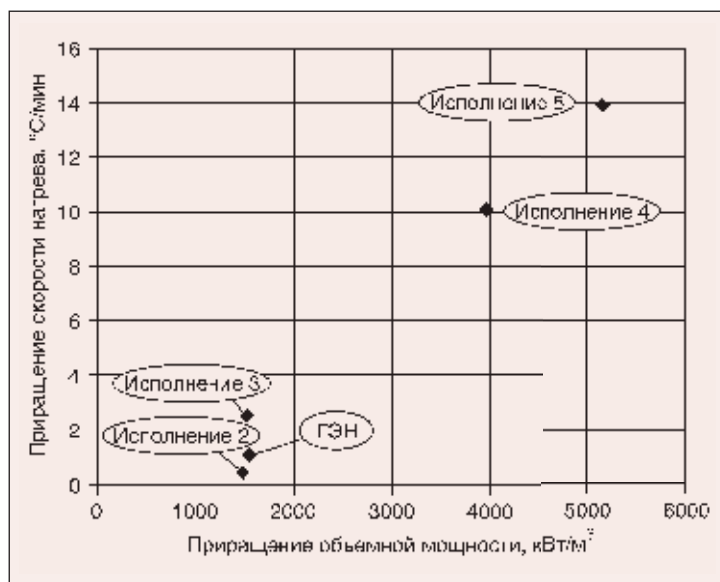


Рисунок. Зависимость приращения скорости нагрева от приращения объемной мощности ГЭН и СНС исполнения 2 — 5

Таблица. Характеристика СНС и ГЭН

Параметр	ГЭН	Исполнение СНС				
		1	2	3	4	5
Длина спирали, м	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Ширина спирали, м	0,08	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Количество витков спирали, шт.	22	22	22	22	22	22
Количество проводов в спирали, шт.	2	2	3	3	3	3
Диаметр провода спирали, мм	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Площадь нагрева, м ²	0,058	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072
Изоляция:						
картон + маты + маты	+	–	–	–	–	–
картон	–	+	+	+	+	+
картон + вата + картон	–	–	–	+	+	+
Напряжение, В	44,3	38	36	36	43	46
Сила тока, А	140	134	190	190	225	240
Мощность, кВт	6,2	5,09	6,84	6,84	9,67	11,0
Удельная мощность, кВт/м ²	107	70,7	95,0	95,0	134,3	153,3
Толщина стенки образца, м	0,018	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
Объемная мощность, кВт/м ³	5950	4420	5940	5940	8390	9580
Центр спирали						
Время нагрева до 400 °С, мин	–	35	32,5	30	20,0	17,5
Расчетное время нагрева до 650 °С, мин	130	168	126	126	90	78
Скорость нагрева в диапазоне 100–400 °С, °С/мин	–	12	12,2	13,3	22,2	26,1
15 мм от торца спирали						
Время нагрева до 400 °С, мин	42,5	50	45	40	24,5	21
Скорость нагрева в диапазоне 100–400 °С, °С/мин	8,57	7,5	8,0	10,0	17,6	21,4

тельной изоляции из картона и теплоизоляционной ваты в конструкцию СНС исполнения 3. Дальнейшее увеличение скорости нагрева достигнуто увеличением мощности СНС (исполнение 4 и 5).

Оценить влияние конструкции СНС на параметры нагрева можно по соотношению приращений объемной мощности и скорости нагрева (рисунк). Увеличение объемной мощности СНС исполнения 1, имеющего наименьшее значение объемной мощности, на 1,53 кВт/м³ привело к приращению скоростей нагрева на 1,07 °С/мин, на 0,5 °С/мин (СНС исполнения 2) и на 2,5 °С/мин (СНС исполнения 3). При этом сила тока спирали не превысила допустимое значение (60 А на провод). Для СНС исполнения 4 характерна некоторая перегрузка по силе тока (70 А на провод). Приращения составили 3,97 кВт/м³ и

10,1 °С/мин. Для СНС исполнения 5 приращения соответственно 5,16 кВт/м³ и 13,9 °С/мин. Однако высокая загрузка СНС исполнения 5 по силе тока (80 А на провод) может вызвать быстрое сгорание спирали в процессе нагрева.

Таким образом, оптимальные характеристики имеет СНС исполнения 3, в конструкции которого использованы спираль из трех проводов и комбинированная теплоизоляция из картона и ваты каолинового состава. Нагреватель обеспечивает высокую скорость нагрева и возможность резкого ее приращения при незначительной перегрузке по току. Необходимость такой перегрузки может возникнуть в режиме автоматического управления процессом нагрева с применением приборов типа ТРЦ02 П, когда включение нагревателей осуществляется в повторно-кратковременном режиме. ● #1162

PROTEC CE15L — экологичность и повышение качества обработки поверхности



Защитный сварочный спрей (Anti-Spatter) используется для защиты сварочных горелок от налипания брызг при сварке. Для выполнения требований, предъявляемых предприятиями к повышению производительности и качеству поверхностей, такие спреи стали использовать также для защиты от брызг свариваемых деталей. Идея правильная, но продукт выбран некорректно — он не подходит для защиты свариваемой поверхности. Использование спреев-распылителей часто приводит к сбоям или трудностям при последующем нанесении покрытия, к тому же они в большинстве случаев небезопасны. PROTEC пошел по новому пути, разработав экологически чистые жидкости против налипания брызг при сварке Bio Anti-Spatter Fluids, которые обеспечивают как надежность процесса, так и безопасность для пользователя и окружающей среды.

а в дальнейшем нанесенное покрытие должно на нем удерживаться. Использовать спрей-распылители, которые уже имеются на рабочем месте, рискованно. Предназначение большинства защитных сварочных спреев ограничивается защитой газовых сопел и вставок под наконечник от налипания брызг при сварке.

Австрийское предприятие PROTEC (www.protec-austria.com) предлагает универсальный продукт для использования в сфере защиты поверхностей Metallotion PROTEC CE15L. Он обеспечивает идеальное защитное действие в течение длительного времени, содержит встроенный обез-

Все больше предприятий металлообработки открывают для себя значительные преимущества предварительной защиты деталей от налипания брызг при сварке. Избежать необходимости механической обработки возможно, если предварительно обработать поверхность подходящим «разделительным средством». Правильный выбор этого средства очень важен, поскольку качество сварного шва не должно ухудшаться,



жиривающий компонент на растительной основе, pH-нейтрален и не оказывает отрицательного действия на сварочную ванну.

Аргументы, говорящие в пользу продуктов PROTEC:

- проверен и сертифицирован для сварочных работ, лакирования, нанесения катодных лакокрасочных покрытий, порошковых покрытий, горячего цинкования, гальванотехники и т. д.;

- повторная сварка выполняется без образования пор;
- защищает металлическую поверхность любого вида и растворяет остатки смазки и масла — после этого достаточно выполнить окончательную очистку;
- оптимально действует на оцинкованной листовой и нержавеющей стали;
- используется в автомобильной промышленности, транспортном машиностроении, при сооружении морских платформ, изготовлении резервуаров, металлоконструкций, производстве кранов и т. д.

Преимущества:

- снижение затрат и экономия (нет необходимости в механической обработке);



- повышение качества (отсутствие налипания брызг при сварке на поверхности металла);
- максимальная надежность процесса, безопасность пользователя и окружающей среды.

PROTEC уже более десяти лет специализируется на производстве экологически чистых «разделительных средств» (негорючих, биоразлагаемых), которые разработаны и разрабатываются в сотрудничестве с известными предприятиями-пользователями. Особо примечательна при этом максимальная надежность процесса. Цель пользователя — повышение производительности за счет исключения процедур механической



обработки и получения поверхностей высокого качества.

В линейке продуктов PROTEC акцент делается на средствах защиты поверхностей при сварке и резке (средство против налипания брызг при сварке Metallotion PROTEC CE15L) и на средствах для очистки и нанесения покрытий (PROTEC WLS). В число клиентов PROTEC входят многочисленные международные предприятия — от производителей оригинальных автомобильных деталей до слесарных мастерских.

● #1163



Более подробную информацию вы получите у специалистов
ПИИ ООО «Бинцель Украина ГмбХ» или у официальных дистрибьюторов.

ПИИ ООО «Бинцель Украина ГмбХ» —
предприятие группы ABICOR

тел.: (0-44) 403 12 99, 403 13 99,
факс: (0-44) 403 14 99, 403 15 99

E-mail: info@binzel.kiev.ua
www.binzel-abicor.com

Публикуется
на правах
рекламы.

Импульсно-дуговая наплавка медных сплавов на сталь в судовом машиностроении

Ж.Г. Голобородько, канд. техн. наук, Херсонский филиал Национального университета кораблестроения им. адмирала Макарова

В настоящее время наплавка занимает одно из ведущих мест при создании более экономичных биметаллических конструкций различного назначения, в которых на основу из углеродистых сталей наносят сплавы с необходимыми эксплуатационными свойствами.

В судостроении трущиеся поверхности стальных деталей (ползуны, корпуса поворотных затворов $D_y=200\ldots 800$ мм, поршни гидроцилиндров) наплавляют бронзой марки Бр. АМц 9-2, обладающей хорошими антифрикционными свойствами.

С целью уменьшения содержания железа в наплавленном металле и механизации процесса наплавки в ИЭС им. Е.О. Патона разработан способ импульсно-дуговой наплавки бронз на стальные изделия. Регулируя параметры сварочного тока и величину его импульсов, можно управлять плавлением и переносом металла, глубиной проплавления основного металла и в итоге качеством наплавленного металла. Импульсное повышение силы тока существенно изменяет характер переноса электродного металла, делает его струйным и повышает стабильность горения дуги. При импульсно-дуговой наплавке происходит периодическое изменение ее мгновенной мощности. Теплота, выделяемая основной дугой, недостаточна для плавления электродной проволоки со скоростью, равной скорости ее подачи. Под действием импульса тока происходит ускоренное расплавление электрода, обеспечивающее формирование капли на его конце. Резкое увеличение электродинамических сил сужает шейку капли и сбрасывает ее в направлении сварочной ванны.

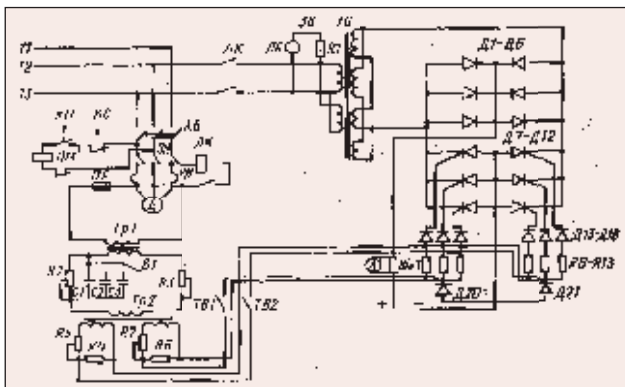


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема генератора

Пульсация давления дуги улучшает формирование шва, валик шва становится мелкочешуйчатым с плавным переходом к основному металлу. Принудительный направленный перенос электродного металла значительно уменьшает разбрызгивание, причем каждый импульс тока приводит к отрыву только одной капли. Регулируя параметры импульсов и частоту их следования, можно получать определенные размеры капель и время пребывания их в дуге и, как следствие, требуемые состав и свойства наплавленного слоя.

Соответствующим подбором силы тока основной дуги и импульса можно повысить скорость расплавления электродной проволоки, уменьшить нижний предел силы сварочного тока, обеспечивающий устойчивое горение дуги, что значительно облегчает технику наплавки и дает возможность ведения процесса с более высокими скоростями по сравнению с другими способами сварки.

На ОАО «Херсонский судостроительный завод» импульсно-дуговой автоматической наплавкой наносили слой бронзы Бр.АМц 9-2 на уплотнительные поверхности корпусов поворотных затворов $D_y=200\ldots 800$ мм плавящимся электродом в аргоне.

Источниками питания являются соединенные параллельно выпрямитель ВДУ-506 и генератор импульсов ГИ-ИДС1. Генератор обладает недостаточной мощностью, низким ПВ и предназначен для механизированной импульсно-дуговой сварки тонкой проволокой. При автоматической наплавке в качестве плавящегося электрода использовали проволоку типа Бр.АМц 9-2 диаметром 3 мм. Длительный цикл работы при указанном диаметре приводил к перегрузке генератора импульсов.

С целью увеличения надежности работы генератора импульсов на заводе в сварочной лаборатории изготовлен более мощный импульсный генератор на базе сварочного трансформатора ТДФ-1001. Принципиальная схема генератора показана на рис. 1.

Из силового трансформатора демонтирован шунт с обмоткой управления. Для получения жесткой характеристики трансформатора вторичные обмотки расположили рядом с первичной. Повышение напряжения холостого хода обеспечивается последовательным соединением вторичных обмоток.

В верхней части трансформатора размещен блок силовых кремниевых вентилях. Чтобы не применять

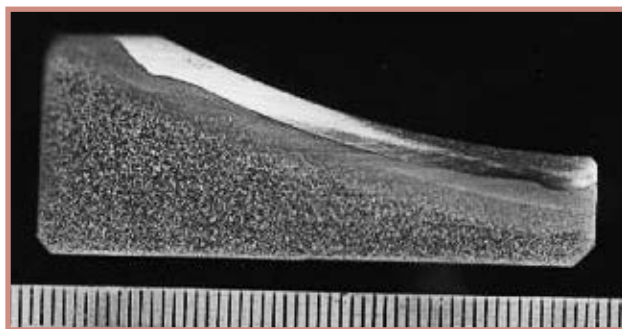


Рис. 2. Макроструктура наплавленного слоя

специальные устройства для обеспечения равномерного деления тока при групповом соединении вентилях, диоды и тиристоры подбирали с разбросом значений падения напряжения на вентиле не более 0,02 В.

Блок силовых вентилях охлаждается потоком воздуха от вентилятора. Между ним и крыльчаткой вентилятора размещено реле напора воздуха RV, которое под действием потока воздуха срабатывает и включает контактор силовой цепи ЛК.

При изготовлении блока формирования импульсов за основу взята схема формирования импульсов от генератора ГИ-ИДС1.

Среднюю силу тока контролируют амперметром, установленным на лицевой панели трансформатора. Для обеспечения более точной настройки режима работы генератора в процессе сварки использовано переменное сопротивление R3, установленное на пульте управления и позволяющее плавно регулировать амплитуду импульсов в пределах выбранной ступени их длительности. Наплавку выполняют при постоянном токе обратной полярности.

При оптимальном режиме наплавки следует получить устойчивое горение дуги, струйный (мелкокапельный) перенос металла, минимальное содержание железа в наплавленном металле и выгорание легирующих элементов. Для анализа химического состава наплавленного металла (таблица) проводили многослойную импульсно-дуговую наплавку бронзой Бр.АМЦ 9-2 корпуса поворотного затвора $D_y=250$ мм из стали 25Л. Режимы наплавки: $I_n=200...210$ А, $U_d=22...24$ В, $V_{III}=180$ м/ч, амплитуда колебаний 25 мм, $V_n=4,7$ м/ч. Наплавку выполняли в три слоя. Второй слой наплавляли без охлаждения, третий — после полного остывания предыдущих. Макроструктура наплавленного слоя показана на рис. 2.

Процентное содержание железа в наплавленном металле возрастает по мере приближения к основному металлу, что объясняется более интенсивным перемешиванием основного и наплавленного металлов. С увеличением содержания железа в наплавленном металле возрастает его твердость, что нежелательно, так как наплавленный слой используется в паре трения. Твердость металла, наплавленного на корпус поворотного затвора измеряли по Виккерсу от зоны сплавления в глубь основного металла:

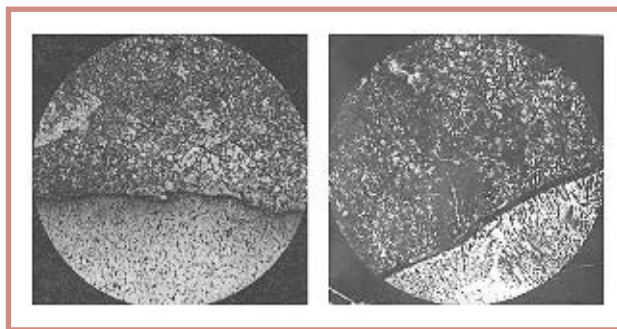

 Рис. 3. Микроструктура наплавленного слоя: а — $\times 100$, б — $\times 200$

Таблица. Химический состав наплавленного слоя

Толщина наплавленного слоя, мм	Элемент, %			
	Cu	Mn	Al	Fe
1,0	84,9	1,76	8,3	5,02
2,5	84,2	1,74	8,84	3,28
3,0	86,6	1,74	8,1	2,42
3,5	86,4	1,73	8,2	2,29
4,0	86,5	1,77	8,5	1,72
4,5	87,1	1,76	8,7	1,53
4,0	87,9	1,73	8,65	1,31
6,0	87,2	1,787	8,7	0,87

- на минимально возможном расстоянии от зоны сплавления — 168–172 HV;
- на расстоянии примерно 1 мм — 164–168 HV;
- на расстоянии примерно 3 мм — 161–164 HV;
- на расстоянии примерно 5 мм — 155–160 HV.

Химический анализ наплавленного металла указывает на весьма незначительное выгорание легирующих элементов меди и алюминия при импульсно-дуговой наплавке.

Стабильность и эффективность процесса импульсно-дуговой наплавки зависят от выбора параметров импульсов генератора, амплитуды и длительности импульсов. Напряжение дуги выбирают таким, чтобы длина промежутка составляла 3–5 мм. Уменьшение длины ведет к коротким замыканиям электрода и сварочной ванны, а также появлению брызг, а увеличение — к обрыву дуги и нарушению процесса наплавки.

Микроструктуру (рис. 3) исследовали на шлифах, отрезанных по высоте детали. По всей длине шлифа наблюдается сплавление бронзы со сталью. В отдельных местах бронза проникает в сталь по границам первичных зерен на глубину 0,2–0,3 мм, что не влияет на статическую и вибрационную прочность изделия.

Мощный генератор импульсов позволяет управлять плавлением электродной проволоки, переносом электродного металла, формой и размерами наплавленного слоя в более широких пределах, повышать качество и надежность работы установки для наплавки.

Разработанные техники и технологию импульсно-дуговой наплавки проволокой Бр.АМЦ 9-2 диаметром 2–3 мм успешно применяют при выполнении различных видов работ по наплавке деталей судового машиностроения на ГП «Судмаш» (Херсон). ● #1164

Совершенные результаты и неограниченные возможности сварки CMT

Компания Fronius с 1950 г. разрабатывает комплексные решения для дуговой и контактной точечной сварки. Одним из таких решений является инновационная технология «холодного» переноса металла — Cold Metal Transfer (CMT).

За аббревиатурой CMT скрывается один из самых стабильных в мире сварочных процессов. «Холодная» сварка CMT обеспечивает эффективную работу с различными материалами, стабильную дугу и точное управление. Это возможно благодаря процессу, который по сравнению с обычной MIG/MAG сваркой действительно является «холодным», точнее, благодаря постоянной смене «горячей» и «холодной» фазы процесса. Именно это приводит к совершенным результатам и неограниченным возможностям — сварные и паяные швы без образования брызг, разнородные соединения стали с алюминием, сварка тончайших листов толщиной от 0,3 мм и многое другое. Цифровое управление процессом распознает короткое замыкание и способствует отрыву капли от торца электрода при отводе проволоки — до 90 раз в секунду. При сварке проволока движется вперед, но как только происходит короткое замыкание, она мгновенно отводится назад. За счет этого дуга в фазе горения оказывает тепловое воздействие в течение незначительного промежутка времени. Реверсивное движение проволоки способствует отрыву капли во время короткого замыкания. Короткое замыкание контролируется, а ток поддерживается на предельно низком уровне. Результатом таких действий является переход металла в сварочную ванну без возникновения брызг. Установка и контроль длины дуги выполняются автоматически, т. е. дуга остается стабильной независимо от особенностей поверхности изделия или скорости сварки. Благодаря этому CMT — достаточно гибкий процесс относительно различных сфер применения.

На рис. 1 показан принцип работы процесса CMT:

1. В фазе горения дуги присадочный материал переносится в ванну.

2. При погружении присадочного материала в ванну дуга гаснет. Сварочный ток уменьшается.

3. Обратное движение проволоки способствует отрыву капли во время короткого замыкания. Ток короткого замыкания поддерживается на низком уровне.

4. Направление движения проволоки меняется, и процесс начинается заново.

Для широкого спектра производственных задач и специальных требований компания Fronius усовершенствовала процесс CMT и соединила его возможности в различных комбинациях. Следствием этого стал выход на рынок трех дополнительных технологий, позволяющих найти оптимальное решение практически для любого случая применения — CMT Puls, CMT Advanced и CMT Advanced Puls.

CMT Puls. Этот процесс сочетает импульсные циклы с циклами CMT. Целенаправленное, регулируемое добавление импульсов обеспечивает большой диапазон мощности и, как следствие, достижение требуемого проплавления, а также гибкость применения.

CMT Advanced. Еще «холоднее», чем CMT. В этом случае полярность сварочного тока интегрирована в управление сварочным процессом. Среди основных преимуществ данной технологии следует отметить еще более эффективный контроль теплового воздействия, максимальное перекрытие зазоров и увеличение мощности плавления присадочного материала до 60%.

CMT Advanced Puls. Циклы CMT отрицательной полярности и импульсные циклы положительной полярности комбинируются, позволяя достичь абсолютной точности процессов плавления основного и присадочного металла и наивысшей степени контроля дуги.

Цифровые источники питания Fronius в сочетании со всеми периферийными компонентами, идеально согласованными друг с другом, образуют новаторские и «умные» сварочные системы. Основными структурными компонентами системы для

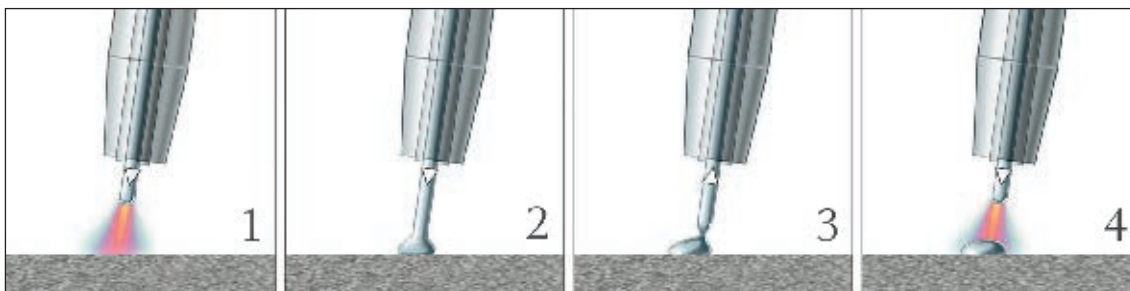


Рис. 1.
Принцип
работы
процесса
CMT

механизированной или роботизированной сварки СМТ (рис. 2) являются:

- полностью цифровой, управляемый микропроцессором источник питания инверторного типа, который обеспечивает единственную в своем роде точность сварочного процесса, 100% воспроизводимость и отличные сварочные характеристики;
- устройство подачи проволоки с 4-роликным приводом для постоянной и беспрепятственной подачи присадочного материала — от катушки к изделию;
- сварочная горелка, оснащенная высокочастотным безредукторным серводвигателем переменного тока, которая способствует перемещению проволоки вперед и назад до 90 раз в секунду;
- буфер-компенсатор для согласования работы переднего и заднего приводов путем компенсации избытка проволоки при ее реверсивном движении;
- контактная система Contec (рис. 3), которая благодаря двум подвижным полуцилиндрам гарантирует постоянную поверхность контакта и постоянное контактное усилие. Принципиально новая технология от Fronius характеризуется более чем в 5 раз увеличенным сроком эксплуатации по сравнению со стандартным контактным наконечником и является максимально универсальной, т. е. один контактор Contec подходит для всех стандартных типов и диаметров проволоки.

Безоговорочные практические преимущества служат качественной оценкой технологии СМТ. Ниже приведены основные преимущества:

- при использовании СМТ Advanced по сравнению с импульсной сваркой возрастает способность перекрытия зазоров, например, для алюминия толщиной 2 мм — с 1 мм до 2,5 мм;
- перемешивание основного и наплавленного металла сокращается до 50%, что значительно уменьшает затраты при наплавке;
- 100% воспроизводимость результатов благодаря цифровому управлению процессом открывает новые сферы применения — СМТ Pin (ошпоковка) и СМТ Print (рельефная печать);
- до 99% уменьшение образования брызг при сварке стали по сравнению с импульсным режимом и режимом с короткой дугой;
- до 10 раз выше скорость сварки при одинаковом качестве шва;



Рис. 2.
Система
для роботизированной
сварки СМТ

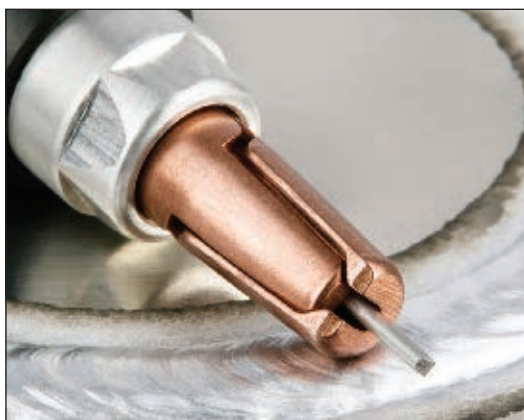


Рис. 3.
Контактная
система
Contec

- меньшее тепловое воздействие обеспечивает минимальный уровень деформаций. Это избавляет от необходимости предварительной подготовки и последующей обработки изделий.

Сварочный процесс СМТ опровергает распространенное мнение о невозможности сварки стали с алюминием, сварки с зазорами, величина которых превышает толщину основного металла, практически полном исключении брызг и деформаций после сварки и т.д.

Являясь мировым лидером в области сварки, компания Fronius занимается разработкой технологий, которые обеспечивают высочайшее качество продукции, рентабельность и энергоэффективность. ● #1165

Публикуется
на правах
рекламы.



РАСШИРЯЯ ГРАНИЦЫ

ООО «Фрониус Украина»

07455 Киевская обл., Броварской р-н, с. Княжичи, ул. Славы, 24
тел. +38 0 44 277 21 41 sales.ukraine@fronius.com
факс +38 0 44 277 21 44 www.fronius.ua

Влияние некоторых факторов на прочность сцепления напыленных плазменных покрытий

А.Н.Пасько, Р.Т.Агакишиев, С.В.Беседенко, О.Г.Быковский, д-р техн. наук, Запорожский национальный технический университет, В.В.Овсяников, А.Г.Русев, М.Г.Русев, НПП «Плазматех» (Запорожье)

Современные плазменные покрытия различного состава наносят, распыляя порошки и электродную проволоку — нейтральные и токопроводящие. Применение токопроводящих более эффективно, поскольку почти в два раза повышается КПД нагрева материала, на 30–40% производительность процесса и при одинаковом коэффициенте использования материала более чем в два раза снижаются энергозатраты по нанесению покрытий. Этот способ плазменного покрытия успешно используют для нанесения разнообразных составов покрытий как на металлы, так и на графит в машиностроении и электротехнике, металлургии и энергетике.

Основным требованием к покрытию при напылении, наряду с сохранением его служебных свойств, является достаточно высокая прочность сцепления с подложкой, исключающая его отслаивание в процессе эксплуатации. Существующие способы определения прочности сцепления покрытий защитного и декоративного свойств ограничены материалом покрытия, его толщиной и способом получения. Такие способы, как полирование, опиловка, нанесение сетки и т. д., не дают четких количественных показателей и малопригодны для исследования износостойких покрытий. Другие способы отличаются сложностью и не дают сравнительных прочностных показателей. Так называемая «клеевая проба» предполагает нанесение на

испытываемые поверхности слоя высокопрочного клея, что является дополнительным усложнением процесса испытания и ограничивает номенклатуру покрытий прочностными свойствами, не превышающими прочность клея. Метод штифтовой пробы отличается наибольшей простотой, хотя зазор между штифтом и втулкой, куда попадают напыляемые частицы, искажает действительную характеристику, однако при испытании разных составов напыленного материала относительная погрешность будет невелика.

В исследовании по определению влияния диаметра штифта на прочность сцепления использовали пару «втулка-штифт», изготовленную из стали Ст3, собранную по скользящей посадке; наружный диаметр втулки (40 мм) был постоянным, а внутренний изменялся в пределах от 2 до 12 мм. На испытываемую поверхность напыляли на оптимальном режиме порошковую наплавочную проволоку 100X15M2Г2Р, чтобы во всех случаях толщина слоя находилась в пределах 0,8–0,9 мм.

Испытания на отрыв выполняли на машине ИР-100. Установлено, что с увеличением диаметра штифта с 2 до 6 мм (рис. 1) сила отрыва изменяется незначительно, в то время как прочность сцепления снижается почти в девять раз. Дальнейшее увеличение диаметра с 6 до 12 мм, наоборот, приводит к значительному увеличению силы отрыва, но показатель прочности находится примерно на одном уровне. Здесь усилие отрыва растет в той же мере, что и увеличение площади поперечного сечения штифта. Поэтому можно считать, что для данных условий испытания диаметр штифта может быть выбран именно в этих пределах без угрозы искажения результатов вследствие действия случайных факторов.

Определение доли участия адгезионной и когезионной составляющих прочности проводили на фрактограммах изломов, которые фотографировали, увеличивали в размерах и методом секущих линий опреде-

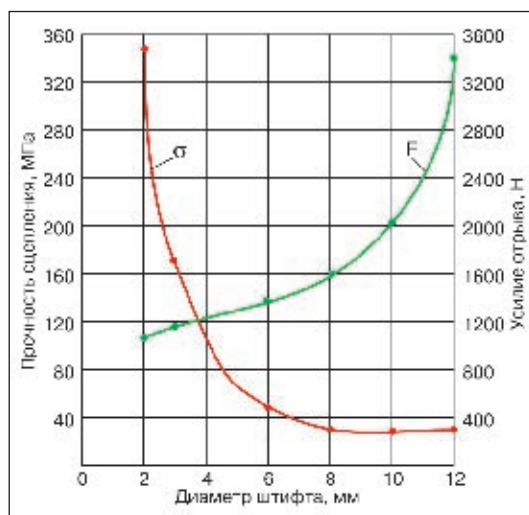


Рис. 1. Зависимость прочности сцепления и усилия отрыва от диаметра штифта

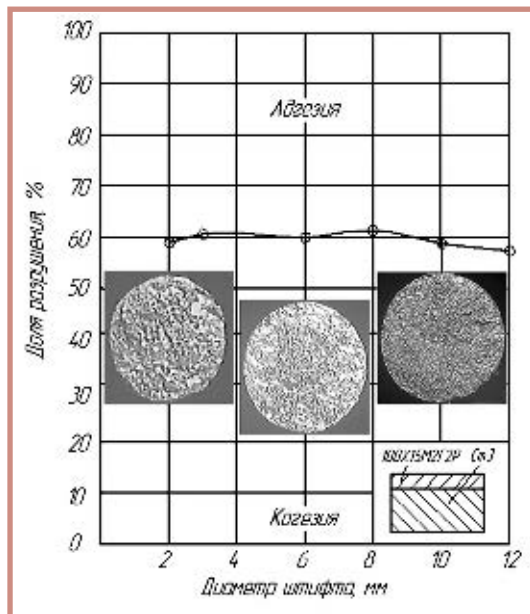


Рис. 2. Характер разрушения напыленного слоя в зависимости от диаметра штифта

ляли соответствующие площади, пользуясь тем, что напыленный нержавеющей материал имеет более светлую окраску по сравнению с основой. Установлено, что независимо от диаметра штифта доля когезионной составляющей прочности равна примерно 60% (рис. 2), что объясняется общей основой подложки и напыленного покрытия и является вполне приемлемым с точки зрения прочности покрытия.

При напылении меди на алюминий толщину нанесенного медного покрытия изменяли от 0,2 до 4 мм. Установлено, что в этом случае и величина усилия отрыва и прочность сцепления изменяются одинаково. Разрушение происходит, как правило, на границе раздела «медь-алюминий», так что доля когезионной составляющей меньше 1% (рис. 3). С увеличением толщины покрытия с 0,2 до 1 мм прочность сцепления растет, в диапазоне толщин 1–2 мм остается неизменной, после чего резко снижается, достигая минимума при толщине 4 мм (рис. 4). Для данной пары разнородных материалов разрушение происходит вследствие образования интерметаллидных соединений типа Al_mCu_n , а с увеличением толщины напыленного слоя эта тенденция возрастает еще больше из-за роста термических напряжений. Можно предположить, что при нанесении слоя меди на массивную теплоотдающую алюминиевую деталь прочность сцепления будет выше вследствие уменьшения температуры в зоне контакта Al-Cu из-за повышенного теплоотвода в алюминиевую деталь.

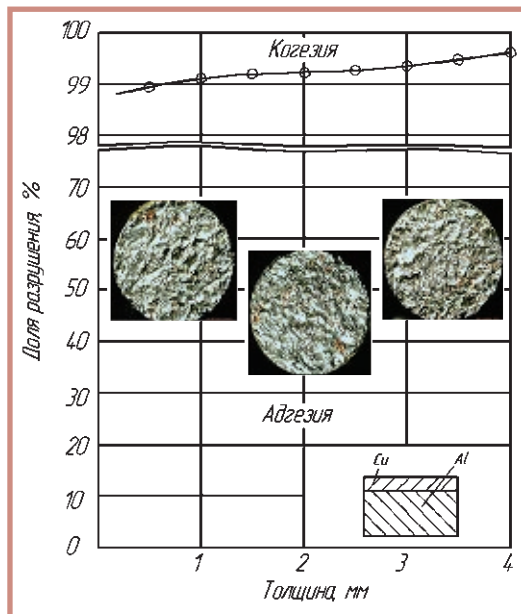


Рис. 3. Характер разрушения напыленного слоя меди в зависимости от его толщины

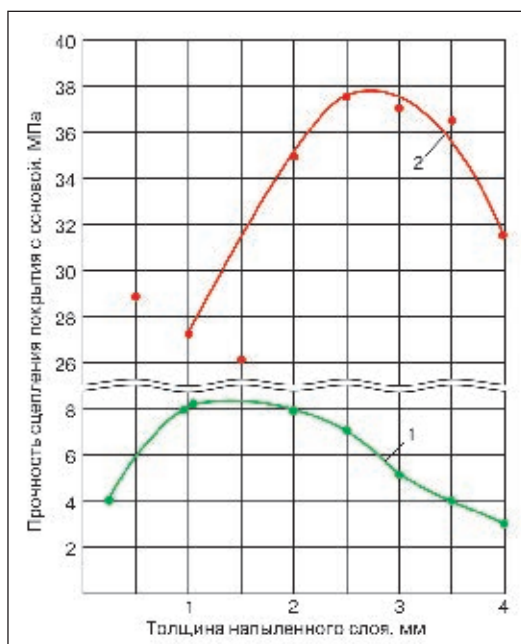


Рис. 4. Зависимость прочности сцепления алюминия с медью (1) и стали с бронзой Бр.КМц 3-1 (2) от толщины напыленного слоя

Как и в предыдущем случае, при напылении слоя бронзы Бр.КМц 3-1 сохраняется тенденция возрастания прочности сцепления напыленного слоя по мере увеличения его толщины, а по достижении максимального значения этот показатель уменьшается вследствие действия термических напряжений (рис. 4). Однако прочность сцепления покрытия выше вследствие более близких размерных и энергетических характеристик основ этих сплавов. Характер разрушения зоны этой разнородной пары материалов также почти не зависит от толщины напыленного слоя, но доля адгезионной составляющей находится на более высоком уровне (33% по сравнению с парой Al-Cu).

● #1166



Содержание №3–2011 журнала «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша)

Конференции, семинары, выставки

T.Pefeifer. Методы оценки эффективности внедрения роботизированной сварки

S.Stano, G. Chrobak. Состояние роботизированной лазерной сварки

K.Ныс, K. Staniszewski. Принципы контроля и оценки качества сварных соединений в строительных конструкциях

J.Gorka, T. Kik, A. Czuprynski, W.Foreiter. Технология сварки стойких к трению плит

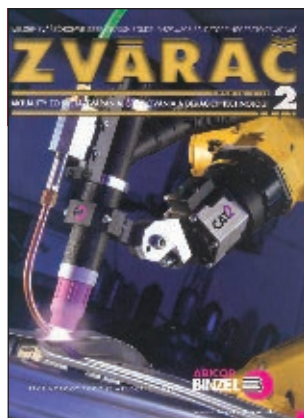
H.Pasek-Siurek. Плазменная сварка. Системы и элементы конструкции оборудования для плазменной сварки

W.Pawlowicz. Закалка диодным лазером большой мощности

О.К.Маковецкая, Т.М. Лабур. Современное состояние производства и потребления алюминия и его сплавов

Новые книги

Новое сварочное оборудование и материалы



Содержание №2–2011 журнала «Zvarac» (Словакия)

M.Kasencak, M.Novovesky, P.Polak. Остаточный ресурс опор линий высокого напряжения

D.Drimal, F.Kolenic. Влияние начальной теплоты ВМ на коррозионную стойкость нержавеющей стали, легированной бором, при лазерной сварке

I.Michalec, J.Barta, M.Maronek. Обоснование возможности сварки нитрооксидированных стальных листов

J.Jancar, E.Lechovic, M. Kovac. Влияние теплообмена на предел прочности при сдвиге и изменения микроструктуре паяных соединений

B.Martancik, G. Martancikova, K.Ulrich.

Проверка чувствительности ультразвуковых измерительных приборов по сравнению с радиографическим методом на образцах толщиной 25 мм

F.Kolenic, L. Kovac. Новое поколение электронно-лучевого сварочного оборудования с напряжением 30 кВ

А.В.Баранов, А.Е. Вайнерман, С.А. Пичужкин. Структура и механические свойства сварных соединений алюминиевой бронзы со сталью



Содержание №1–2011 журнала «Varilna Tehnika» (Словения)

Новости

Образование

Школа сварки. Продолжение

Контактная сварка с использованием преобразующего разрядного конденсатора

Исследования

M. Golob. Использование метода моделирования для совершенствования сварочных источников тока

P. Opaка. Защитные газы для корневого шва при сварке нержавеющей сталей

Безопасность при эксплуатации лазерных установок

О.Г. Левченко, д-р техн. наук, В.Г. Шелягин, канд. техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

При использовании в сварке мощных лазерных установок (5–50 кВт) первоочередной задачей стало обеспечение безопасности их эксплуатации. Основную опасность для персонала представляет прямое лазерное излучение. Обычных мер безопасности использования лазера в большинстве случаев уже недостаточно.

Оптические квантовые генераторы или лазеры находят все более широкое применение в промышленности. Их использование стимулируют такие уникальные свойства лазерного излучения, как монохроматичность и когерентность излучаемых колебаний, а также возможность формирования очень узких пучков излучения с высокой концентрацией в них электромагнитной энергии. Диапазон длин волн, излучаемых лазерами, охватывает видимый спектр и распространяется в инфракрасную и ультрафиолетовую области. Чаще всего используют лазеры с длинами волн 0,49–0,51; 0,53–0,63; 0,694; 1,06; 10,6 мкм. Воздействие этих лучей на человека может привести к ожогам и другим тяжелым последствиям, а на окружающие предметы — к их повреждению и пожарам. Степень потенциальной опасности лазерного излучения зависит от мощности источника, длины волны, длительности импульса и частоты его следования, окружающих условий, отражения и рассеяния излучения.

В соответствии с «Санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров» лазеры подразделяют по степени опасности генерируемого ими излучения на четыре класса. К классу I относят лазеры, выходное излучение которых не представляет опасности для глаз и кожи. К классу II относят лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении глаз прямыми или зеркально отраженным излучением. В лазерах класса III выходное излучение представляет опасность при облучении глаз прямым, зеркально и диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхнос-

ти и при облучении кожи прямым и зеркально отраженным излучением. Лазеры класса IV представляют опасность при облучении кожи диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

При зеркальном отражении интенсивность излучения может быть рассчитана по формуле (1), а при диффузном — по формуле (2):

$$E_A = \frac{P_0}{\pi} \cdot \frac{\cos Q}{R^2} \cdot \cos \varphi, \quad (1)$$

$$E_{Ak} = \frac{4 \cdot P_0 \cdot \rho}{\pi \cdot d_{63}^2} \cdot \frac{f^2}{R}, \quad (2)$$

где P_0 — мощность лазерного источника; R — расстояние от точки положения фокуса на изделии до облучаемой поверхности; Q — угол между нормалью к поверхности и отраженным лучом на изделии; φ — угол между нормалью к облучаемой поверхности и падающим отраженным лучом; d_{63} — диаметр фокусной линзы; f — фокусное расстояние линзы; ρ — коэффициент отражения поверхности изделия.

Кроме прямого и отраженного лазерного излучения на организм человека при эксплуатации лазеров различных классов могут воздействовать сопутствующие опасные и вредные производственные факторы (табл. 1).

Таблица 1. Опасные и вредные производственные факторы при эксплуатации лазеров различных классов

Фактор	Класс лазеров			
	I	II	III	IV
Электрическое напряжение	–(+)	+	+	+
Световое излучение импульсных ламп или газового разряда	–	–	–(+)	+
Шум, вибрация	–	–	–(+)	+
Аэрозоль	–	–	–	+
Газы	–	–	–	+
Электромагнитное излучение (ВЧ, СВЧ)	–	–	–	–(+)
Примечание. Знак «+» означает наличие вредного фактора, знак «–» — его отсутствие.				

Обслуживающий персонал может подвергаться следующим воздействиям:

- высокого напряжения зарядных устройств, питающих батарею конденсаторов большой емкости;
- химических веществ, образующихся при разрядке импульсных ламп накачки (озон, оксиды азота) в результате испарения материала мишени при сварке, сверлении и других технологических операциях (оксид углерода, свинец, ртуть, продукты термоокислительного разложения материала мишени, побочные продукты реакции при лазерном облучении);
- интенсивному шуму (ультразвуку), возникающему в момент работы компрессоров некоторых лазерных установок.

Биологические эффекты, возникающие при воздействии лазерного излучения на организм человека, подразделяют на две группы:

1) первичные эффекты — органические изменения, возникающие непосредственно в облучаемых тканях;

2) вторичные эффекты — неспецифические изменения, появляющиеся в организме в ответ на облучение.

Наиболее подвержены поражению лазерным излучением глаза человека. Сфокусированный на сетчатке хрусталиком глаза лазерный луч будет иметь вид малого пятна с еще более плотной концентрацией энергии, чем падающее на глаз излучение. Поэтому попадание лазерного излучения в глаз опасно и может вызвать повреждение сетчатой и сосудистой оболочек и нарушение зрения. При малых плотностях энергии происходит кровоизлияние, а при больших — ожог, разрыв сетчатой оболочки, появление пузырьков в стекловидном теле глаза.

Излучение лазера, работающего в ультрафиолетовом и дальнем инфракрасном диапазоне длин волн, почти полностью будет поглощаться прозрачными средами глаза, содержащими большое количество жидкости. Вследствие этого их повреждения могут возникать при сравнительно небольших интенсивностях излучения, обычно эти повреждения имеют характер ожогов.

Лазерное излучение может вызвать также повреждение кожи и внутренних органов человека. Повреждение кожи лазерным излучением схоже с термическим ожогом. На степень повреждения влияют как входные характеристики лазеров, так и цвет, и степень пигментации кожи. Интенсивность излучения, которая вызывает повреждение кожи, намного выше интенсивности, приводящей к повреждению глаза. Кроме ожогов кожи, лазерное излучение способно вызвать повреждения внутренних органов, даже в тех случаях, когда на теле возникают относительно слабые поверхностные повреждения. Эти повреждения имеют характер оте-

ков, кровоизлияний, омертвления тканей, свертывания и распада крови. В ряде случаев имеет место воздействие как прямого, так и зеркально отраженного лазерного излучения на отдельные органы человека, а также диффузно отраженного излучения. Результатом такого воздействия становятся различные функциональные изменения центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы, эндокринных желез, физическое утомление и др.

Методы и средства защиты от воздействия лазерного излучения можно подразделить на организационные, инженерно-технические и средства индивидуальной защиты.

Организационные методы защиты обеспечивают правильную организацию работ, исключающую присутствие людей в опасных зонах при работе на лазерных установках.

Инженерно-технические методы предусматривают создание безопасных лазерных установок за счет уменьшения мощности применяемого лазера, надежного экранирования лазерной установки и дистанционного управления. Надежной защитой от случайного попадания на человека лазерного излучения является экранирование луча световодом на всем пути его действия. Для снижения уровня отраженного излучения линзы, призмы и другие твердые предметы с зеркальной поверхностью на пути следования луча снабжают блендами, а перед облучаемым объектом устанавливают защитные экраны и диафрагмы, диаметр отверстия которых несколько превышает диаметр луча.

В соответствии с ДСТУ ИЕС 60825-4-2003 лазерные установки должны быть оснащены пассивными или активными средствами защиты.

Лазерное пассивное защитное устройство обеспечивает защиту только благодаря физическим свойствам. Примерами пассивных устройств являются металлические панели, экраны, ширмы. Пассивные защитные устройства не должны разрушаться в течение заданного времени. Теплостойкость защитного устройства может быть повышена с помощью дополнительного водяного или воздушного охлаждения.

Активные лазерные защитные устройства снабжают различными термическими или оптическими датчиками, срабатывающими на облучение заданной длительности и интенсивности. Существуют конструкции с двухслойными стенками. Промежуток заполнен газом или жидкостью под давлением. При аварийном облучении одна стенка прогорает, давление снижается, и датчик отключает установку.

В качестве средств индивидуальной защиты применяются специальные защитные очки, стекла для которых подбирают в соответствии с ГОСТ 9411-81Е; технологические халаты и перчатки из хлопчатобумажной ткани светло-зеленого или голубого цвета.

Для защиты глаз можно использовать открытые и закрытые очки (рис. 1 и 2). Каждый вид очков максимально ослабляет определенные длины волн. Применяемые в них светофильтры (табл. 2) отсекают излучение определенной длины волны. Поэтому важно правильно выбрать светофильтр, соответствующий данному лазеру, длине волны его излучения и оптической плотности. Указанные средства предназначены для защиты от отраженного и рассеянного излучения.

Кроме того, необходима защита от сопутствующих опасностей, источниками которых являются сама лазерная установка и обрабатываемые объекты. Для уменьшения загрязнения воздуха парами и аэрозолями испаряющихся веществ мишени, а также образующегося в воздухе озона в рабочих помещениях предусматривают специальную систему вентиляции. Применяют также необходимые меры защиты от высокого напряжения (защитные и предохранительные блокировки), воздействие электромагнитных полей (защитные экраны), шума (звукоизолирующие кожухи), жесткого рентгеновского излучения, ионизации воздуха, взрывов и пожаров. Выполнение мер защиты обеспечивает безопасность работ, проводимых с лазерными установками.

Для обеспечения безопасности при работе с современными мощными лазерами обычных мер защиты недостаточно. В последнее время взяты на вооружение новые способы обеспечения лазерной безопасности. Например, активная защита от лазерного облучения с помощью специальных стенок (экранов) со встроенной сенсорикой, которая позволяет распознавать и отключать систему аварийного контура в случае попадания луча лазера на защищаемое окружение.

Другая возможность обеспечить безопасность — контроль лазерной установки с помощью централизованной системы сенсорики и логистики, что обеспечивает необходимую эффективность защиты и экономичность системы.

Как правило, безопасность лазерной роботизированной установки достигается ограничением рабочего пространства робота. Такое ограничение обеспечивает сама конструкция или пространственные координаты лазера. Эта концепция безопасности на базе контроля рабочего пространства требует еще больших ограничений, поскольку постоянно контролируется только фокус лазерного луча, но может быть нанесен вред во многих других точках рабочего пространства.

Таблица 2. Марки стекол, рекомендуемые для использования в противолазерных очках

Длина волны, мкм	0,48–0,51	0,53	0,69	0,84	1,06	1,54	10,6
Марка стекла	ОС-12, ОС-13, ОС-23-1	ОС-12, ОС-13, ОС-23-21	ОС-21, ОС-22	ОС-21, ОС-22, ОС-24	СЗС-24, СЗС-25, СЗС-26	БС-15	



Рис. 1. Защитные закрытые очки с непрямой вентиляцией



Рис. 2. Защитные закрытые двойные очки с непрямой вентиляцией

Для часто повторяющегося вида работ достаточно четко проверять соответствие заданного состояния фактическому. Для этого выполняют контроль оси и состояния, а также фокуса лазерного луча с помощью сенсорики, предотвращающей бомбардировку защитной стенки. Для отключения лазера в случае аварии можно использовать легкие пассивные защитные стенки. При этом сигнал о потенциальном аварийном случае может быть получен при трехмерном локальном контроле фокуса. Если действительная координата соответствует заданной и находится в разрешенном рабочем пространстве лазерного луча, значит, фокус находится в рабочем пространстве. Попадание лазерного луча на обрабатываемый материал характеризуется очень ярким свечением фокального пятна, а локализация этого свечения в пространстве осуществляется с помощью светочувствительных сенсоров.

Повышение уровня защищенности и безопасности персонала благодаря установке быстродействующих отключающих устройств не должно снижать качество изделия. Следует разработать новые концепции защиты операторов и сохранить надежное функционирование лазерного устройства, возможно, с быстродействующим автоматическим повторным включением для поддержания высококачественного технологического процесса.

● #1167

Современные подходы к профессиональной подготовке квалифицированных кадров для сварочного производства. Внедрение в учебно-производственный процесс Государственного стандарта по профессии «Сварщик»

Всеукраинский семинар-совещание

5 июня 2011 г. на базе Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины состоялся Всеукраинский семинар-совещание на тему: «Современные подходы к профессиональной подготовке квалифицированных кадров для сварочного производства. Внедрение в учебно-производственный процесс Государственного стандарта по профессии «Сварщик».

В семинаре-совещании приняли участие: министр образования и науки, молодежи и спорта Д.В. Табачник, президент Национальной академии наук Б.Е. Патон, президент Национальной академии педагогических наук В.Г. Кремень, исполнительный вице-президент Конфедерации работодателей в Украине А.В. Мирошник, директор департамента профессионально-технического образования МОН В.В. Супрун, директор Государственного центра занятости Министерства социальной политики Украины В.М. Галицкий, ряд ответственных работников министерств, академии педагогических наук, а также директора учебных заведений профессионально-технического образования всех регионов Украины.

Целью семинара-совещания было обсуждение проблем профессиональной подготовки персонала в области сварки и рассмотрение новых подходов к организации профессионально-технического обучения сварщиков в соответствии с требованиями национальных и международных стандартов.

Семинар начался с ознакомления с организацией профессиональной подготовки и аттестации сварщиков в Межотраслевом учебно-аттестационном центре Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, которая базируется на использовании модульной технологии обучения. Были продемонстрированы учебно-методические материалы (модульные блоки и учебные элементы), а также видео-компьютерные анимации, раскрывающие сущность процессов, особенности выполнения которых сложно воспринимаются слушателями. В процессе их обсуждения отмечалось, что модульные технологии профессиональной подготовки, которые базируются на системном подходе к организации учебного процесса, комплексном

методическом обеспечении и эффективном контроле изученного учебного материала, дают возможность своевременно реагировать на смену производственных требований к профессиональной компетентности сварщиков и обеспечивают непрерывность обучения.

Затем состоялось пленарное заседание, которое открыл президент Национальной академии наук Украины академик Б.Е. Патон, отметивший важность и актуальность данного совещания. Он также отметил, что эффективность современного производства в условиях высококонкурентного рынка в значительной мере определяется качеством профессиональной подготовки персонала. Наличие на предприятиях профессионально компетентного персонала определяет их способность реализовать новейшие достижения науки и техники. Профессиональная подготовка такого персонала требует новых подходов в организации обучения, применении современных и эффективных технологий обучения. С этой целью специалистами Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины при участии специалистов Института ПТО Национальной академии педагогических наук при поддержке Федерации работодателей и Общества сварщиков Украины в рамках проекта Международной организации труда «Внедрение гибких программ профессионального обучения для безработных» и украинско-немецкого проекта «Поддержка реформ ПТО в Украине» была обоснована концепция широко-профильной профессиональной подготовки квалифицированных рабочих в области сварки, разработана и утверждена приказом Минтруда и социальной политики квалификационная характеристика на интегрированную профессию «Сварщик». На ее основе, совместно с Департаментом профессионально-технического образования, подготовлен Государственный стандарт профессионально-технического образования, который 20 мая этого года утвержден Министерством образования и науки, молодежи и спорта по согласованию с Министерством социальной политики.

Содержание стандарта, критерии оценки и система подтверждения профессиональной компе-

тентности отвечают международным требованиям к профессиональной подготовке сварщиков, которая обеспечит признание на международном уровне присвоенных в Украине квалификаций.

Представляя Государственный стандарт профессионально-технического образования по профессии «Сварщик», директор Межотраслевого учебно-аттестационного центра Института электросварки им. Е.О. Патона П.П. Проценко отметил, что главной проблемой действующей в Украине системы профессиональной подготовки квалифицированных рабочих в области сварки является несоответствие между характером производственных заданий и содержанием профессионального обучения. Для устранения указанных несоответствий разработана межотраслевая квалификационная характеристика на интегрированную профессию «Сварщик». На ее основе был разработан Государственный стандарт профессионально-технического образования по этой профессии.

Цель стандарта — реализация единой политики в сфере профессионально-технического образования, устранение содержательных и терминологических отличий в подготовке конкурентоспособного на рынке труда квалифицированного рабочего по профессии «Сварщик» и обеспечение признания квалификации и документов о полученной профессиональной подготовке на национальном и международном уровнях.

Стандарт определяет общие требования к содержанию профессионально-технического образования, образовательного уровня поступающего и уровня профессиональной квалификации выпускника профессионально-технического учебного заведения, устанавливает основные положения, которыми нужно руководствоваться при организации профессиональной подготовки квалифицированных рабочих по интегрированной профессии «Сварщик», включающей четыре специализации:

1. Ручная дуговая сварка покрытыми электродами.
2. Механизированная дуговая сварка плавящимся металлическим электродом.
3. Ручная дуговая сварка неплавящимся металлическим электродом в инертных газах.
4. Газовая сварка.

Определены также три уровня квалификации — I, II, III.

Структура стандарта предусматривает, что вся образовательно-профессиональная программа теоретического и практического обучения является целостным и неразрывным процессом, направленным на формирование запланированного уровня квалификации. Квалификационная аттестация осуществляется как по завершении полного курса обучения, так и на промежуточных этапах. По результатам квалификационной аттестации ученикам (слушате-



лям), которые по определенным причинам прекращают обучение, присваивается квалификация первого или второго уровня по соответствующей специализации.

Важной частью стандарта профессиональной компетентности является оценка способности сварщика выполнять определенные производственные задачи, которая проводится в виде квалификационной аттестации (сертификации). Оценочные критерии базируются на требованиях, действующих на производстве стандартов по аттестационным испытаниям сварщиков.

При изменении технологической сложности работ по сварке трудовые функции в рамках конкретных видов работ пополняются более сложными элементами, вследствие чего расширяется поле профессиональной деятельности, а это вызывает необходимость в повышении квалификации сварщика. Таким образом, на базе стандарта может формироваться система непрерывного профессионального обучения, переподготовки, повышения квалификации и аттестации сварщиков.

Выступавшие министр образования и науки, молодежи и спорта Д.В. Табачник, президент Национальной академии педагогических наук В.Г. Кремень, директор Государственного центра занятости В.М. Галицкий и вице-президент Конфедерации работодателей А.В. Мирошниченко дали высокую оценку стандарту и отметили, что внедрение этого стандарта будет способствовать повышению качества профессиональной подготовки и мобильности сварщиков, создаст условия для эффективного функционирования независимой системы оценки профессиональной компетентности и даст возможность работодателям определять соответствие уровня профессиональной подготовки сварщика требованиям рабочего места, что обеспечит повышение конкурентоспособности отечественного сварочного производства.

П.П. Проценко, директор МУАЦ ИЭС им. Е.О.Патона,
В.М. Илюшенко, исполнительный директор
Общества сварщиков Украины

● #1168

Сварочное производство Украины: состояние и перспективы

Совещание ведущих специалистов сварочного производства Украины

16–17 июня 2011 г. в с. Княжичи Киевской области на базе Технологического центра ООО «Фрониус Украина» состоялось совещание «Сварочное производство Украины: состояние и перспективы», организованное Советом Общества сварщиков Украины (ОСУ), Институтом электросварки им. Е. О. Патона и ООО «Фрониус Украина».

В семинаре приняли участие более 50 специалистов, представлявших большинство региональных отделений ОСУ, включая главных сварщиков, технических директоров предприятий, преподавателей университетов, руководителей сварочных лабораторий. В семинаре приняли участие также ведущие специалисты ИЭС им. Е. О. Патона.

Семинар открыл президент ОСУ, канд. техн. наук В. Г. Фартушный, который отметил важность подобных встреч специалистов, позволяющих обмениваться оперативной информацией о проблемах сварочного производства в регионах, обсудить приоритетные направления в работе ОСУ, определить пути совершенствования его деятельности. Он отметил, что особое внимание должно быть уделено вопросам повышения качества продукции и ее конкурентоспособности. В. Г. Фартушный зачитал приветствие директора Института электросварки им. Е. О. Патона академика Б. Е. Патона участникам семинара с пожеланиями укрепления контактов специалистов, повышения эффективности их труда на благо Украины.

Затем генеральный директор ООО «Фрониус Украина» А. И. Комиссар, приветствовал присутствующих и привел краткую информацию об организации и становлении дочернего предприятия компании Fronius в Украине. Сейчас, когда предприятию уже 20 лет, его продукция готовится к сертификации на соответствие европейским стандартам, что позволит расширить рынок сбыта. А. И. Комиссар пожелал плодотворной работы семинару.

Исполнительный директор ОСУ канд. техн. наук В. М. Илюшенко поблагодарил руководство ООО «Фрониус Украина» за создание условий для работы семинара и ознакомил участников с первым номером информационно-технического журнала «Вісник Товариства зварників України».

Затем на семинаре был заслушан доклад зав. отделом ИЭС им. Е. О. Патона, исполнительного директора Технопарка «ИЭС им. Е. О. Патона» канд. экон. наук А. А. Мазура. Он проанализировал динамику и причины спада производства сварочного оборудования и материалов, сварных конструкций в Украине за последние два десятилетия. Отметил, что в настоящее время по-прежнему не налажен ежегодный статистический отчет предприятий. Существуют проблемы с качеством подготовки специалистов сварочного производства. Отдел экономических исследований ИЭС готов оказать услуги предприятиям по оптимизации выбора способа сварки, расчета экономической эффективности и др.

В докладе директора по маркетингу ООО «Фрониус Украина» В. Л. Бондаренко был сделан экскурс в историю создания и развития известной в сварочном мире компании «Фрониус», а также ее дочернего предприятия в Украине. Докладчик подробно осветил новые разработки компании за последние годы.

Технический директор ОАО «КЗЭСО» В. И. Окул в своем докладе остановился на основных направлениях создания и совершенствования оборудования, выпускаемого



КЗЭСО. Это, прежде всего, оборудование для контактной сварки рельсов в стационарных и путевых условиях. Создано новое поколение оборудования для ЭШС с современными системами управления и контроля процесса.

Директор ООО НПФ «Сварконтакт» Н. А. Король рассказал о выпускаемых на предприятии инверторных источниках питания для дуговой сварки, о разработке образцов оборудования для сварки под водой, плазменной сварки и резки, для приварки шпилек. Совместно с ИЭС им. Е. О. Патона разработан специализированный блок, применение которого расширяет технологические возможности дуговой сварки с любым выпрямителем. Достигается сварка без брызг с защитой дуги углекислым газом.

О требованиях новых стандартов в вагоностроении рассказал главный сварщик ОАО «Крюковский вагонзавод» Н. В. Высоколян. Он отметил большой спрос на грузовые вагоны, а также необходимость внедрения международных стандартов сварочного производства на железнодорожном транспорте.

Большой интерес вызвал доклад директора консультативного центра по менеджменту канд. техн. наук Б. П. Будзана, осветившего роль и качества современного менеджера производства, обеспечивающие успешную деятельность предприятия в меняющихся условиях.

Зав. отделом ИЭС им. Е. О. Патона чл.-кор. НАН Украины А. Я. Ищенко коротко рассказал о возможностях отдела сварки цветных металлов института, положительном опыте сотрудничества с ООО «Фрониус Украина».

Менеджер отдела маркетинга ООО «Фрониус Украина» В. П. Слюта подробно остановился на ряде технологических процессов и оборудовании, созданном компанией «Фрониус» на протяжении последних 15 лет: сварке и наплавке с холодным переносом металла (СМТ), лазерной гибридной сварке, контактной точечной сварке тонких металлов, в том числе оцинкованных и разнотолщинных, новой конструкции Contec (долговечного контактного наконечника для подачи сварочной проволоки), Trans Steel Yard аппарате для МАГ сварки сталей с цифровым программным управлением для судостроения и др.

Обстоятельный доклад генерального директора ООО «Бинцель Украина ГмбХ» Ю.А. Дидуса был посвящен сварочным горелкам производства компании «Абикор Бинцель». Был продемонстрирован ряд образцов промышленных горелок. Была представлена контактная смазка для очистки и смачивания сварочной проволоки, а также устройство для точного позиционирования горелки.

Главный сварщик ПАО «НКМЗ» (Краматорск) В.А. Белинский рассказал об уникальной установке

для электрошлаковой сварки крупногабаритных толстостенных изделий, созданной и эксплуатирующейся на НКМЗ с 2002 г.

Главный технолог ООО «ЖЗМК» (Житомир) В. В. Максимчук сообщил о применяемых на предприятии технологиях и оборудовании при производстве строительных металлоконструкций, а также о системе обеспечения качества продукции.

Проблемы внедрения системы управления качеством при производстве сварных конструкций на основе ДСТУ ISO 9001-2009 были рассмотрены в докладе зав. отделом ИЭС им. Е. О. Патона канд. техн. наук Ю. К. Бондаренко.

Директор МУАЦ ИЭС им. Е. О. Патона канд. техн. наук П. П. Проценко представил два разработанных и утвержденных в Украине документа, описывающих интегрированную профессию «Сварщик» и программу профессионально-технического образования, соответствующих международным стандартам.

Вице-президент ОСУ д-р техн. наук А. А. Кайдалов подробно рассказал о проводимых Обществом конкурсах сварщиков в Украине, а также об участии украинских сварщиков в зарубежных конкурсах.

По итогам семинара были приняты следующие решения:

1. Обратить внимание на необходимость актуализации нормативной базы в области сварочного производства в некоторых отраслях промышленности Украины. Совету ОСУ способствовать активизации работ по обновлению нормативных документов, указанных участниками семинара.

2. Отметить, что порядок предоставления документов разработчиками технологий, материалов и оборудования для участия в тендерах несовершенен и создает трудности для организации работ. Просить Совет ОСУ проработать этот вопрос для возможного обращения в вышестоящие органы.

3. Совету ОСУ изучить вопрос участия ОСУ в работе комиссии государственно-общественного сотрудничества при Кабинете министров Украины.

4. Одобрить издание журнала «Вісник Товариства зварників України».

5. Принять к сведению информацию о введении интегрированной профессии «Сварщик» и о создании новой программы профессионально-технического образования в области сварки в Украине. Опубликовать эти два документа в журнале «Вісник Товариства зварників України».

6. Проводить совещания ведущих специалистов сварочного производства Украины ежегодно.

А.А. Кайдалов, д-р техн. наук,
вице-президент ОСУ,

В.М. Илюшенко, канд. техн. наук,
исполнительный директор ОСУ

● #1169

Достижение, достойное «Книги технических рекордов»

А.Н. Корниенко

Создание в Институте электросварки им. Е.О. Патона электрошлаковой сварки — нового вида соединения металлов стало полной неожиданностью для зарубежных коллег. Возможности нового процесса обнаружил Георгий Зосимович Волошкевич, 100 лет со дня рождения которого исполнилось 1 августа 2011 г. В этом же году 70-летие начала его работы в институте. Этот год ознаменован еще несколькими юбилейными датами: 50 лет тому назад был сделан доклад Б.Е. Патона на конференции Американского сварочного общества, 55 лет со дня выхода первой в мире монографии по ЭШС и 60 лет разработке и внедрению на НКМЗ ЭШС пластинчатым электродом — способу сварки соединений неограниченной толщины.

В годы Великой Отечественной войны автоматическая дуговая сварка, созданная под руководством Е.О. Патона, успешно применялась в СССР для производства танков и авиабомб. Конверсия высокоэффективной технологии для восстановления послевоенной промышленности стала основной задачей Института электросварки. Сварка под флюсом была возможна только в нижнем положении, а для проведения сварки на домнах, мостах, резервуарах, зданиях необходимо было создать оборудование и технологию автоматической сварки на вертикальных и наклонных плоскостях. Принципиальное решение казалось простым — флюс, шлаковую и металлическую ванну нужно удерживать формирующими подкладками. Но как часто бывает, реализация идеи натолкнулась на ряд проблем: подкладки должны плотно прижиматься с обеих сторон изделия, перемещаться вверх — ползти синхронно с ванной, не расплавляться от тепла жидкой стали (выше 1500°C). Для ползунов не подошли ни графит, ни сталь с обмазками металлургических печей. Сложными оказались и задачи технологического характера: введение электрода в закрытый зазор; контроль и регулирование уровня ванны; стабилизация электрического разряда в глубокой шлаковой

ванне. Решать проблему сварки вертикальных швов Е.О. Патон поручил Г.З. Волошкевичу.

Трудовую деятельность Георгий Зосимович Волошкевич начал в 18 лет, работая электриком на предприятиях Житомира и Киева. После окончания в 1938 г. Киевского индустриального института (ныне НТУУ «КПИ») он работал конструктором. С 1941 г. его деятельность в ИЭС началась с внедрения автосварки под флюсом в производство и ремонт вооружений. Творческий талант, неординарное мышление, любовь к конструированию в полной мере открылись при решении проблемы производства железнодорожных цистерн. Глубокие знания особенностей сварки под флюсом и конструкторский опыт помогли ему совместно с работниками Мариупольского завода им. Ильича, МИИТ и ЦНИИ МПС разработать принципиально новую конструкцию цистерн, отличающуюся высокой технологичностью, и организовать поточную линию по их производству. В 1947 г. за эту работу Г.З. Волошкевичу и еще троим специалистам была присуждена Сталинская премия 1-й степени.

Новая задача — автоматическая сварка под флюсом вертикальных швов была еще более широкого масштаба и касалась значительно большего количества отраслей. Ежедневный обход директор ИЭС начинал со сварочного поста Волошкевича. Эксперименты привели к неожиданно простому решению — созданию ползуна из меди с полостью для проточной воды. Шлак на холодной меди застывал,

и эта корочка предохраняла ползун от расплавления. Ползун скользил и обеспечивал хорошее формирование шва (Волошкевич получил авторское свидетельство СССР № 82915 от 27.11.48 г.).

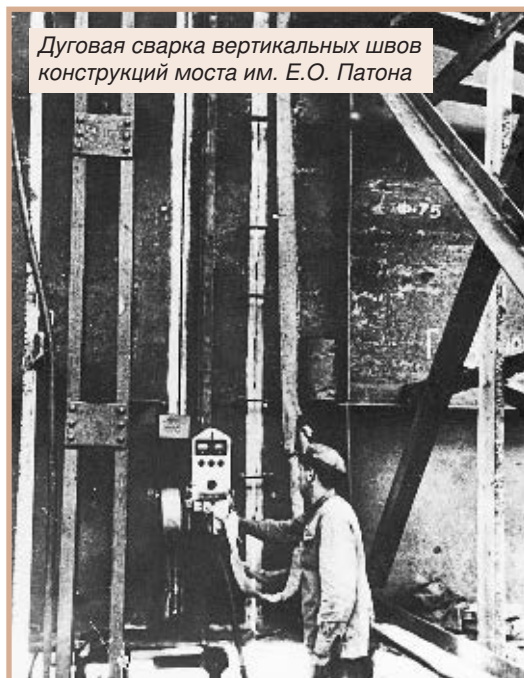
Впервые в мире в 1948 г. на заводе «Запорожсталь» Г.З. Волошкевичем были сварены автоматом в монтажных условиях четыре пояса строящейся доменной печи. В следующем году сотрудниками ИЭС совместно с работниками треста «Стальмонтаж» был сварен кожух доменной печи объемом 1050 м³. Трудоемкость



Г.З. Волошкевич

основных операций снизилась в три раза, повысился съём готовой продукции с единицы площади. Это был явный успех. Появилась возможность полностью автоматизировать сварку крупногабаритных пространственных конструкций. Идея Евгения Оскаровича Патона — строительство цельносварного моста через Днепр в Киеве — была реализована с максимальным объемом применения дуговой автоматической сварки под флюсом, в том числе и вертикальных швов. В последующие годы принудительное формирование применили и при других способах дуговой сварки.

Однако Г.З. Волошкевич продолжал заниматься сваркой под флюсом, пытаясь разобраться в природе явлений, наблюдающихся при соединении стыков толщиной более двух десятков миллиметров. Проблема заключалась в том, что при глубокой шлаковой ванне, перегреве ванны и некоторых других невыясненных условиях дуговой процесс становился неустойчивым и даже прекращался. В ходе борьбы за устойчивость дуги обнаружилось, что можно обойтись и без нее! Иногда электродный металл, флюс и даже кромки плавилась, хотя осциллограммы свидетельствовали, что дуга погасла. Волошкевич занялся этими случайностями, и, как часто бывает в изобретательской практике, случайность превратил в закономерность. Оказалось, что при некоторых условиях электродная проволока, шлак и кромки стабильно и одновременно плавятся за счет джоулевой теплоты, выделяющейся при прохождении тока через жидкий шлак. К решению проблем управления этими процессами приступил заведующий электротехническим отделом Б.Е. Патон. Впервые в мире в 1949 г. в ИЭС был создан новый вид сварки — электрошлаковая сварка (ЭШС). Г.З. Волошкевич и Б.Е. Патон добились высокой стабильности процесса даже при сварке за один проход соединений значительной толщины. Б.Е. Патон доказал возможность саморегулирования процесса и разработал соответствующее оборудование. В начале 1950-х годов в ИЭС им. Е.О. Патона



Дуговая сварка вертикальных швов конструкций моста им. Е.О. Патона

развернулись систематические исследования физических и металлургических процессов, были разработаны специальные флюсы, источники питания, сварочные аппараты, системы управления, методы учета ожидаемых напряжений и деформаций. В становление, развитие и широкое внедрение ЭШС творческий вклад внесли сотрудники лаборатории Г.З. Волошкевича И.И. Сущук-Слюсаренко, В.М. Хрундже, И.И. Лычко и другие. В создании технологических процессов ЭШС участвовали также сотрудники других отделов ИЭС (Ю.А. Стеренбоген, Ю.Н. Готальский, А.М. Макара,

В.И. Новиков, Д.А. Дудко, И.Н. Рублевский, В.К. Лебедев, М.Н. Сидоренко), разработкой специальных аппаратов занимались опытные конструкторы (П.И. Севбо, В.Е. Патон, М.Д. Литвинчук, Р.И. Лашкевич). К освоению технологий и совершенствованию нового вида сварки подключились специалисты ряда заводов, где патоновцы начали внедрять ЭШС: Таганрогского завода «Красный котельщик» (ТКЗ), Барнаульского котельного завода, Новокраматорского машиностроительного завода им. И.В. Сталина (НКМЗ), Ленинградского металлического завода и других (И.Г. Гузенко, В.В. Черных, Л.П. Ерегин, И.Д. Давиденко, М.Г. Козулин, В.Г. Радченко и др.).

Самого Г.З. Волошкевича часто видели в цехах. Облаченный в рабочую одежду, он настраивал оборудование, корректировал технику сварки, чертил эскизы новых аппаратов и технологической оснастки, не отвлекаясь от работы даже во время прихода высокого начальства. Георгий Зосимович продолжал научные исследования, раскрывая новые возможности и устраняя недостатки ЭШС, опубликовал

десятки статей, получил более 20 авторских свидетельств и патентов. В 1963 г. он защитил докторскую диссертацию. Им подготовлены специалисты высшей квалификации как в ИЭС, так и на многих предприятиях — от операторов-сварщиков до научных сотрудников. Г.З. Волошкевич был награжден двумя орденами «Знак Почета» и медалями.



Б.Е. Патон, Г.З. Волошкевич, Д.А. Дудко и А.И. Коренной в лаборатории ЭШС

Для внедрения все новых и новых способов ЭШС разрабатывалось и совершенствовалось специальное оборудование (подающие механизмы, технологическая оснастка, приспособления и др.). В 1954–55 гг. были разработаны оборудование и технологии: многоэлектродной сварки и сварки пластинчатым мундштуком швов больших сечений (до 1000 мм), техника замыкания кольцевых швов и др.; в 1956–57 гг. создана технология ЭШС плавящимся мундштуком, объединившая преимущества сварки проволочными и пластинчатыми электродами. На НКМЗ было организовано производство ковочно-штамповочных прессов усилием 40 МН. Станины, стойки, архитравы, подштамповые плиты, цилиндры гидропрессов и другие основные детали пресса изготавливали из толстолистовых элементов с применением ЭШС. Было изготовлено несколько станин прокатных станов со сварным сечением до 900×900 мм; оборудование для Ашинского, Запорожского и Челябинского металлургических заводов; статоры и валы гидрогенераторов и гидротурбин для Мингечаурской, Куйбышевской и Сталинградской ГЭС. Только в 1956 г. в результате перехода к сварной конструкции пресса на НКМЗ была получена экономия в 2,5 млн. руб. На Ижорском заводе им. А.А. Жданова (С.-Петербург) на основе технологии, разработанной при сотрудничестве со специалистами ИЭС и ЦНИИТМаш (Москва), была изготовлена сварно-кованая заготовка ротора турбогенератора мощностью 1000 МВт. На Уральском заводе тяжелого машиностроения им. С. Орджоникидзе (Свердловск) была освоена ЭШС конструкций шагающих экскаваторов, дробилок, прессов. Во многих случаях ЭШС стала завершающей операцией по изготовлению изделия любой формы практически неограниченных размеров и массы из отлитых, кованных и прокатанных заготовок сравнительно небольшой массы. Кроме ЭШС сталей различного назначения, были разработаны технологии и флюсы для изготовления толстолистовых ответственных конструкций из алюминия (Д.М. Рабкин, А.Н. Сафоники, А.Г. Синчук), титана (С.М. Гуревич, Я.Ю. Компан), меди (И.И. Лычко, В.М. Илюшенко, А.П. Алексеев) и их сплавов. Так как ЭШС позволяла соединять детали неограниченной

толщины, появилась возможность упростить конструкции мощных машин, массивного оборудования и т. п., изготавливая их из проката и проковок без увеличения металлургических мощностей.

Уже к 1956 г. объема выполненных исследований и разработок было достаточно для издания под редакцией Б.Е. Патона первой в мире монографии «Электрошлаковая сварка». А уже через три года вышло второе, дополненное издание. В истории техники неизвестны подобные темпы развития каких-либо других видов сварки.

Неудачи подстерегли создателей нового вида соединения на пути официальной регистрации, патентования и продажи лицензий. В 1951 г. Г.З. Волошкевич подал первую основополагающую заявку на авторское свидетельство СССР на ЭШС (без получения такого свидетельства запрещалось патентование за рубежом). В течение 5 лет в ВНИГПЭ пытались разобраться в сути нового вида сварки и только в сентябре 1956 г. было опубликовано решение о выдаче приоритетного документа — авторского свидетельства СССР №104248 на «Способ электрической сварки плавлением». Однако еще ранее из Москвы поступило указание безвозмездно передать Чехословакии документацию по ЭШС. В июне в Киеве побывал директор Института сварочных машин и технологий Й. Чабелка и другие специалисты, ознакомившиеся с секретами ЭШС. ИЭС им. Е.О. Патона подарил Чехословакии аппарат А-372р, помог изготовить еще один аппарат и освоить технологию ЭШС. Без согласия ИЭС чехо-

словацкие товарищи продали технологию и аппарат Бельгийской фирме. В 1956 г. патоновский аппарат и техническую документацию подарили Центральному институту сварки в Цис-Галле, который приступил к внедрению ЭШС на предприятиях Германской Демократической Республики.

Создание за «железным занавесом» в разоренной стране технологии сварки за один проход стыков толщиной в десятки миллиметров стало полной неожиданностью для западных специалистов. «Slag welding — is it a myth or a must» («Шлаковая сварка — это миф или она возможна») — так сообщил в 1959 г. английский деловой журнал «Scope's factory and office serv» о появлении ЭШС. В США первое



Пресс усилием 650 МН, изготовленный на НКМЗ с применением ЭШС

сообщение об ЭШС появилось в 1957 г. в журнале *Welding Engineering*. В статье чех Rudolf Sobotka под заголовком «Reds receive awards for improving welding» («Красные получают награды за улучшение сварки») информировал читателей, что Ленинской премией награждены создатели нового процесса, который может быть использован для соединения металлов практически неограниченной толщины за один проход, не нуждается в окончательной проковке и в подготовке кромок. Действительно, в 1957 г. «За создание и внедрение в тяжелое машиностроение электрошлаковой сварки» Г.З. Волошкевичу, Б.Е. Патону, И.Г. Гузенко, И.Д. Давиденко и В.Г. Радченко была присуждена Ленинская премия.

Тогда американские коллеги-конкуренты еще не догадывались, что ЭШС уже дешево и быстро решает проблему изготовления мощного ковочно-прессового оборудования, необходимого, в первую очередь, для штамповки авиационных и ракетных конструкций. Военно-промышленный комплекс США приступал к производству сверхзвуковой авиации. Из титановых сплавов планировалось штамповать целиком крылья и элементы фюзеляжа. И чтобы изготовить мощные огромные прессы, в США строили огромные металлургические цеха. В СССР благодаря ЭШС отпала необходимость в строительстве предприятий с мощнейшим технологическим оборудованием. Для ракетостроительного завода «Прогресс» (в Куйбышеве) и ряда других заводов были изготовлены с применением ЭШС уникальные гидравлические штамповочные прессы усилием 700 МН. На НКМЗ для Франции также изготовили мощный пресс усилием 650 МН.

Первая советская лицензия на аппарат и технологию ЭШС была продана в 1959 г. шведской фирме «ЭСАБ». Судить о том, что научно-технический прогресс нуждался в ЭШС можно хотя бы по тому, как быстро стали осваивать новый вид сварки за рубежом. Советское оборудование экспортировали во Францию, Румынию, КНР, Польшу, Японию, Швецию, Индию, ФРГ, Италию, Нидерланды и многие другие страны. На протяжении 1960-х годов в ряде стран было налажено производство аппаратов для ЭШС под различными названиями: SVUZ-ETZ-450 (ЧССР); «Vertomatic S» (фирма «Аркос»); AW-2-V (фирма «Бритиш оксиджен») и др. В 1958 г. мировая общественность получила возможность познакомиться с ЭШС на всемирной выставке в Брюсселе. Здесь новый вид сварки был удостоен высшей награды — Гран-При (медали и дипломы были выданы ИЭС и ТКЗ). В последующие годы ЭШС демонстрировали на многих международных и отраслевых выставках. В 1959 г. R.I.Peterson в журнале «Welding engineer» уже отмечал, что ЭШС заменяет ковку узлов двигателей, намного снижая

технологические расходы. В 1960 г. D.R.Thomas, президент фирмы «Arcos», в статье «Electroslag welding. A new process for heavy fabrication» ознакомил читателей «Welding Journal» с принципами ЭШС, схемами процессов, техникой сварки, металлургическими особенностями и экономическими показателями. Монография по ЭШС под редакцией Б. Е. Патона была издана на английском языке. 17–21 апреля 1961 г. в Нью-Йорке состоялась конференция Американского сварочного общества, на которой с большим докладом выступил Б.Е.Патон. Доклады на конференциях, статьи и консультации сотрудников ИЭС им. Е.О.Патона обеспечили быстрое освоение ЭШС зарубежными фирмами.

И как часто случается, под лозунгом «Мы (они) тоже могли бы (или даже смогли) сделать это» начинают раскручивать вопрос приоритетов, искать предыдущих авторов. Как это принято в рыночно-конкурирующем экономическом обществе, начался поиск доказательств того, что «патоновцы не первые, что ничего нового, что это предлагалось раньше и задолго...». В 1959 г. в «British Welding Journal» «вспомнили», что на автоматическую вертикальную сварку в США были выданы патенты в 1937 и в 1953 г. А в 2010 г. A. Odermatt в книге «Welding journey to explore its past» вспомнил и о нашем Н.Н. Бенардосе, который действительно в 1887 г. при дуговой сварке вертикальных швов применял ползуны из графита.

Справедливости ради, следует отметить, что основой даже самых пионерных изобретений служат как научные достижения, так и подходящие к случаю элементы предыдущих технических решений. А некорректное приобщение таких прототипов к ЭШС (что случается и с другими видами сварки), можно объяснить незнанием того, что виды сварки необходимо отличать по тому, какая энергия, как она вводится в зону соединения и как образуется соединение. Дуга при ЭШС отсутствует, погасла, а шов образуется по другому принципу с использованием другого источника тепла. И самое главное отличие — ЭШС позволяет соединять за один проход элементы конструкций неограниченной толщины и за пять десятилетий остается пока единственным способом, достойным быть в списке технических рекордов в этой номинации.

Одновременно с развитием сварочной технологии разрабатывалась электрошлаковая наплавка, в том числе: в нижнем положении, в вертикальном положении с использованием формирующих ползунов, стыко-шлаковая наплавка и др. А электрошлаковый переплав решил еще одну чрезвычайно важную задачу технического прогресса — производство высококачественного металла, в первую очередь стали. Но это уже другая история, берущая начало теперь уже от неожиданного дефекта ЭШС.

● #1170

РОССИЯ, МОСКВА, ЭЦ «СОКОЛЬНИКИ»

18-21 октября
2011

СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ

weldex
РОССВАРКА

www.weldex.ru

11-я Международная выставка

Только на Weldex Вы сможете:

- Увидеть новейшее сварочное оборудование в работе;
- Изучить широкий ассортимент материалов всемирно известных производителей;
- Заключить выгодные контракты;
- Приобрести сварочные аппараты по выставочным ценам;
- Найти новые технологические решения для Вашего предприятия;
- Узнать ситуацию в отрасли на мероприятиях деловой программы выставки.



weldex

Организатор:



MVK

В составе группы компаний ПТЕ

(495) 935-81-00

info@mvk.ru



WELDEX/РОССВАРКА
11-я Международная
специализированная выставка
сварочных материалов, оборудования и технологий
www.weldex.ru

ПРИГЛАСИТЕЛЬНЫЙ БИЛЕТ

18-21 октября 2011

Москва, ЭЦ «Сокольники»

ВРЕМЯ РАБОТЫ ВЫСТАВКИ:

18 - 20.10.2011	10.00 - 18.00
21.10.2011	10.00 - 16.00

ДЕЙСТВИТЕЛЕН НА ОДНО ЛИЦО - НЕ ДЛЯ ПРОДАЖИ - ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ РЕГИСТРАЦИЯ

Открыта подписка–2011 на журнал «Сварщик»

в почтовых отделениях Украины и России,
подписной индекс 22405. Подписку на журнал
можно оформить у региональных представителей:

Город	Название подписного агентства	Телефон
Винница	ЗАО «Блиц-Информ»	(0432) 27-66-58
Днепропетровск	«Баланс-Клуб»	(056) 370-44-23
	ЗАО «Блиц-Информ»	(056) 370-10-50
	ООО «Меркурий»	(056) 778-52-86
Донецк	ЗАО «Блиц-Информ»	(062) 381-19-32
Житомир	ЗАО «Блиц-Информ»	(0412) 36-04-00
Запорожье	ЗАО «Блиц-Информ»	(0612) 63-91-82
	ЧП ККК «Пресс Сервис»	(0612) 62-52-43
Ивано-Франковск	ЗАО «Блиц-Информ»	(03422) 52-28-70
Киев	ООО «Бизнес Пресса»	(044) 248-74-60
	ЗАО «Блиц-Информ»	(044) 205-51-10
	ООО «Периодика»	(044) 449-05-50
	ООО «Пресс-Центр»	(044) 252-94-77
	АОЗТ «САММИТ»	(044) 537-97-44
Кировоград	ЗАО «Блиц-Информ»	(0522) 32-03-00
Кременчуг	ЗАО «Блиц-Информ»	(05366) 79-90-19
	ООО «САММИТ-Кременчуг»	0536(6) 3-21-88
Кривой Рог	ЗАО «Блиц-Информ»	(0564) 66-24-36
Луганск	ЗАО «Блиц-Информ»	(0642) 53-81-07
Луцк	ЗАО «Блиц-Информ»	(0332) 72-05-48
Львов	ЗАО «Блиц-Информ»	(0322) 39-28-69
	«Львівські оголошення»	(0322) 97-15-15
	ООО «САММИТ-Львов 247»	(0322) 74-32-23
	«Фактор»	(0322) 41-83-91
Мариуполь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0629) 33-54-98
Нежин	ЧП «Прес-Курьер»	(04631) 5-37-66
Николаев	ЗАО «Блиц-Информ»	(0512) 47-10-82
	ООО «Ной Хау»	(0512) 47-20-03
	ООО «САММИТ-Николаев»	(0512) 23-40-86
	ЧП «ТЕПС & Со»	(0512) 47-47-35
Одесса	ЗАО «Блиц-Информ»	(048) 711-70-79
Прилуки	ЧП «Прес-Курьер» (филиал)	(04637) 3-04-62
Полтава	ЗАО «Блиц-Информ»	(05322) 7-31-41
Ровно	ЗАО «Блиц-Информ»	(0362) 62-56-26
Севастополь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0692) 55-44-51
Симферополь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0652) 24-93-00
	ДП «САММИТ-Крым»	(0652) 44-36-95
Сумы	ЗАО «Блиц-Информ»	(0542) 27-52-09
	ООО «Дида»	(0542) 37-03-55
Тернополь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0352) 43-08-10
Ужгород	ЗАО «Блиц-Информ»	(03122) 2-38-16
Харьков	ЗАО «Блиц-Информ»	(0572) 17-13-27
	АОЗТ «САММИТ –Харьков»	(0572) 14-22-61
	ДП «Фактор-Пресса»	(0572) 26-43-33
	«Форт» Издательство	(0572) 14-09-08
Херсон	ДПЗАО «Блиц-Информ»	(0552) 26-36-49
Хмельницкий	ЗАО «Блиц-Информ»	(0382) 79-24-23
	ВКП «Фактор-Запад»	(0382) 70-20-93
Черкасы	ЗАО «Блиц-Информ»	(0472) 47-05-51
Черновцы	ЗАО «Блиц-Информ»	(03722) 2-00-72
Чернигов	ЗАО «Блиц-Информ»	(04622) 4-41-61

ТАЛОН-ЗАКАЗ

на книги издательства «Экотехнология»

Название книги Цена (грн.)

В. М. Бернадский та ін. Російсько-український та українсько-російський словник зварювальної термінології. 2001. — 224 с. 30

В. И. Лакомский, М. А. Фридман. Плазменно-дуговая сварка углеродных материалов с металлами. 2004. — 196 с. 40

А. А. Кайдалов. Электронно-лучевая сварка и смежные технологии. Издание 2-е, переработанное и дополненное. 2004. — 260 с. 50

О. С. Осика та ін. Англо-український та українсько-англійський словник зварювальної термінології. 2005. — 256 с. 40

В. М. Корж. Газотермічна обробка матеріалів: Навчальний посібник. 2005. — 196 с. 40

В. Я. Кононенко. Газовая сварка и резка. 2005. — 208 с. 40

С.Н.Жизняков, З.А.Сидлин. Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология. 2006. — 368 с. . . 60

А.Я.Ищенко и др. Алюминий и его сплавы в современных сварных конструкциях. 2006. — 112 с. с илл. . 30

П. М. Корольков. Термическая обработка сварных соединений. 3-е изд., перераб. и доп. 2006. — 176 с. . . 40

А.Е.Анохов, П.М.Корольков. Сварка и термическая обработка в энергетике. 2006. — 320 с. 40

Г. И. Лашенко. Способы дуговой сварки стали плавящимся электродом. 2006. — 384 с. 50

А. А. Кайдалов. Современные технологии термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007. — 456 с. 50

П. В. Гладкий, Е. Ф. Переплетчиков, И. А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007. — 292 с. 50

А. Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007. — 192 с. 50

Г. И. Лашенко, Ю. В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008. — 168 с. 40

Б. Е. Патон, И. И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. 2008. — 248 с. 50

З. А. Сидлин. Производство электродов для ручной дуговой сварки. 2009. — 464 с. 80

А. А. Кайдалов. Современные технологии очистки поверхностей конструкционных материалов: научно-производственное издание. 2009. — 540 с. . . 60

В. Н. Радзиевский, Г. Г. Ткаченко. Высокотемпературная вакуумная пайка в компрессоростроении. 2009. — 400 с. 50

В. Н. Корж, Ю. С. Попиль. Обработка металлов водородно-кислородным пламенем. 2010. — 194 с. . . 40

Книги прошу выслать по адресу:

Куда
почтовый индекс

Кому

Счет на оплату прошу выслать по факсу:

(.)

Реквизиты плательщика НДС:

Св. № идент. №

Ф. И. О. лица, заполнившего талон, телефон для связи:

.

Заполните этот талон и вышлите в редакцию журнала «Сварщик» по адресу: 03150 Киев, ул. Горького, 66 или по факсу: (044) 287-6502.

Цены на книги указаны без учета НДС и стоимости доставки.

В 2011 г. цены на наши издания снижены на 20–30%.

Сервисная карточка читателя

Без заполненного
формуляра
недействительна

Для получения дополнительной информации о продукции/услугах, упомянутых в этом номере журнала:

- обведите в Сервисной карточке индекс, соответствующий интересующей Вас продукции/услуге (отмечен на страницах журнала после символа «#»);
- заполните Формуляр читателя;
- укажите свой почтовый адрес;
- отправьте Сервисную карточку с Формуляром по адресу: **03150 Киев-150, а/я 52 «Сварщик».**

1105 1106 1107 1108 1109 1110 1111 1112 1113
1114 1115 1116 1117 1118 1119 1120 1121 1122
1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1130 1131
1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1140
1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149
1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158
1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167
1168 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176

Ф. И. О. _____
Должность _____
Тел. (_____) _____
Предприятие _____
Подробный почтовый адрес: _____
« _____ » _____ 2011 г.

подпись

Формуляр читателя

Ф. И. О. _____
Должность _____
Тел. (_____) _____
Предприятие _____
Виды деятельности предприятия _____
Выпускаемая продукция / оказываемые услуги _____
Руководитель предприятия (Ф. И. О.) _____
Тел. _____ Факс _____
Отдел маркетинга / рекламы (Ф. И. О.) _____
Тел. _____ Факс _____
Отдел сбыта / снабжения (Ф. И. О.) _____
Тел. _____ Факс _____

Тарифы на рекламу в 2011 г.

На внутренних страницах

Площадь	Размер, мм	Грн.*	Евро**
1 полоса	210×295	4000	550
1/2 полосы	180×125	2000	275
1/4 полосы	88×125	1000	140

На страницах основной обложки

Страница	Размер, мм	Грн.*	Евро**
1 (первая)	215×185	9000	1200
8 (последняя)	210×295 (после обрезки)	6000	800
2 и 7	205×285)	5500	750

На страницах внутренней обложки

Стр. (площадь)	Размер, мм	Грн.*	Евро**
3 (1 полоса)	210×295	5000	700
4–6 (1 полоса)	210×295	4500	600
4–6 (1/2 полосы)	180×125	2300	300

* Для организаций-резидентов Украины (цены с НДС и ННР).

** Для организаций-нерезидентов Украины (возможна оплата в национальной валюте по официальному курсу).

Рекламная статья: 1 полоса (стр.) — **1500 грн. (200 Евро).**

Прогрессивная система скидок

Количество подач	2	3	4	5	6
• Скидка	5%	10%	13%	17%	20%

Тарифы на рекламу универсальные — одинаковые для журналов «Сварщик» и «Сварщик в России». При размещении рекламно-информационных материалов одновременно в журналах «Сварщик» и «Сварщик в России» предоставляется дополнительная скидка **5%**.

Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»:

формат журнала после обрезки 205×285 мм; до обрезки 210×295 мм; **внутренние поля для текста и информативных изображений не менее 20 мм.**

Цветные: TIF CMYK 300 dpi или EPS Illustrator for PC 5–11, include placed images (CMYK 300 dpi или bitmap 600 dpi, текст в кривых), или CorelDraw 9–12, текст в кривых.

Сопроводительные материалы: желательна распечатка с названием файла и точными размерами макета. Размеры макета должны точно соответствовать вышеуказанным.

Носители: дискиеты 3.5" — 2 копии файла или архива, или флэш-диск, или CD-ROM.

Подача материалов в очередной номер — до 15-го числа нечетного месяца (например, в №3 — до 15.05)

Руководитель рекламного отдела: **В. Г. Абрамишвили**
тел./ф.: (0 44) **287-66-02**, (050) 413-98-86 (моб.)
e-mail: welder.kiev@gmail.com, tr@welder.kiev.ua
<http://www.welder.kiev.ua/>

Заполняется печатными буквами



ЕКОТЕХНОЛОГІЯ

Київ 03150 вул. Горького, 62

sales@et.ua, equip@et.ua

www.et.ua

т./ф. +380 44 200 8056 (багатокан.), 248 73 36, 287 27 16, 287 26 17, 289 21 81



зварювальні матеріали • зварювальне обладнання • газополум'яна обробка металів • зварювальні матеріали

Більш ніж 1000 найменувань
промислових товарів
кращих вітчизняних та іноземних виробників

ВСЕ КРАЩЕ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ



Разработка, производство, внедрение

СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Проволоки
порошковые для
сварки и наплавки,
проволоки сплошные,
электроды, флюс,
наплавочные установки



ООО «НПФ «Элна» является разработчиком и производителем порошковых проволок для сварки и наплавки, а также представителем компаний WELDING ALLOYS GROUP (Англия) и HYUNDAI WELDING Co. Ltd (Южная Корея) в Украине



ООО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «Элна»
ул. Антоновича, 69, г. Киев, 03150, Украина
тел. (044) 200-80-25, 200-85-17, факс (044) 200-85-17
e-mail: mfo@elna.com.ua www.elna.com.ua



Сварочные технологии



20м



25м



5м



Немецкое качество от LORCH



Официальный дилер в Украине фирмы
LORCH Schweisstechnik GmbH

ООО «ДЕЛЬТА — СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»
49027, г. Днепропетровск, ул. Ворошилова, 12
Тел.: (056) 3742481, (056) 3742480
e-mail: info@delta.in.ua; www.delta.in.ua