



4 (44) 2005

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

Журнал награжден Почетной
грамотой и Памятным знаком
Кабинета Министров Украины

Свидетельство о регистрации КВ № 3102 от 09.03.98

Учредители Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Государственное внедренческое предприятие «Экотехнология»

Издатель ГВП «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

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. М. Конюнов, П. А. Косенко, М. А. Лактионов, Я. И. Микитин, Г. В. Павленко, В. Н. Проскудин, А. Д. Размешляев, А. В. Щербак

Редакция Т. Н. Мишина, А. Л. Берзина, В. Ю. Демченко, Н. В. Кильчевский

Маркетинг и реклама Е. Б. Юрлов, В. Г. Абрамишвили

Верстка Т. Д. Пашигрова, А. Е. Рублева

Адрес редакции 03150 Киев, ул. Горького, 62

Телефон +380 44 528 3523, 287 6502

Факс +380 44 287 6502

E-mail welder@svitonline.com

URL http://www.et.ua/welder/

Представительство в Беларуси

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

Представительство в России

Москва
Александр Николаевич Тымчук
+7 095 291 7733 (т./ф.)
e-mail: welder@sovintel.ru
www.welder.ru
ООО «АНТ «Интеграция»

Представительство в Прибалтике

Рига, Янис Андерсонс
+371 7 538 974, +371 7 538 345 (ф.)
e-mail: janis37@navigator.lv
Вильнюс, Александр Шахов
+370 52 47 4301
ПФ «Рекламос Центрас»

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 27.07.2005. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная № 1.

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

Зак. № 27/07 от 27.07.2005. Тираж 3000 экз.

Печать ООО «Людопринт Украина», 2005.

01023 Киев, ул. Ш. Руставели, 39-41, к. 1012-1014.

Тел. (044) 289-0879, 287-4280.

© «Экотехнология», 2005

Сварщик

Информационно-технический журнал

Технологии
Производство
Сервис



СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий 3

Ремонт и восстановление

- Технология ремонта газопроводов под давлением. И. И. Капцов, В. П. Гончар, В. Г. Топоров, В. И. Холодов, Р. В. Шимановский 6
- Восстановление работоспособности роликов тянуще-правильных машин. А. А. Глуховченко, А. А. Погонин, А. Г. Схиртладзе 10
- Восстановление отверстий в толстостенных алюминиевых деталях. В. С. Машин, М. П. Пащуля, Т. Н. Недей 12

Наши консультации 16

Технологии и оборудование

- Роботизация — современный путь автоматизации сварочного производства. В. Н. Бернадский, О. К. Маковецкая 18
- Диффузионная сварка разнородных материалов в приборостроении. А. В. Люшинский 22
- Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом алюминиевых сплавов. А. Г. Покляцкий 26
- Новые катодные узлы для электронно-лучевых установок технологического назначения. П. И. Лобода, А. А. Кайдалов, Ю. И. Богомол 30
- Применение порошковой проволоки для сварки и наплавки в ЗАО «Криворожский завод горного оборудования». В. Н. Никишин, В. Н. Пелецко, А. А. Голякевич, Л. Н. Орлов 32
- Оборудование для газотермического напыления и наплавки Castodyn 8000. А. А. Иваненко 34
- Пропано-воздушная аппарата для газопламенной обработки материалов. М. М. Лилько 36
- Оборудование для кислородно-флюсовой резки в машиностроении. В. А. Миронов, И. Ю. Бойко 40
- Влияние величины депланации на механические свойства сварного соединения и геометрию шва. Д. Г. Носов, В. В. Перемитько 45

Охрана труда

- Комплексная оценка условий труда при контактному стиковому зварюванні оплавленням. О. Г. Левченко, Р. В. Сабарно, О. И. Полукаров 47

Выставки

- Международная выставка «Сварка. Родственные технологии—2005». 50
- Выставка «Машпром» и спецэкспозиция «РемМашИндустрия». В. Мотовилова, А. Беловол. 52

Конференции и семинары

- Международная научно-техническая конференция «Современные технологии металлообработки». А. А. Кайдалов, В. Д. Позняков 53
- Международная конференция «Welding technology — technology for development of EU industry». А. А. Кайдалов 54

Сертификация и качество

- Производители сварочных материалов, имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный НТЦ «СЕПРО» (по состоянию на 01.07.2005). Н. А. Проценко 55
- Производители сварочных материалов, имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный ГП «Запорожский РГЦМС» (по состоянию на 09.06.2005). А. В. Омелянович 60
- Производители сварочных материалов, имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный ГП «Днепростандарт-метрология» (по состоянию на 23.06.2005). А. К. Вяткин 60

2005

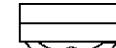
июль–август

4

Новини техніки і технологій	3
Ремонт і відновлення	
○ Технологія ремонту газопроводів під тиском. І. І. Каптsov, В. П. Гончар, В. Г. Топоров, В. І. Холодов, Р. В. Шимановський	6
○ Відновлення працездатності роликів тягнуочно-правильних машин. А. А. Глуховченко, А. А. Погонин, А. Г. Схиртладзе	10
○ Відновлення отворів у товстостінних алюмінієвих деталях. В. С. Машин, М. П. Пащуля, Т. Н. Недей	12
16	
Наши консультації	
Технології й обладнання	
○ Роботизація — сучасний шлях автоматизації зварювального виробництва. В. М. Бернадський, О. К. Маковецька	18
○ Дифузійне зварювання різномірних матеріалів у приладобудуванні. А. В. Люшинський	22
○ Аргонодугове зварювання електродом, що не плавиться, алюмінієвих сплавів. А. Г. Покляцкий	26
○ Нові катодні вузли для електронно-променевих установок технологічного призначення. П. І. Лобода, А. А. Кайдалов, Ю. І. Богомол	30
○ Застосування поршкового дроту для зварювання й наплавлення в ЗАТ «Криворізький завод гариського встактування». В. Н. Нікішин, В. Н. Пелешко, А. А. Голякевич, Л. М. Орлов	32
○ Обладнання для газотермічного напіливовання й наплавлення Castodyn 8000. А. А. Іваненко	34
○ Пропано-повітряна апаратура для газополуменевої обробки матеріалів. М. М. Лілько	36
○ Обладнання для киснево-флюсового різання в машинобудуванні. В. А. Миронов, І. Ю. Бойко	40
○ Вплив величини депланації на механічні властивості зварного з'єднання й геометрію шва. Д. Г. Носов, В. В. Перемітько	45
Охорона праці	
○ Комплексна оцінка умов праці при контактному стиковому зварюванні оплавленням. О. Г. Левченко, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров	47
Виставки	
○ Міжнародна виставка «Зварювання. Споріднені технології—2005»	50
○ Виставка «Машпром» і спецекспозиція «РемМашІндустрия». В. Мотовилова, А. Біловол	52
Конференції та семінари	
○ Міжнародна науково-технічна конференція «Сучасні технології металообробки». А. А. Кайдалов, В. Д. Позняков	53
○ Міжнародна конференція «Welding technology — technology for development of EU industry». А. А. Кайдалов	54
Сертифікація і якість	
○ Виробники зварювальних матеріалів, що мають сертифікат відповідності в системі UkrSEPRO	55

CONTENT

News of technique and technologies	3
Repair and restoration	
○ Technology of repair of pipelines under pressure. I. I. Kaptsov, V. P. Gonchar, V. G. Toporov, V. I. Kholodov, R. V. Shimanovskiy	6
○ Restoration of efficiency of rollers for drag-setting machines. A. A. Glukhovchenko, A. A. Pogonin, A. G. Skhirtladze	10
○ Restoration of holes in thick-walled aluminum details. V. S. Mashin, M. P. Pashulya, T. N. Nedey	12
16	
Our consultations	
Technologies and equipment	
○ Robotization is modern way of automation of welding production. V. N. Bernadskiy, O. K. Makovetskaya	18
○ Diffusion welding of heterogeneous materials in instrument-making industry. A. V. Lyushinskyy	22
○ TIG welding of aluminum alloys. A. G. Poklyatskiy	26
○ New cathode units for electron beam installations of technological purpose. P. I. Loboda, A. A. Kaydalov, Yu. I. Bogomol	30
○ Application of powder wire for welding and cladding in JSC «Krivorozhskiy plant of mining equipment». V. N. Nikishin, V. N. Peleshko, A. A. Golyakovich, L. N. Orlov	32
○ Equipment Castodyn 8000 for gas thermal coating and cladding. A. A. Ivanenko	34
○ Propane-air apparatus for gas flame treatment of materials. M. M. Lil'ko	36
○ Equipment for oxygen-flux cutting in machine building. V. A. Mironov, I. Yu. Boyko	40
○ Influence of deplanation on mechanical properties of weld joint and weld geometry. D. G. Nosov, V. V. Peremit'ko	45
Labor protection	
○ Complex estimation of labor conditions during resistance joint welding by fusing. O. G. Levchenko, R. V. Sabarno, O. I. Polukarov	47
Exhibitions	
○ International exhibition «Welding. Allied technologies—2005»	50
○ Exhibition «Mashprom» and special exposition «RemMashIndustriya». V. Mотовилова, А. Біловол	52
Conferences and seminars	
○ International scientific-technical conference «Modern technologies of metal treatment». А. А. Кайдалов, В. Д. Розняков	53
○ International conference «Welding technology — technology for development of EU industry». А. А. Кайдалов	54
Certification and quality	
○ Producers of welding materials which have certificate of correspondence in system of UkrSEPRO	55



4 (44) 2005

Журнал виходить 6 разів на рік.

Видається з квітня 1998 р.

Передплатний індекс **22405**

Журнал нагороджений Почесною грамотою і Пам'ятним знаком Кабінету Міністрів України

Свідоцтво про реєстрацію КВ № 3102 від 09.03.98

Засновники

Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України,
Державне впроваджувальне підприємство «Екотехнологія»

ДВП «Екотехнологія»

Видавець

Товариство зварників України,
Національний технічний університет України «КПІ»
Журнал видається за сприяння UNIDO

Головний редактор К. А. Ющенко

Заст. головного редактора Б. В. Юрлов, Є. К. Доброхотова

Редакційна колегія В. В. Андреєв, В. М. Бернадський, Ю. К. Бондаренко, Ю. В. Демченко, В. М. Ілюшенко, А. А. Кайдалов, О. Г. Левченко, П. П. Проценко, І. О. Рябцев

Редакційна рада

В. Г. Фартушний (голова),
М. М. Кононов, П. О. Косенко, М. О. Лактіонов, Я. І. Мікітін,

Г. В. Павленко, В. М. Проскудін,

О. Д. Розишляєв, О. В. Щербак

Т. М. Мішина, Г. Л. Берзіна,
В. Ю. Демченко, М. В. Кільчевський

Є. Б. Юрлов, В. Г. Абрамішвілі

Т. Д. Пашигорова, А. Є. Рубльова

03150 Київ, вул. Горького, 62

+380 44 528 3523, 287 6502

+380 44 287 6502

welder@svitonline.com

http://www.et.ua/welder/

Мінськ

В'ячеслав Дмитрович Сиваков

+375 17 213 1991, 246 4245

Москва

Олександр Миколайович Тимчук

+7 905 291 7733 (т./ф.)

e-mail: welder@sovintel.ru

www.welder.ru

ТОВ «ААНТ «Інтеграція»

Рига, Яніс Андерсонс

+371 7 538 974, +371 7 538 345 (ф.)

e-mail: janis37@navigator.lv

Вільнюс, Олександр Шахов

+370 2 47 4301

ПФ «Рекламос Центрас»

Софія, Стоян Томанов

+359 2 953 0841, 954 9451 (т./ф.)

e-mail: evertood@mail.bg

ООД «Еверт-КТМ»

За достовірність інформації та зміст реклами відповідальність несе автори та рекламодавці. Думка авторів статей не завжди співпадає з позицією редакції.

Рукописи не рецензуються і не повертаються.

Редакція залишає за собою право редагувати та скорочувати статті. Листування з читачами — тільки на сторінках журналу. У разі використання матеріалів у будь-якій формі посилання на «Сварщик» обов'язкове.

Підписано до друку 27.07.2005. Формат 60×84 1/8.

Офсетний друк. Папір офсетний №91. Гарнітура PetersburgCCTT. Ум. друк. арк. 5,0. Обл.-вид. арк. 5,2.

Зам. № 27/07 від 27.07.2005. Наклад 3000 прим.

Друк ТОВ «Людопrint Україна», 2005.

01023 Київ, вул. Ш. Руставелі, 39–41, к. 1012–1014.

Тел. (044) 289–0879, 287–4280.

© «Екотехнологія», 2005



Инверторный выпрямитель «МАГМА-315»

Универсальный инверторный источник питания на 315 А (MMA/MIG/TIG), созданный на научно-производственном предприятии «ФЕБ» в С.-Петербурге, удачно сочетает в себе современные достижения в области техники и технологии сварки с простотой и удобством эксплуатации. Выпрямитель «МАГМА-315» предназначен для выполнения ручной дуговой сварки покрытыми электродами, неплавящимся электродом в среде защитных газов, полуавтоматической сварки в среде активных и инертных газов, а также для сварки порошковой проволокой.

Особенности сварочного инверторного выпрямителя заключаются в следующем: система управления выпрямителя легко настраивается благодаря возможности изменения программного обеспечения и построена на базе универсального микроконтроллера. В реальном времени она рассчитывает сварочные характеристики и с высокой точностью поддерживает их. Выпрямитель обеспечивает стабильные выходные сварочные характеристики во всем разрешенном диапазоне питающего напряжения. Кроме того, он позволяет вести непрерывную работу на максимальной нагрузке при температуре от минус 40 до плюс 40 °С. Для механизированной сварки применяют оригинальный адаптивный алгоритм, обеспечивающий малое разбрызгивание и под-



стройку режимов к виду свариваемых металлов.

Техническая характеристика выпрямителя:

Сила сварочного тока при ПВ=100%, А:

однофазного 220 В	250
	(34 В, 8,5 кВт)
трехфазного 380/220 В	315
	(35 В, 11 кВт)

Диапазон изменения

силы сварочного тока, А	5–350
Сила тока короткого замыкания, А . . .	400
Напряжение холостого хода, В	50–85
Потребляемая мощность, кВт	18
Габаритные размеры, мм	540×370×290
Масса, кг	25

К областям применения сварочного выпрямителя «МАГМА-315» можно отнести трубопроводостроение, судостроение, химическую и оборонную промышленности. Может использоваться при работах в полевых условиях.

● #565

НПП «ФЕБ» (С.-Петербург)

Портативные печи для сушки электродов

Сварка влажными электродами может снизить качество сварного соединения (плохой внешний вид шва, возможны поры и трещины). Поэтому перед применением сварочные электроды необходимо сушить в



специальных печах. В США разработаны несколько моделей небольших портативных электропечей для сушки сварочных электродов.

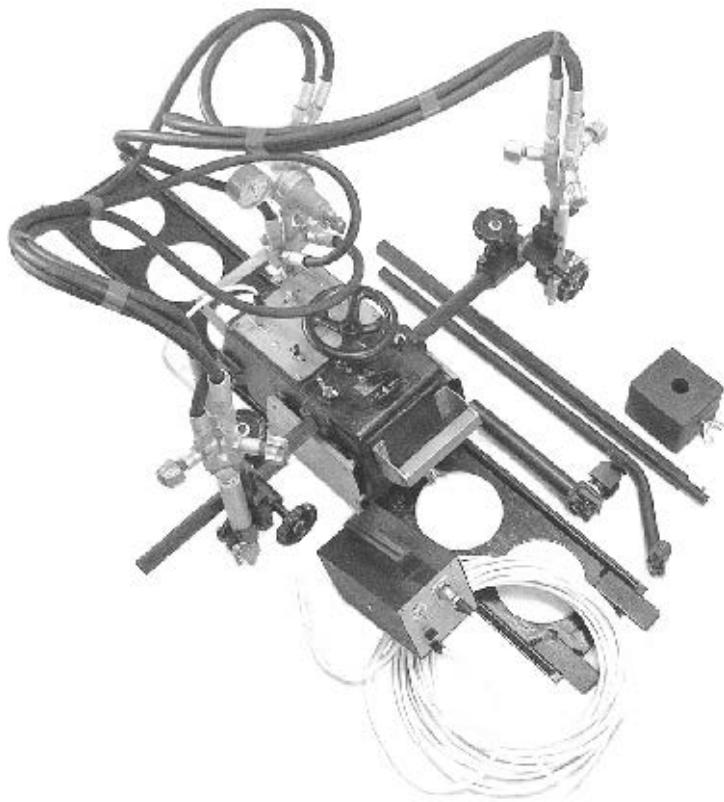
Портативная печь OV50X. Загрузка 25 кг электродов. Изготовлена из нержавеющей стали. Имеет регулируемый термостат в диапазоне температур от 65 до 150 °С. Питающее напряжение сети 230 В. Габаритные размеры 585×230×280 мм, масса 13,6 кг.

Портативная печь Phoenix®, тип 1. Загрузка 5 кг электродов. Изготовлена из конструкционной стали с порошковым покрытием. Закрытый проволочный нагревательный элемент обеспечивает непрерывный нагрев со 100%-й защитой просушиваемых электродов. Верхняя крышка с защелкой плотно закрывает тепловую камеру. Яркий желтый цвет внешней поверхности печи позволяет заметить ее с большого расстояния, что важно при работе в полевых условиях. Питающее напряжение сети 110 В. Мощность, потребляемая нагревателем, составляет 75 Вт.

● #566

<http://store.weldingdepot.com/>

Переносная газорежущая машина «Смена-Эффект»



Новая машина АО «Эффект» предназначена для кислородной резки углеродистой и низколегированной листовых сталей, а также кислородно-флюсовой резки нержавеющих сталей и цветных металлов. Машина изготовлена в климатическом исполнении УХЛ 1 для работы при темпера-

туре от минус 10 до плюс 40 °C (относительная влажность воздуха не менее 60% при температуре плюс 20 °C, не более 80% при температуре плюс 25 °C).

Машина может выполнять следующие операции:

- прямолинейную разделительную резку одним либо двумя резаками;
- прямолинейную резку со скосом кромок под сварку;
- лекальную резку кривых по разметке с по-перечным ручным перемещением резака;
- вырезать детали круглой формы по циркулю одним либо двумя резаками;
- снимать фаску с торца листа с помощью специального устройства;
- выполнять скос кромок под сварку при перемещении машины вдоль кромки листа с помощью копирующего ролика.

Переносная газорежущая машина «Смена-Эффект» имеет ряд преимуществ перед машинами аналогичного типа. Наличие тумблера реверса (вперед-назад), муфты расцепления передач в редукторе позволяет перемещать машину по рельсу вручную. Суппорт машины имеет восемь ступеней свободы (вверх-вниз, направо-налево, наклон резака направо-налево, наклон резака в плоскости реза вперед-назад). Для настройки режима горения подогревающего пламени независимо от режима резки на машине установлен редуктор БКО-25 МГ подогревания кислорода. Машину комплектуют резаками серии «Эффект-М», а также рельсом. Ее могут поставлять с оснасткой для кислородно-флюсовой резки нержавеющих сталей толщиной до 400 мм.

Техническая характеристика:

	K1-H, K2-H	K1-БТ-Н
Напряжение, подводимое к блоку питания, В	220 ^{+5%} -10%	220 ^{+5%} -10%
Потребляемая мощность, Вт, не более	100	100
Количество резаков, шт.	1-2	1
Толщина разрезаемого металла, мм	3-200	200-400
Скорость перемещения, м/мин	0,05-1,6	0,05-1,6
Наибольшая длина прямолинейного реза при использовании комплекта направляющих секций, мм	6600	6600
Угол скоса кромок, град, наибольший:		
от вертикали	60	60
от горизонтали (при снятии фасок)	25	25
Габаритные размеры ходовой части машины, мм:		
длина	405	405
ширина (без штанги)	240	240
высота (без рейки)	250	250
Масса полного комплекта машины, кг, не более:		
с одним резаком	60,5	64,5
с двумя резаками	64,5	64,5

М. М. Лилько, А. А. Мацкевич, АО «Эффект» • #567

Инструмент для контактной точечной сварки обшивки (кузова) автобуса

Облегченный пистолет (рис. 1) для контактной одноточечной сварки по сравнению с пистолетом для двухточечной сварки отличается меньшей массой, так как изготовлен из тонкостенных деталей, и удобнее в эксплуатации.

В цилиндрический корпус 3 ручки 1 установлен подпружиненный ползун 5 с ограничителем 4 хода пружины. Регулируется усилие сжатия пружины болтом 6. К ползуну жестко крепится зажим 7 с хомутом 9 и рукояткой 10. Зажим фиксирует медный электрододержатель. С одной стороны электрододержателя 11 установлен элекротр 8, а с другой стороны — водоподводящая трубка. Хвостовая часть электрододержателя имеет шлифованную цилиндрическую поверхность для крепления токоподводящего кабеля. На электрододержателе установлен штуцер 12 выхода охлаждающей воды. На корпусе 3 установлен штекер 13 и разъем 14 для подключения к управлению контактной сварочной машиной.

К цилиндрическому корпусу 2 с помощью гайки крепится подпружиненный электрический контакт со слаботочным кабелем 13 и разъемом 14 для подключения к управлению контактной сварочной машиной.

Под действием усилия, прилагаемого к ручке 1, срабатывает электрический контакт и включается контактная сварочная машина. Первый импульс тока обеспечивает слабый нагрев обшивки в зоне сварки и образование устойчивого контакта. После короткой паузы в сварочном контуре протекает второй импульс сварочного тока, и по истечении времени проковки пистолет готов к следующему сварочному циклу. Перед началом работы одноточечным пистолетом выполняют пробные сварные соединения небольших фрагментов обшивки с каркасом. Режим подбирают так, чтобы при скручивании одноточечного соединения происходил вырыв сварной точки в обшивке.

При изготовлении автобусов «Эталон» на Бориспольском заводе (БАЗ) пистолетом массой 5 кг выполняли контактную точечную сварку оцинкованной стальной обшивки по ГОСТ 14918-80 толщиной 1,0 мм с каркасом в виде труб прямоугольного сечения из стали 20 по ГОСТ 8645-82 и по прослойке токопроводящего грунта ПФ910, предварительно нанесенного на сам каркас. Время сварки не более 0,34 с, а усилие сжатия 147 Н.

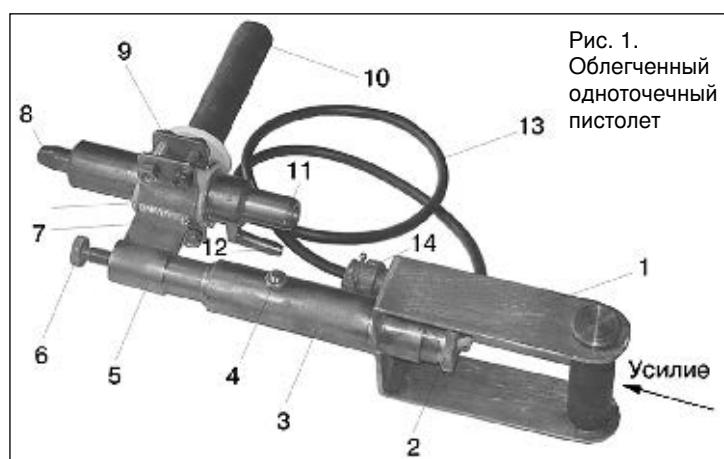


Рис. 1.
Облегченный
одноточечный
пистолет



Рис. 2.
Сварка
в верхней
части
автобуса

Производительность работы определяется временем для перестановки сварочного пистолета. Одноточечный пистолет позволяет соединять стальные обшивки толщиной до 2 мм с каркасом автобуса. При этом сварку в верхней части автобуса (рис. 2) сварщик может выполнять, держа пистолет в одной руке и создавая плечом усилие на ручку 1. При сварке нижней части автобуса пистолет держат руками за обе ручки.

Четырехлетний опыт эксплуатации одноточечных пистолетов на БАЗе показал их высокую надежность и подтвердил целесообразность использования контактной точечной сварки по прослойке грунта оцинкованных обшивок с каркасом автобуса. Качество сварки удовлетворительное, отсутствует заметная деформация обшивок.

С дополнительной информацией по применению сварочных инструментов для точечной сварки можно ознакомиться в журналах «Сварщик». — № 2. — 1998 г., «Охорона праці». — № 7, «Автоматическая сварка». — № 1; № 3. — 2001 г.; № 11–12. — 2004 г.

● #568

Л. М. Лобанов, академик, В. Н. Заичко,
ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины



Технология ремонта газопроводов под давлением

И. И. Капцов, д-р техн. наук, В. П. Гончар, В. Г. Топоров, В. И. Холодов, кандидаты техн. наук,
Р. В. Шимановский, Украинский научно-исследовательский институт природных газов,
филиал ДП «Науканефтегаз» НАК «Нефтегаз Украины» (Харьков)

Украина имеет разветвленную сеть трубопроводов для транспортирования газа. Газопроводы НАК «Нефтегаз Украины» представляют собой сложную, взаимосвязанную, динамическую систему. Остановка работы газопровода приводит к значительным экономическим потерям. В связи с этим возникает необходимость в устранении дефектов стенки газопровода, находящегося под давлением, без остановки транспортирования газа с учетом обеспечения его дальнейшей долгосрочной безопасной эксплуатации.

Возможность ремонта при том или ином дефекте без вырезания катушки определяет безопасность выполнения технологических операций. Безопасность, в свою очередь, зависит от того, возможен ли ремонт на газопроводе под давлением без потери его работоспособности.

Повреждения труб подземных магистральных трубопроводов чаще всего имеют коррозионно-механическую природу. Их можно разделить на такие группы:

- дефекты металлургического происхождения, которые появляются в процессе прокатки стального листа;
- механические повреждения, которые возникают при изготовлении труб на заводе, в процессе их транспортирования и при выполнении сварочно-монтажных работ при строительстве;
- дефекты сварных соединений;
- дефекты, которые образовались в процессе эксплуатации газопроводов (коррозия, эрозия, гофры и т. п.).

Для оценки технического состояния газопровода проводят обследование внешней и внутренней поверхностей трубы. Чтобы определить состояние изоляционного покрытия, измеряют потенциал «труба—земля», это дает возможность получить информацию о естественном потенциале трубопровода в точке и по трассе, о катодной защите трубы, дефектах изоляционного покрытия. Поврежденная изоляция может быть показателем высокого риска появления активного коррозионного процесса на этом участке. Если местонахождение по-

врежденного участка определено, то делают шурф, соблюдая правила безопасности, зачищают коррозионный участок от ржавчины, собирают данные о дефектах для расчета и исследования.

Для внутреннего обследования используют интеллектуальные поршни, которые предоставляют информацию о толщине стенки трубопровода, устанавливают места нахождения и геометрические размеры дефектов и состояние сварных швов.

Выявленные дефекты необходимо классифицировать по степени опасности и принять соответствующие решения о режимах безопасной эксплуатации, сроках ремонта и виде ремонта или назначении периодического контроля с целью изучения поведения дефекта во времени.

Для правильной оценки возможности дальнейшей эксплуатации трубопровода с дефектом необходимо знание не только прочности материала трубы или условий, при которых дефект приведет к разрушению, но и таких показателей, как:

- напряжения, возникшие при строительстве и эксплуатации;
- тип, количество, распределение дефектов;
- механизмы роста дефектов;
- влияние размера дефекта на вид разрушения;
- условия, которые определяют возникновение протяженного разрыва или локального сквозного квазистойчивого дефекта с истечением газа.

Наиболее важным параметром, который характеризует степень опасности поверхности дефекта, является его глубина, далее следует осевая длина и ширина. В общем случае глубина дефекта определяет точку начала разрушения, в то время как осевая длина — вид разрушения (истечение или разрыв). Поэтому трехмерное количественное описание любого дефекта необходимо для оценки его опасности.

Влияние осевой длины на режим разрушения известен. Установлено, что в боль-

шинстве случаев дефекты с осевой длиной, равной трем толщинам стенки включительно, приводят к истечениям газа, а дефекты большей длины – к разрыву трубы. При этом в определение границы «разрыв–истечение» заложен значительный коэффициент безопасности.

Дефекты типа «коррозионная язва» (потеря металла) с осевой длиной, равной трем толщинам стенки включительно, могут иметь глубину больше 90% от nominalной толщины стенки трубы, прежде чем возникнет риск разрушения. Такой дефект приведет к истечению газа.

Таким образом, газопровод с дефектами имеет достаточную надежность относительно разрыва, что дает возможность при работе трубы под давлением детально оценить дефекты, выбрать метод ремонта и восстановить проектные характеристики трубы.

В настоящее время в Украине ремонты на магистральных газопроводах проводят по технологиям, изложенным в «Технологической инструкции по ремонту магистральных газопроводов под давлением с применением дуговой сварки» (ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ, 2000 г.).

В зарубежных разработках для ремонта газопроводов в основном представлены усиливающие и герметизирующие муфты. Широкое распространение получили муфты с использованием компаундов (с закачкой в пространство между трубой и муфтой) и муфты типа «Clock Spring» (с обертыванием трубы разнообразными упругими материалами). Большинство зарубежных разработок отличаются сложностью и, соответственно, значительной стоимостью ремонтных работ.

В последнее время по заданию ДК «Укргаздобыча» институт УкрНИИгаз проводил работы по разработке технологии ремонта промысловых газопроводов (СОУ 11.2-30019775-029:2004 «Промышленные газопроводы. Технология ремонта под давлением»). При этом учитывали:

- возможность наличия в стенке трубопровода несквозных дефектов: металлических, строительных и тех, что возникают в процессе эксплуатации;
- техническую оснащенность и возможность газопромысловых управлений проводить ремонтные работы самостоятельно;
- безопасность выполнения работ;
- долгосрочную эксплуатацию отремонтированного участка;

- низкую себестоимость ремонта.

Технология ремонта разработана с учетом отечественных и зарубежных наработок и опыта УкрНИИгаза в выполнении работ по сварке под давлением.

В зависимости от вида, размеров и взаимного размещения дефектов используют один из следующих методов ремонта:

- шлифовку поверхности с дефектом;
- заварку дефекта;
- усиление газопровода муфтами с продольными сварными швами или фланцевыми соединениями;
- усиление газопровода накладками;
- усиление герметичными муфтами.

Оценку предельных размеров поверхностных дефектов и пригодность трубопровода к дальнейшей эксплуатации проводят расчетными методами. В настоящее время известны и широко применяются «критерий B31G» из стандарта ANSI/ASME B31G-1991 и метод английской компании «British Gas».

В то же время, в Украине действует свой нормативный документ (*Методика оценки технического состояния трубопровода с продолжительным сроком эксплуатации и его остаточного ресурса (вторая редакция)*. УкрНИИгаз. – 2002), регламентирующий предельные размеры поверхностных дефектов. Его преимущество в применении коэффициентов надежности, используемых при расчете отечественных трубопроводных систем.

Указанные выше методы ремонта испытывали на стендах с целью отработки технологичности выполнения всех операций, а для выбора наиболее оптимальных конструкций усиливающих элементов и условий их установки также выполняли расчеты методом конечных элементов.

Для определения наиболее рациональной формы усиливающей накладки проведены расчеты части трубопровода с накладкой. Рассмотрены накладки трех видов: круглая (схема 1), удлиненная вдоль окружности (схема 2) и удлиненная вдоль образующей трубы (схема 3). Желательно, чтобы накладка, установленная на трубопроводе, не увеличивала значительно уровень напряжений в труbe как при герметичном трубопроводе, так и в случае, когда трубопровод разгерметизировался и в зазоре под накладкой образовалось давление.

Трубопровод, накладка и сварной шов смоделированы твердотельными тетраэдральными конечными элементами. Давление прикладывается по всей внутренней поверхности трубы, а в тех случаях, когда

труба не герметична, — и в полости между трубой и накладкой.

Напряженное состояние трубопровода с накладкой является более сложным, чем обычной трубы, поэтому прочность элементов конструкции оценивали по наибольшим эквивалентным напряжениям. По результатам расчетов можно сделать такие выводы:

1. При отсутствии давления в зазоре между трубой и накладкой (труба герметична) для всех рассмотренных схем установки накладки увеличение напряжений в основной трубе не превышает 3–7% в зоне вблизи сварного шва.

2. При нарушении герметичности трубопровода и появлении давления под накладкой наиболее рациональными являются круглая накладка (схема 1) и накладка, удлиненная в направлении окружности (схема 2). Для этих схем увеличение напряжений в основной трубе не превышает 18,5% при незначительном уменьшении жесткости трубы в зоне под накладкой. При значительном дефекте трубы под накладкой (схема 2) напряжение в трубе может достигать 32%.

3. Напряжения в накладке для всех рассмотренных вариантов расчета (кроме схемы 3) ниже, чем в основной трубе.

4. Установку накладки по схеме 3 (вдоль образующей) применять нежелательно из-за повышенного уровня напряжений как в основной трубе, так и в накладке при разгерметизации трубы.

Таким образом, при устранении дефектов типа «коррозионная язва» наиболее рацио-

нальной формой усиливающей накладки является круглая форма. Как исключение в некоторых обоснованных случаях возможна также установка накладки, незначительно удлиненной вдоль окружности трубы.

Использование муфты с продольными фланцами является решением проблемы ремонта значительных дефектов методом, повышающим безопасность проведения работ на газопроводе под давлением и работоспособность отремонтированного участка. С помощью данного метода можно ремонтировать дефекты, по своим размерам граничащие с такими, для ликвидации которых необходимо усиление и герметизация.

Для оценки применения фланцевой муфты на дефектном трубопроводе выполнен расчет конструкции методом конечных элементов (Д. Г. Шимкович. Расчет конструкций MSC/NASTRAN for Windows. — М: ДМК Пресс. — 2001. — 446 с.). В расчетной схеме (рис. 1) использованы условия симметрии. Труба 426×7 мм смоделирована твердотельными гексагональными конечными элементами, муфта — пластинчатыми, а связь трубы с цилиндрической частью муфты осуществлена с помощью нелинейных конечных элементов скольжения, которые учитывают трение.

Для расчета приняты такие параметры: рабочее проектное давление в трубопроводе $P_p = 5,4$ МПа; внешний диаметр трубы $DN = 720$ мм; модуль упругости материала трубы $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа; коэффициент Пуассона материала трубы $\nu = 0,3$; коэффициент трения между трубой и муфтой (незакрашенные металлические поверхности) $\mu = 0,3$.

Фланцевая муфта считается выполненной из того же материала, что и основная труба, и имеет такие геометрические размеры: длину 200 мм; толщину фланца 40 мм; толщину ребер жесткости 10 мм; размеры фланца в плане 100×200 мм. Фланец муфты нагружен вертикальными силами F , которые являются следствием затяжки соединительных шпилек с моментом $T_{\text{зат}} = 400$ Н·м.

Для определения наиболее рациональной конструкции фланцевой муфты выполнено несколько расчетов (таблица):

а) труба с дефектом без муфты;

б) давление создается после монтажа муфты на трубе с дефектом (размер ребер жесткости муфты в плане 102×100 мм);

в) муфта установлена на трубе с дефектом под давлением (размер ребер жесткости муфты в плане 102×100 мм);

Рис. 1.
Расчетная
схема
конструкции

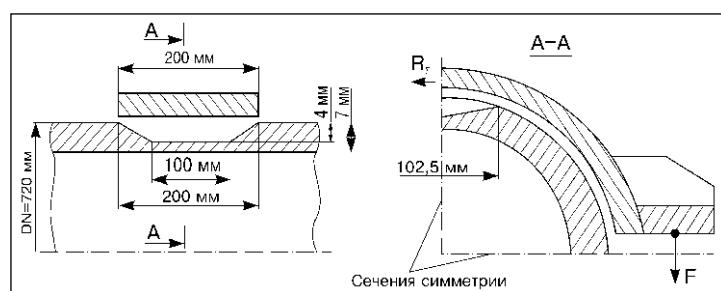
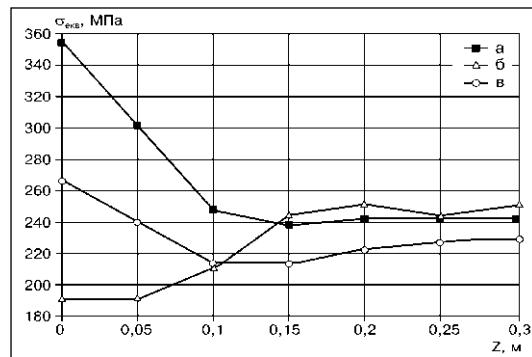


Рис. 2. Эквивалентные напряжения вдоль образующей в районе дефекта



г) муфта установлена на трубе с дефектом под давлением (ребра жесткости увеличенные — 153×100 мм);

д) муфта установлена на трубе с дефектом под давлением (размер жесткости ребер 102×100 мм, толщина муфты увеличена до 14 мм на участке 153 мм возле фланца);

При затяжке край фланца делает вмятину в трубе, поэтому были приняты видоизменения конструкции — варианты (г) и (д).

Кольцевые безмоментные напряжения в трубе, рассчитанные методом конечных элементов, составляют 268,8 МПа. Аналитическое решение для тонкостенной цилиндрической оболочки ($\sigma_{22} = P_p \times (DN - \delta) / 2\delta$) равно 275,0 МПа, т. е. погрешность расчета составляет 2,25%. Эквивалентные напряжения рассчитаны по гипотезе фон Мизеса.

Напряжения в месте дефекта для расчетов (в) — (д) получены алгебраическим сложением напряжений растяжения трубопровода давлением и усилий сжатия муфтой.

Изменение напряжений вдоль образующей трубы в районе дефекта показано на рис. 2 (начало координат — середина дефекта).

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы.

Характеристикой способности фланцевой муфты компенсировать дефект может служить усилие сжатия хомута (внутреннее усилие в среднем сечении цилиндрической части муфты, направленное по касательной к образующей трубы и вызывающее в ней напряжения сжатия-усиления R_Σ на рис. 1). Для данного случая это усилие должно быть $R_\Sigma = 115 \dots 120$ кН. Усилие сжатия зависит от момента затяжки фланцевого соединения, жесткости муфты и коэффициента трения.

Для необходимого снижения напряжений в районе дефекта муфтами типа (г) и (д) необходимо увеличить момент затяжки, что приведет к необходимости использования шпилек большего диаметра и соответственно увеличению высоты фланцев. При этом конструктивные решения, принятые в данных случаях, уменьшают уровень напряжения в муфте и величину вдавливания муфты в трубу.

Наиболее оптимальное условие ремонта — вариант (в). Эквивалентные напряжения в месте дефекта превышают эквивалентные напряжения бездефектного трубопровода на 10,4%. Поэтому для уменьшения напряжений в дефектном участке до проектных значений целесообразно данный способ

Таблица. Результаты расчетов фланцевой муфты

Параметр	Вариант расчета				
	а	б	в	г	д
Максимальное эквивалентное напряжение в средней точке дефекта, МПа	354,2	193,4	268,9	284,7	284,9
Максимальное кольцевое напряжение в средней точке дефекта, МПа	384,1	198,6	282,4	301,8	302,3
Стяжное усилие в муфте R_Σ , кН		185,9	110,2	90,4	90,6
Максимальное эквивалентное напряжение в сечении муфты над дефектом, МПа		155,0	112,0	106,9	107,9
Максимальные напряжения в муфте (у ребра), МПа:					
растяжения		326,1	355,8	219,2	226,8
сжатия		-159,8	-201,6	-104,3	-158,5
Перемещения точек, мм:					
середина дефекта (направление Y)	1,16	0,01	0,40	0,32	0,31
приложения силы (направление Y)		-1,95	-2,66	-1,63	-1,73
верхний край фланца (направление Y)		-4,24	-5,11	-3,06	-3,25
прогиб трубы под фланцем (направление X)		-1,83	-2,24	-1,96	-1,92
локальный зазор между трубой и муфтой (радиальное направление)		5,66	1,79	0,86	0,32

ремонта использовать при глубине дефекта до 50% от номинальной толщины стенки трубопровода. Заполнение дефекта герметиком, битумом и т. п. вровень с геометрией трубы дополнительно уменьшает напряжения за счет передачи контактного давления от муфты к дефекту через уплотнитель.

Исследования подтверждают возможность использования для ремонта газопроводов муфт с продольными фланцами, которые разработаны для крепления отверстия в оболочках при безогневой врезке.

Основной особенностью технологии, изложенной в СОУ, является возможность выполнения ремонта промысловых газопроводов при любых несквозных дефектах. Указаны условия использования того или другого метода ремонта в зависимости от размеров дефектов, их взаимного размещения и вида, а также возможность выбора альтернативного способа ремонта для увеличения надежности отремонтированного участка и безопасности выполнения работ.

После согласования СОУ в Управлении организации надзора за производствами и объектами повышенной опасности Госнадзороохранруды Украины стандарт введен в действие на предприятиях ДК «Укргаздобыча».

● #569

Восстановление работоспособности роликов тянуще-правильных машин*

А. А. Глуховченко, А. А. Погонин, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, А. Г. Схиртладзе, Московский государственный технологический университет «Станкин»

В настоящее время примерно 40% мировой выплавки стали разливают на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Принцип непрерывной разливки заключается в том, что жидкую сталь из ковша заливают в интенсивно охлаждаемую сквозную форму прямоугольного или квадратного сечения — кристаллизатор, в котором непрерывно вытягиваемый слиток частично затвердевает; дальнейшее его затвердевание происходит при прохождении зоны вторичного охлаждения. Процесс непрерывного литья позволяет получать заготовки (после резки) для прокатных станов, а также его можно совместить с непрерывной прокаткой в одном агрегате.

Машины непрерывного литья заготовок делят на пять основных типов: вертикальные, вертикальные с изгибом слитка, радиальные, криволинейные, горизонтальные.

Наиболее широкое применение получили радиальные машины, отличающиеся от машин вертикального типа и вертикальных с изгибом слитка меньшей высотой и повышенной скоростью литья.

Технологическая линия радиальной МНЛЗ состоит из двух участков — радиального и прямолинейного, на которых установлены неприводные и приводные ролики. В месте перехода первого участка во второй происходит разгиб слитка роликами. Вся роликовая система машины носит название роликовой проводки, в которой различают начальный неприводной и последующий приводной участки (неприводная и приводная роликовые проводки). Тянуще-правильная машина, которую применяют на некоторых МНЛЗ, входит в приводную роликовую проводку.

На Оскольском электрометаллургическом комбинате в электросталеплавильном цехе эксплуатируют четырехручьевую радиальную сортовую машину для производства заготовок сечением 300×360 мм. Эта МНЛЗ работает следующим образом. Для подготовки к литью качающийся рольганг из горизонтального положения переводят в верх-

нее наклонное, и цепным механизмом затравку подают на рольганг задающей машины. Перемещают машину к кристаллизатору, вводят в него затравку, одновременно вращая ролики приводной проводки. Головку затравки устанавливают так, чтобы она образовала временное дно у кристаллизатора. Ковш со сталью после продувки аргоном устанавливают при помощи крана на сталеразливочный стенд. Промежуточный ковш, предварительно нагретый на стенде газовыми горелками, перемещают тележкой в рабочее положение над кристаллизаторами по пути, перпендикулярному к оси МНЛЗ. Поворотом несущей балки сталеразливочного стендса ковш с металлом переводят из резервного положения в рабочее над промежуточным ковшом. Открывают шиберный затвор сталеразливочного ковша и заполняют промежуточный ковш металлом на определенную высоту. Затем открывают затворы промежуточного ковша и наполняют кристаллизаторы металлом до рабочего уровня. После включения механизма качания кристаллизаторов и приводов роликовых проводок начинается процесс литья в четыре ручья. О количестве металла, находящегося в сталеразливочном и промежуточном ковшах, судят по показаниям приборов электронных весоизмерительных систем, которыми оборудованы сталеразливочный стенд и тележка для промежуточного ковша. После выхода из роликовой проводки затравку отсоединяют от слитка гидравлическим механизмом и по качающемуся рольгангу, находящемуся в нижнем наклонном положении, перемещают вверх. После этого рольганг с затравкой переводят в горизонтальное положение до следующего цикла литья.

На пути движения в роликовой проводке слиток интенсивно охлаждают водой, подаваемой форсунками. Правят слиток на начальном участке тянуще-правильной машины. Непрерывно вытягиваемый слиток поступает к машине газовой резки, которая, двигаясь вместе со слитком, режет его на мерные длины. Заготовки либо подают

* Статья опубликована в журнале «Ремонт. Восстановление. Модернизация». — №3, 2005.

на тележку-рольганг, а затем в печь замедленного охлаждения, либо снимают с рольганга и складируют в штабеля.

Тянуще-правильная машина, входящая в состав приводной роликовой проводки МНЛЗ, состоит из трех отдельных роликовых секций, примыкающих друг к другу и установленных на фундаментные балки. Первая секция по ходу слитка предназначена для его правки, вторая и третья секции — для создания тянущего усилия и выдачи слитка на приемный рольганг. В третьей секции все нижние ролики приводные, что диктует необходимость получения значительного тянущего усилия для перемещения и выдачи затвердевшего слитка на рольганг. Поскольку нижний ролик, расположенный горизонтально, при правке слитка подвержен действию максимальной нагрузки, предусмотрена установка опорного ролика большого диаметра, прижимаемого двумя гидроцилиндрами к рабочему ролику. С целью предохранения от поломки нижних роликов первой и второй секций при возможных перегрузках в их опорных узлах установлены короткоходовые гидроцилиндры. Перегрузка роликов при выдаче захоложенной непрерывнолитой заготовки достигает 2,5-кратного значения, поэтому применение гидравлических механизмов перемещения и прижима в приводной роликовой проводке позволяет значительно уменьшить перегрузку и количество поломок роликов при пропуске захоложенной заготовки и наплывах на ее поверхности, сократить время операций при перестройке МНЛЗ на литье слябов различной толщины, обеспечить ускоренную выдачу из машины оставшейся непрерывнолитой заготовки.

Стабильное требуемое качество непрерывнолитой заготовки, а в дальнейшем и проката обеспечивает работоспособность узлов тянуще-правильной МНЛЗ и всей роликовой проводки. Благодаря применению проводки достигают более высокого коэффициента использования материала.

В процессе правки происходит интенсивное изнашивание деталей и узлов данной установки. Наибольшему изнашиванию и деформациям подвергаются рабочие поверхности роликов машины из-за высокого удельного давления и трения в местах контакта роликов с подвергающейся правке горячей (1000°C) непрерывнолитой заготовкой. Ввиду высокой стоимости узлов и агрегатов установки целесообразно производить их ремонты средствами предпри-

ятия, чем закупать новые запасные части. Так, капитальный ремонт роликов обходится примерно в три раза дешевле, чем приобретение новых.

Ремонт роликов осуществляется наплавкой дуговым способом с последующей механической обработкой. Наплавке можно подвергать как изношенные, так и новые ролики (новые — для получения износостойких рабочих поверхностей, изношенные — для восстановления размеров и повышения долговечности). Процесс ремонта (восстановления и упрочнения) наплавкой роликов тянуще-правильной машины состоит из следующих основных операций:

- дефектации;
- подготовки роликов к наплавке;
- предварительного подогрева;
- наплавки с сопутствующим подогревом;
- предварительного контроля и исправления дефектов;
- специальной термической обработки или замедленного охлаждения;
- механической обработки и окончательного контроля качества.

Ролики, поступающие для наплавки, должны быть сухими, очищены от масла, ржавчины и других загрязнений. Трещины, сетка разгара, выступы и вмятины, рванины и заусенцы удаляют механической обработкой до получения чистого металла. Ролики перед наплавкой протачивают с таким расчетом, чтобы толщина наплавленного слоя составляла 5–6 мм.

Предварительный нагрев роликов применяют для устранения трещин и уменьшения внутренних напряжений, возникающих после наплавки. Для этого используют индукторы промышленной частоты, а также газопламенные горелки. Температура нагретого ролика должны быть $350+20^{\circ}\text{C}$. Недогрев недопустим, поскольку способствует образованию трещин в наплавленном слое, перегрев также недопустим, так как приводит к плохой отделяемости шлаковой корки и ухудшению структуры наплавленного металла. Для предотвращения перегрева поверхности ролика необходимо в процессе нагрева периодически включать и выключать средства нагрева. Предварительный нагрев является необходимым, но недостаточным условием. При быстром охлаждении наплавленного ролика могут возникнуть трещины, поэтому необходим сопутствующий подогрев, температура ролика в процессе наплавки не должна быть ниже 320°C .

(Окончание
на стр. 15)

Восстановление отверстий в толстостенных алюминиевых деталях

В. С. Машин, канд. техн. наук, М. П. Пашуля, Т. Н. Недей, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

В различных транспортных конструкциях широко используют узлы и детали из литейных и деформируемых алюминиевых сплавов, которые обеспечивают высокую коррозионную стойкость в атмосферных условиях и не снижают свою прочность при низких и повышенных температурах. Однако все алюминиевые сплавы имеют пониженную износостойкость, что вызывает преждевременную потерю их работоспособности как при контакте с движущимися поверхностями стальных деталей, так и при вибрационных нагрузках.

В условиях дефицита и высокой стоимости запасных деталей из алюминиевых сплавов восстановление изношенных поверхностей дуговой сваркой в инертных газах является наиболее простым и эффективным методом повышения ресурса эксплуатации сельскохозяйственных и транспортных машин.

В настоящее время в Украине более 90% всех работ, касающихся сварки литейных алюминиевых сплавов, связано с устранением дефектов литья и ремонтно-восстановительной наплавкой (сваркой) деталей и узлов в конструкциях, имеющих различные сроки эксплуатации. Характерными повреждениями в таких узлах являются: трещины, пробоины, износ резьб и трущихся поверхностей в местах отверстий для крепления, обламывания наплыков и коррозия. Чаще всего они встречаются в головках и крышках блоков цилиндров двигателей внутреннего сгорания, крышках распределительных шестерен, картерах сцепления, корпусах масляных, водяных и топливных насосов, редукторах отбора мощности и других агрегатах.

Существуют три основные причины, отличающие свариваемость алюминиевых литых заготовок от свариваемости деформируемых сплавов:

- отливки содержат большое количество легирующих элементов и примесей, из-за чего они имеют более низкую температуру плавления и высокую жидкотекучесть;
- литейные сплавы не подвергаются ковке, поэтому имеют более «грубую» макро-

микроструктуру с содержанием большого количества интерметаллидов, расположенных неоднородно по объему заготовки;

- отливки содержат большое количество растворенных газов (водорода, аргона, метана и др.), которые вызывают при сварке образование пор, оксидных пленок и трещин.

Обычно в деформируемых алюминиевых сплавах содержание растворенных газов не превышает $0,2 \text{ см}^3/100 \text{ г}$, а в отливках, полученных различными методами литья, содержание газов колеблется от 0,5 до $1,5 \text{ см}^3/100 \text{ г}$ и более. Исследования показали, что если в отливках присутствует более $0,8 \text{ см}^3/100 \text{ г}$ водорода, то сварка без образования пор практически невозможна.

Обычно для сварки литейных алюминиевых сплавов применяют присадочную проволоку СвАК5. Но из-за большого количества марок сложнолегированных литейных алюминиевых сплавов и способов их получения (режима плавки и разливки, рафинирования и вакуумирования, интенсивности теплообмена жидкого металла с формой при затвердевании и термообработки готовой заготовки) необходимо в каждом конкретном случае подбирать марку присадочной проволоки, оптимизировать режимы сварки, определять температуру предварительного или сопутствующего подогревов и проводить послесварочную термообработку восстановленных деталей. При этом макро- и микроструктура наплавленного металла во многих случаях может быть намного дисперснее, чем основного металла. Поэтому разрушение сварных образцов из литейных алюминиевых сплавов (в зависимости от качества литья и соблюдения требований подготовки металла под сварку) происходит в 20–25% случаев по основному металлу, в 40–50% случаев по зоне сплавления и в 30–40% случаев по шву.

В ИЭС им. Е. О. Патона разработана технология ремонтно-восстановительной импульсно-дуговой точечной сварки (наплавки) плавящимся электродом в инерт-

ных газах (ИДТСПЭ) изношенных отверстий, в том числе резьбовых, в толстостенных деталях из литейных и деформируемых алюминиевых сплавов.

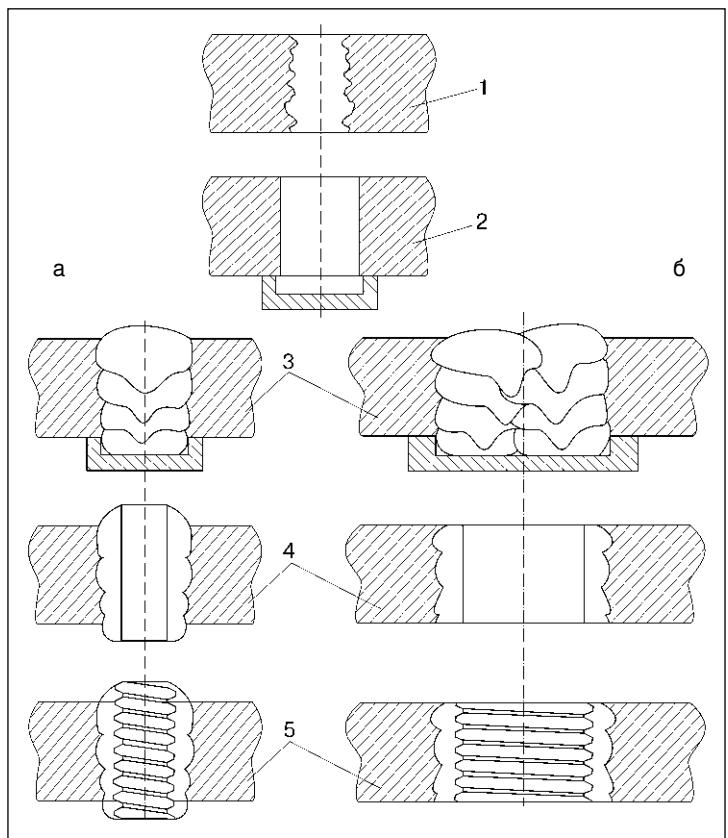
Целью работы являлось повышение ресурса эксплуатации алюминиевых узлов за счет улучшения качества наплавленного металла и увеличения производительности процесса при замене трудоемкой ручной аргонодуговой сварки сваркой неплавящимся вольфрамовым электродом.

Дуговую точечную сварку алюминиевых сплавов плавящимся электродом в основном применяют для соединения малонагруженных листов с силовыми элементами в транспортных конструкциях. Этот способ сварки можно выполнять при любых габаритных размерах соединяемых элементов как в заводских условиях, так и при монтаже. Такая технология по сравнению с дуговой точечной сваркой неплавящимся электродом позволяет повысить производительность процесса, осуществить легирование металла шва, улучшить качество и механические характеристики сварного соединения. Основными препятствиями для применения дуговой точечной сварки плавящимся электродом в аргоне является образование в верхней части точечного шва кратера с трещинами, порами, рыхлостью.

В ИЭС им. Е. О. Патона были оптимизированы параметры режима точечной сварки плавящимся электродом в аргоне и гелии при синергетическом управлении процессом переноса капель электродного металла, обеспечивающие качество и высокие показатели механических свойств точечных швов (электrozаклепок) на алюминиевых сплавах различных систем легирования.

Для исследований использовали плиты из литейных и деформированных алюминиевых сплавов марок АЛ9, АЛ19, АК5М7 толщиной 16 и 32 мм (ГОСТ 2685–75) и марки АМг6 толщиной 32 мм (ГОСТ 4784–74). Применили сварочную проволоку марок СвАК5, СвАМг6 и Св1201 диаметром 1,6 мм (ГОСТ 7871–75). В качестве защитных газов использовали аргон высшего сорта (ГОСТ 10157–79) и гелий марки Б (ТУ 51–940–80).

Для дуговой точечной сварки использовали источник питания «Fronius TPS–450», предназначенный, в частности, для сварки алюминиевых сплавов точечными швами. С помощью горелки «Fronius Pull MIG PM–502Z», имеющей специальную насадку, обеспечивалось постоянное расстояние



между соплом горелки и лицевой поверхностью плит. Вылет электродной проволоки (расстояние от торца мундштука до плиты) находился в пределах 10–16 мм. Скорость подачи проволоки, напряжение на дуге, время сварки и заварки кратера регулировали независимо друг от друга отдельными задающими устройствами. Одностороннюю заварку отверстий диаметром от 6 до 18 мм выполняли на графитовой подкладке с углублением цилиндрической или конусной формы. Ширина углубления превышала диаметр отверстия на 4–6 мм, а углубление в подкладке составляло 3–8 мм.

На рис. 1 показана схема процесса ремонтно-восстановительной ИДТСПЭ изношенных отверстий (резьбовых) в алюминиевых сплавах. Изношенное отверстие 1 сверливают или вручную механически обрабатывают до «чистого» металла, удаляя следы резьбы, зачищают прилегающую к нему поверхность, а затем устанавливают и поджимают графитовое подкладное устройство 2. Многослойную ИДТСПЭ 3 выполняют на оптимальных режимах с учетом диаметра и глубины отверстий. При диаметре подготовленного к заварке отверстия, равном 6–16 мм, электродную проволоку следует подавать в центр отверстия 3, а при больших размерах — ближе к его стенке с

Рис. 1.
Схема
ремонтно-
восстанови-
тельной
ИДТСПЭ
изношенных
отверстий

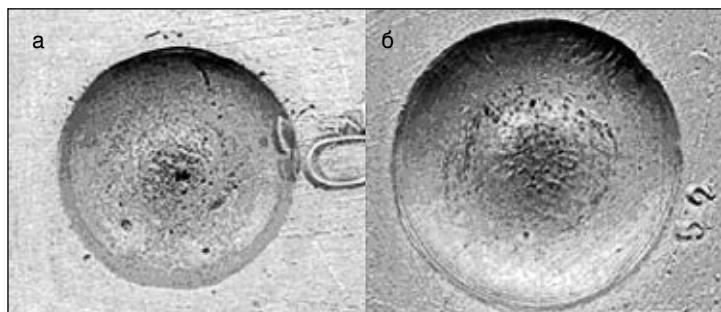


Рис. 2. Внешний вид электрозваклеков на металле толщиной 16 мм, полученных ИДТСПЭ в аргоне (а) и гелии (б)

Рис. 3.
Типичные
дефекты в
наплавленном
металле,
полученном
ИДТСПЭ
в аргоне
($\delta_{o.m.} = 32$ мм),
— поры
и
несплавления

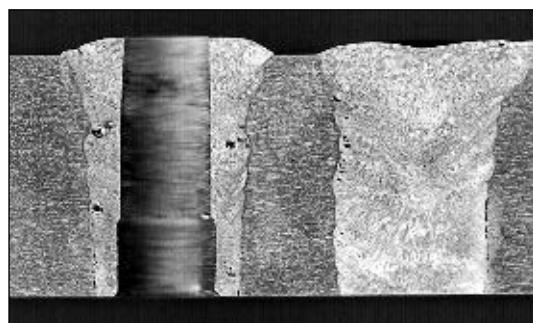


Рис. 4.
Макро-
структура
металла
($\delta_{o.m.} = 16$ мм)
в восстано-
вленном
отверстии
при ИДТСПЭ
в гелии

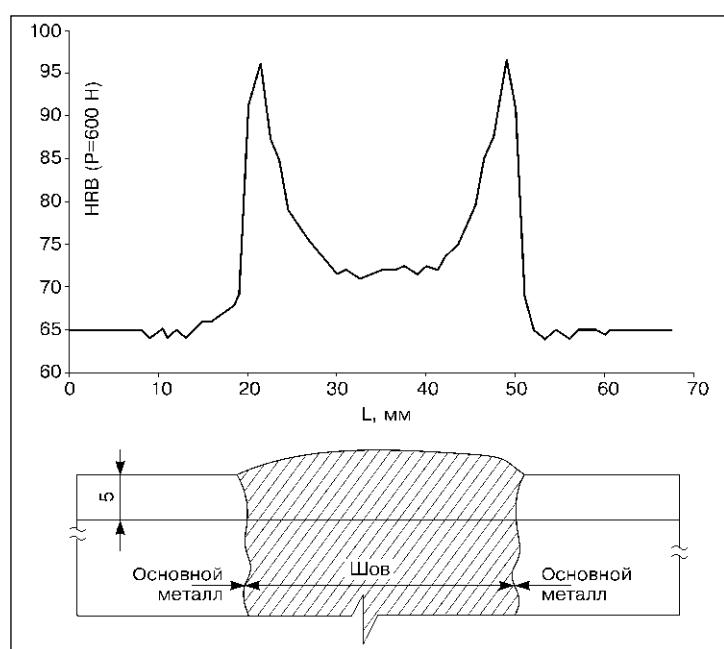
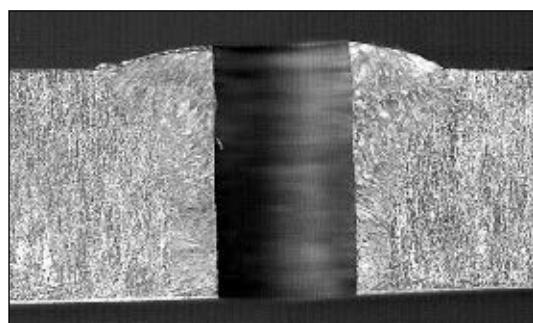


Рис. 5. График распределения твердости при заварке отверстий на сплаве АЛ19 проволокой Св1201

последующим перемещением дуги по кругу. Каждый слой наплавленного металла завершается в центральной части отверстия 3, б. Наложение каждого последующего шва необходимо производить через 2–4 с. После заварки снимают подкладные устройства, при необходимости удаляют усиление и/или корень шва, производят засверловку под рабочий диаметр отверстий 4 или под инструмент для нарезания резьбы 5.

Установлено, что при низкой и средней силе тока (120–200 А) увеличение времени сварки (без учета времени заварки кратера) приводит к значительному (в 3–6 раз) повышению тепловложения q_t в свариваемый металл (где $q_t = I_{cv} U_d \tau_{cv} / 1000$ кДж) и, соответственно, увеличению уровня деформаций и напряжений деталей в зоне точечного соединения. Поэтому сварку необходимо выполнять при максимально допустимой силе сварочного тока и минимальном времени горения дуги, обеспечивая тем самым надежное расплавление вертикальной стенки отверстия.

Замена аргона на гелий приводит к увеличению ширины точечного шва и заметному снижению размера и количества пор в швах. Их диаметр на поверхности кратера и в центральном сечении шва не превышает 0,3–0,5 мм (рис. 2).

Независимо от вида защитного газа, значений силы сварочного тока и времени сварки количество и размер пор в швах на деформируемых алюминиевых сплавах (АМг6) ниже, чем на всех литьевых сплавах. Следует отметить, что небольшая пористость в электрозваклеках имеется почти всегда. Образование пористости и рыхлости связано с большими коэффициентами объемной усадки ($e_v = 6,2\%$) и теплопроводности ($\epsilon = 186$ Вт/м·град) алюминия. Основная их часть может располагаться по всему сечению наплавленного металла, по центру швов или по зоне их сплавления с основным металлом (рис. 3). При этом статическая и динамическая прочности электрозваклеков снижаются в допустимых пределах. При использовании в качестве защитного газа аргона могут также наблюдаться несплавления швов с основным металлом в нижней части отверстия из-за неоптимальных режимов сварки и недостаточного прогрева металла (см. рис. 3). Для устранения таких дефектов целесообразно применять гелий (рис. 4) или выполнять предварительный подогрев деталей до температуры 110–120 °C (например, при заварке свечных

отверстий в головке блока цилиндров двигателя внутреннего сгорания).

Опыт показывает, что оптимальным присадочным материалом для сплавов системы Al–Cu (сплавы АЛ7, АЛ19, АЛ33) является сварочная проволока Св1201 (рис. 5), которая по сравнению со сваркой проволокой СвАК5 и СвАМг6 обеспечивает повышение твердости наплавленного металла до 72–74 HRB (при Р=600 Н) по оси шва и до 94–96 HRB по зоне сплавления (при твердости основного металла АЛ19, равной 64–66 HRB).

Ориентировочные режимы ИДТСПЭ в аргоне и гелии приведены в табл. 1. Следует учитывать, что для алюминиевых сплавов режимы сварки лишь ориентировочные, так как вследствие большой теплопроводности на выбор параметров сварки кроме толщины металла и его химического состава значительно влияют конфигурация и размеры изделий.

Рекомендуемые марки сварочной проволоки для ИДТСПЭ различных алюминиевых сплавов представлены в табл. 2. ● #571

Таблица 1. Ориентировочные режимы ИДТСПЭ алюминиевых сплавов при заварке отверстий

Защитный газ	I _{св} , А	U _д , В	V _{п.пр} , м/мин	τ _{св} , с	Q газа, л/мин
Аргон	340–370	29–32	10–12	2–4	12–15
Гелий	330–360	30–33	11–12	2–3	22–25

Примечание. Толщина свариваемого металла 12–40 мм. Диаметр отверстий 6–24 мм. Диаметр электродной проволоки 1,6 мм. Время заварки кратера 0,2–0,5 с. Время продувки газа до и после сварки соответственно 0,5–1 и 1–2 с.

Таблица 2. Рекомендуемые марки сварочной проволоки для ИДТСПЭ различных алюминиевых сплавов

Алюминиевые сплавы	Система легирования	Марка сплавов	Марка присадочной проволоки
Литейные	Al–Si	АЛ2, АЛ4, АЛ9	СвАК5
	Al–Si–Cu	АЛ3, АЛ5, АК5М7	СвАК5, Св1201
	Al–Cu	АЛ7, АЛ19, АЛ33	Св1201
	Al–Mg	АЛ8, АЛ23, АЛ27	СвАМг6, СвАМг63
Деформируемые	Al–Mg–(Mn)	AMг3, AMг5, AMг6	СвАМг6, СвАМг63
	Al–Zn–Mg	1915, 1920 и др.	Св1557, СвАМг6, СвАМг63

Восстановление работоспособности роликов тянуще-правильных машин

(Окончание.
Начало
на стр. 10–11)

После окончания нагрева модернизированную наплавочную установку на базе УМН–4 устанавливают в рабочее положение таким образом, чтобы электрод был сдвинут от оси ролика на 20–40 мм в сторону, противоположную вращению ролика. Вылет электрода (участок электродной проволоки, расположенный между нижней кромкой токопроводящего мундштука и роликом) устанавливают равным 20–30 мм, увеличение вылета электрода ведет к увеличению напряжения дуги и уменьшению провара. Смещение электрода с зенита колеблется от 20 до 30 мм. Это предотвращает стекание жидкого металла и шлака с поверхности ролика.

Шаг наплавки определяет величину припуска на механическую обработку, глубину проплавления и внешний вид наплавляемой поверхности. Малый шаг наплавки может вызвать дефекты в виде подворотов и непроваров, а слишком большой шаг – неровности на поверхности наплавленного металла, а также нежелательное увеличение глубины проплавления. Для получения качественной наплавки рабочей по-

верхности ролика шаг должен составлять 0,5–0,6 ширины валика.

В качестве электродного материала используют сплошную проволоку Св–08Г2С диаметром 3–4 мм и порошковую ПП–АН–25Х5ФМС диаметром 3,6 мм. Наплавку рабочей поверхности ролика начинают под слоем флюса АН–348 сварочной проволокой Св–08Г2С. Элементы, поступающие из флюса, легируют наплавленный металл в большей степени при увеличении дуги и уменьшении силы тока. Затем ролик быстро устанавливают для наплавки его поверхности порошковой проволокой ПП–АН–25Х5ФМС под слоем флюса АН–20. После наплавки ролик немедленно направляют на термическую обработку и при температуре 560 °С производят его отпуск в течение 4 ч. Далее ролик охлаждают на воздухе и подвергают механической обработке на токарном станке для получения требуемых размеров и качества рабочей поверхности.

Контроль осуществляют визуально, наличие пор, шлаковых включений и трещин недопустимо.

Опыт производства показал, что использование восстановленных наплавок роликов обеспечивает необходимое качество изготавливаемой продукции. ● #570



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) 495 2616. На Ваши вопросы ответит кандидат технических наук, Международный инженер-сварщик (IWE) Юрий Владимирович ДЕМЧЕНКО.

Для сварки каких изделий из алюминия, меди, никеля и их сплавов целесообразно использовать сварку угольным электродом. Какие при этом применяют режимы сварки, присадочные материалы и флюсы?

В. М. Радченко, И. П. Белецкий (Днепропетровск)

Таблица 1. Режимы сварки алюминия и его сплавов графитовым электродом

b, мм	d _{эл} , мм	d _{пр} , мм	I _{св} , А
3–4	8	4–5	120–200
4–7	10	4–5	200–280
7–10	15	6–8	280–370
10–15	15	8–12	370–500

Таблица 2. Состав некоторых флюсов для электродуговой сварки алюминия угольным или графитовым электродом, % по массе

Компонент	Номер флюса							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Хлористый натрий	—	16	—	30	8	30	30	25,4
Хлористый калий	50	79	—	40	65	45	35	45,5
Хлористый литий	—	—	—	—	27	15	15	12,7
Фтористый литий	—	—	—	—	—	3,5	—	—
Фтористый натрий	—	—	—	—	—	3,5	10	7,3
Фтористый калий	50	—	—	—	—	—	—	—
Кислый сернокислый калий	—	5	—	—	—	3	—	—
Бромистый калий	—	—	—	—	—	—	10	—
Криолит	—	—	30–35	30	—	—	—	9,1
Флюс АФ-4А	—	—	70–65	—	—	—	—	—

Таблица 3. Ориентировочные режимы сварки стыковых соединений меди и ее сплавов графитовым электродом

b, мм	d _{эл} , мм	I _д , мм	I _{св} , А
2	6–7	5–8	125–200
5	8	10–15	200–350
8	10–12	15–20	300–450
13	15	25–30	500–700

Для алюминия и его сплавов редко применяют ручную дуговую сварку угольным или графитовым электродом. Исключение составляют малонагруженные изделия, технический алюминий и термически неупрочненные сплавы, например АМЦ.

Металл толщиной до 2–2,5 мм сваривают без разделки кромок. При большей толщине металластык собирают с зазором или выполняют разделку кромок под углом 70–90°. Применяют стальные, алюминиевые или графитовые подкладки. Диаметры электрода d_{эл} и присадочной проволоки d_{пр} выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла b (табл. 1). Концы электродов затачивают на конус под углом 60–70°.

Сварку выполняют на постоянном токе прямой полярности. При сварке применяют присадку и флюсы, аналогичные по составу флюсам для газовой сварки. Флюсы для электродуговой сварки алюминия угольными или графитовыми электродами (табл. 2) вводят в зону сварки так же, как и при газовой сварке. Лучшие результаты дает использование флюсов, содержащих литий (флюсы № 5–8).

Сварку угольным электродом меди и ее сплавов применяют для изделий, не испытывающих значительных нагрузок. Угольные электроды целесообразно использовать при толщине меди до 15 мм. При больших толщинах лучшие результаты дают графитовые электроды. Сварку выполняют электродами, заточенными на конус на 1/3 длины электрода, и при постоянном токе прямой полярности (табл. 3).

Процесс сварки ведут длинной дугой, чтобы избежать вредного влияния на сварочную ванну выделяющегося оксида углерода (CO). С этой же целью, а также в связи с возможностью охлаждения ванны присадку не погружают в ванну, а держат под углом примерно 30° к изделию на расстоянии 5–6 мм от поверхности ванны. Угольный электрод держат под углом 75–90° к

свариваемому изделию. Напряжение дуги определяют из выражения

$$U_d = 18 + 1,8 l_d,$$

где l_d — длина дуги, мм. Для угольного электрода диаметром 12–18 мм при длине дуги 16–18 мм рекомендуется найденные из уравнения значения увеличивать на 10–15%. В среднем рабочее напряжение при сварке составляет 40–50 В.

Применяя в качестве присадочного металла проволоку, содержащую такие раскислители, как фосфор, марганец, кремний (например, типа Бр.КМц3–1), сварку выполняют без дополнительных мер защиты. Диаметр проволоки или прутков зависит от толщины свариваемого металла и подготовки кромок:

Толщина металла, мм	Диаметр присадочной проволоки или прутка, мм
≤1,5	1,5
1,5–2,5	2,0
2,5–4,0	3,0
4,0–8,0	5,0
8,0–10,0	8,0
<15	10,0

Для сварки латуни используют проволоку из латуни марок ЛК60–0,5, ЛК80–3, ЛМц40–4,5 и другие, для бронзы — литые стержни диаметром 5–12 мм того же состава, что и основной металл. Флюс для сварки меди (*табл. 4*) наносят на присадочную проволоку или засыпают в разделку. Латунь во избежание выгорания цинка сваривают погруженной дугой.

В зависимости от толщины металла рекомендуется следующая подготовка кромок: отбортовка кромок для металла толщиной 1–2 мм;стыковое соединение без разделки кромок — для толщины 5–10 мм; V-образное стыковое соединение (угол скоса кромок 70°, притупление 3 мм) — для больших толщин.

Сварку угольным электродом выполняют правым и левым способами. Правый способ более производительный, так как на основном металле концентрируется больше теплоты; это позволяет вести сварку стыковых соединений из металла больших толщин без разделки кромок. Сварку проводят преимущественно в нижнем положении или при небольшом наклоне свариваемых деталей на графитовых подкладках с канавками. В ряде случаев можно применять также стальные подкладки. Для повышения качества швов рекомендуют их проковку после сварки. В случае

Таблица 4. Состав некоторых флюсов для дуговой сварки меди угольным или графитовым электродом, % по массе

Компонент	Номер флюса					
	1 (борный шлак)	2	3	4	5	6
Безводная бура	94	96	68	50	—	70
Металлический магний	6	4	—	—	68	—
Кислый фосфорно-кислый натрий	—	—	15	15	—	—
Кремниевая кислота	—	—	15	15	—	—
Поваренная соль	—	—	—	—	20	—
Древесный уголь	—	—	2	20	2	—
Борная кислота	—	—	—	—	10	30

использования присадки из Бр.КМц3–1 сварные соединения из меди имеют следующие показатели механических свойств: $\sigma_b = 274,7$ МПа (28 кгс/мм²), $\alpha = 180^\circ$.

Сварку угольным электродом используют в основном только для сплавов никеля. Обычно применяют флюсы для газовой сварки (на борной основе). В качестве присадочного прутка используют проволоку марки НМц2,5. В отдельных случаях для повышения качества металла шва во флюс добавляют порошки алюминия, ферротитана и феррованадия. Как правило, угольным электродом сваривают сплавы малой толщины (режим сварки: $d_{эл} = 6\ldots8$ мм, постоянный ток прямой полярности $I_{св} = 120\ldots140$ А, $U_d = 22\ldots26$ В).

При сварке никромовой проволоки или полосок нагревательных элементов (печей, реостатов и др.) применение угольного электрода ($d_{эл} = 8\ldots10$ мм) особенно эффективно. При этом сварку можно выполнять на переменном токе ($I_{св} = 60\ldots90$ А). Процесс ведут быстро и дугу немедленно убирают, как только образуется шарик оплавленного металла. Сваркой угольным электродом соединяют детали из никель-алюминиевого сплава (25 мас. % Ni, 15 мас.% Al, 60 мас.% Fe), используемого в радиотехнике. Для того чтобы избежать образования трещин, сварку этого сплава проводят с предварительным подогревом до 650 °C. При сварке не допускают значительных перегревов металла, так как перегревы приводят к утрате магнитных свойств сплава. В качестве присадки используют проволоку из монель-металла, а в качестве флюса — плавленую буру. Режим сварки угольным электродом диаметром 6–8 мм следующий: ток прямой полярности, $I_{св} = 160\ldots180$ А, $U_d = 28\ldots32$ В.

● #572

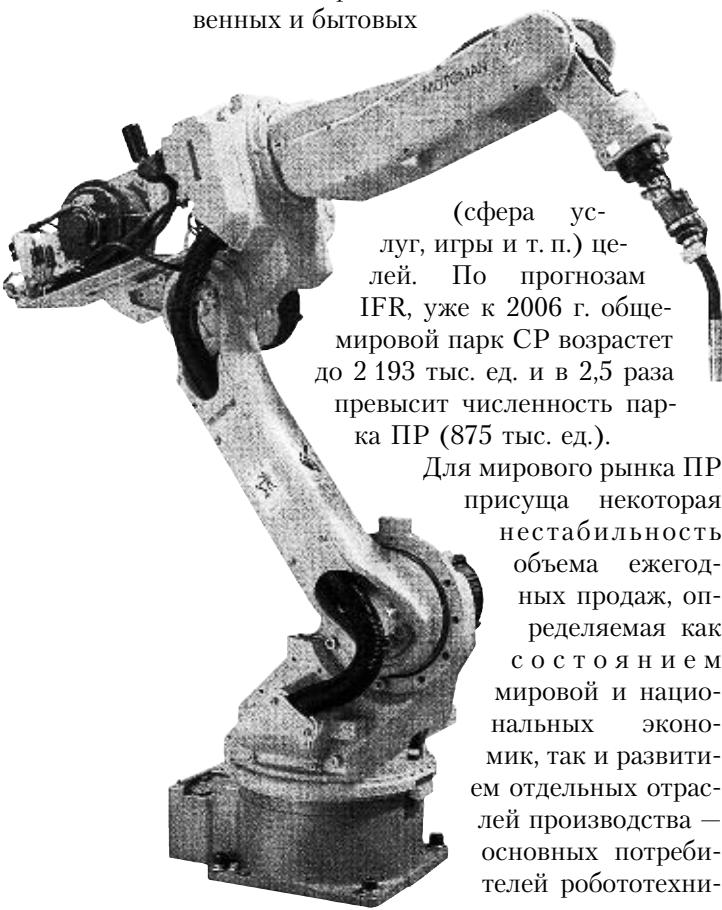


Роботизация — современный путь автоматизации сварочного производства

**В. Н. Бернадский, канд. техн. наук, О. К. Маковецкая, канд. экон. наук, ИЭС им. Е. О. Патона
НАН Украины (Киев)**

За сравнительно короткий срок промышленные роботы заняли достойное место в мировом производстве и сфере услуг, став своеобразным эталоном автоматизации в ее наиболее развитой, современной форме. Непрерывный рост выпуска роботов сопровождается повышением их технико-экономических и функциональных характеристик, а также расширение областей их рационального технологического применения.

В соответствии с классификацией, принятой Международной федерацией робототехники (IFR), имеется два основных класса роботов: *промышленные* и *сервисные*. Промышленные роботы (ПР) в свою очередь подразделяют на *многоцелевые роботы-манипуляторы* и *специализированные роботы*. Категория специализированных ПР сравнительно малочислена. Сервисные роботы (СР) в основном предназначены для производственных и бытовых



Для мирового рынка ПР присуща некоторая нестабильность объема ежегодных продаж, определяемая как состояние мировой и национальных экономик, так и развитием отдельных отраслей производства — основных потребителей робототехники

ческой продукции. В 2000 г. был зафиксирован абсолютный пик продаж — 99,0 тыс. шт. единичных роботов-манипуляторов, затем после некоторого спада подъем до 81,8 тыс. шт. в 2003 г. (табл. 1).

Ведущие страны Азии — Япония и Республика Корея сегодня осуществляют около 45% общемировых поставок ПР. Япония, уверенно сохраняя позиции мирового лидера в создании и производстве робототехники, прогнозирует увеличить суммарный рост объема продаж на национальном рынке промышленных и сервисных роботов нового поколения до 1,5 трлн. иен (13,8 млрд. дол.) к 2010 г. и более 4,0 трлн. иен (37,0 млрд. дол.) к 2025 г.

В условиях глобализации мировой экономики лидерами производства базовых моделей ПР ныне является ряд крупных, транснациональных фирм, среди которых «ABB Robotics» (США), FANUK (Япония), KUKA и C. Cloos (Германия), International Robotics (США), суммарный объем продаж которых уже превысил 70% от мирового объема продаж роботов. Организация массового производства ПР и переход к их блочно-модульной конструкции, а также введение международной системы стандартизации и унификации основных узлов, элементов и компонентов мехатронной системы и программного обеспечения ПР создали условия для постепенного снижения стоимости единичных ПР. Среднемировая цена единичного ПР снизилась с 105 тыс. дол. в 1999 г. до 20–40 тыс. дол. в 2003 г. Следует заметить, что снижение стоимости последних моделей ПР не отражается на уровне их технических и функциональных показателей, эксплуатационной надежности, более того, новые модели ПР относятся к классу прогрессивных роботов.

Параллельно с ростом рынка ПР началось развитие производства специального инструмента и оснастки для роботизированных сварочных постов и робототехнологических комплексов, в том числе наборов сменных сварочных горелок, устройств для зачистки сопел, малогабаритных тиристор-

ных источников питания и подающих механизмов, лазеров с оптоволоконными световодами, клещей для контактной сварки, специальной сварочной проволоки и др. Обычно цена единичного робота составляет всего 30–40% от общей стоимости роботизированного рабочего места или робототехнологического комплекса (РТК) для производства сварных изделий или узлов. Остальные 60–70% стоимости составляют упомянутые выше инструмент и оснастка, а также программное обеспечение для ПР и РТК. Это соотношение подтверждают данные общей стоимости продаж в 2003 г. единичных роботов (4,1 млрд. дол.) и общемирового объема продаж робототехнологических комплексов и систем (12,0 млрд. дол.), представленные в табл. 1.

Фактическая численность действующего парка ПР, вероятно, уже приближается или превысила миллион единиц, что связано с тем, что на практике большинство роботов успешно эксплуатируют и после истечения их нормативного срока службы (12–15 лет). В табл. 2 представлена численность мирового, региональных и некоторых национальных парков ПР по состоянию на конец 2003 г., а также численность и доля в этих парках собственно сварочных роботов (класс IFR: 160).

Как видно из данных табл. 2, основной парк промышленных роботов сосредоточен в Японии, США, странах ЕС и ряде стран азиатско-австралийского региона. Безусловным лидером по количеству ежегодно вводимых в эксплуатацию роботов и активной замене роботов на новые прогрессивные модели является Япония. Общими факторами, побуждающими расширение использования ПР в промышленно развитых странах, является хронический дефицит высококвалифицированных рабочих, высокая заработная плата производственного персонала и необходимость повышения производительности при обеспечении высокого качества выполнения рабочих операций.

Диаграмма сопоставления количества ежегодно вводимых в эксплуатацию новых ПР за период 2000–2003 гг. в Японии, США, странах ЕС и других странах мира показана на рис. 1. В целом ежегодный прирост ПР удерживается на одном уровне, за исключением Японии, где в 2001–2002 гг. осуществлен переход на более прогрессивные модели ПР, отличающиеся возросшими функциональными возможностями.

Таблица 1. Характеристика мирового рынка промышленных роботов

Показатель	2003 г.	Изменения 2003 г./2002 г., %
Общий объем продаж ПР (включая Японию и Республику Корея), шт.	81 800	+19
Общий объем продаж (исключая Японию и Республику Корея), шт.	45 500	+16
Общий стоимостной объем продаж единичных роботов, млрд. дол.	4,1	+16
Общемировой объем рынка ПР и робототехнологических комплексов (оценка), млрд. дол.	12	—

Таблица 2. Общая численность (парк) промышленных роботов, в т. ч. численность и доля сварочных роботов, 2003 г.

Регион/страна	Парк промышленных роботов		
	общая численность, шт.	роботы сварочные	доля, %
Мир, всего, в т. ч.:	800 772	221 689	27,7
Япония	348 734	67 539	19,4
США	112 390	55 631	49,5
Европейский Союз:	249 200		
Германия	112 693	34 683	30,8
Италия	50 043	10 338	20,7
Франция	26 137	11 391	43,6
Великобритания	14 015	6 888	49,1
Испания	19 847	10 617	53,5
Швеция	6 959	2 478	35,6
Польша	584	118	20,2
Азия/Австралия:	65 419		
Австралия	3 571	875	24,5
Республика Корея	47 845	17 485	36,5
Тайвань	8 730	2 244	25,7

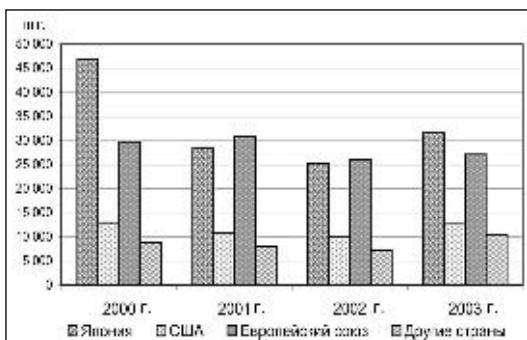


Рис. 1.
Количество ежегодно устанавливаемых промышленных роботов

Диаметрально противоположным примером является Китай, который потребляет почти одну треть мирового производства стали, бурно развивает машиностроение и электронику, но практически не имеет собственного производства и соответствую-

ющего парка ПР. В китайской промышленности ПР применяют в основном на предприятиях автомобильной, электротехнической и электронной промышленностей, которые созданы мощными зарубежными и транснациональными фирмами за счет иностранных инвестиций.

Нельзя не отметить, что за последнее десятилетие в становлении и развитии робототехники резко уступили свои позиции страны СНГ, хотя еще в 1990 г. ежегодное производство ПР и РТК в этих странах превышало 4,5 тыс. шт. Ныне в мировой статистике производства и применения ПР практически отсутствуют конкретные цифры о реальном парке действующих ПР и ежегодном его пополнении, в частности, в России и Украине. Более того, резко сократились исследования и разработки в области робототехники, о чем свидетельствует падение публикационной активности. В специализированных журналах России и Украины за 2000–2004 гг. опубликовано всего 11 статей о роботизации сварочных процессов, что в несколько десятков раз меньше количества аналогичных публикаций в мировой периодике.

С ростом численности общемирового парка ПР непрерывно расширяются и области применения ПР. В принятой IFR системе предусмотрена базовая классификация ПР по областям их применения или видам операций, которые охватывают процессы электрофизической, физико-химической и

механической обработки, процессов соединения материалов, а также таких сопутствующих операций, как метрология, неразрушающий контроль, окраска, упаковка и др.

Основной, уже устоявшейся сферой технологического применения ПР является сварка (класс IFR-160). Из 81 800 шт. роботов, поставленных в 2003 г. на мировой рынок, сварочные составили 22 853 шт., или 27,9%, что практически совпадает с долей (27,7%) сварочных роботов в общемировом парке ПР (см. табл. 2). Это во многом определяет профессиональный интерес специалистов сварочного производства к проблеме роботизации сварочных и родственных процессов.

Сварочные роботы (класс IFR:160) объединяют различные типы роботов, ориентированных на выполнение контактной (точечной и шовной), газоэлектрической (MIG/MAG), лазерной, лазерно-гибридной сварки, сварки трением (STIR) и других процессов для получения неразъемных соединений. Для автоматизации сварочного производства выпускают ПР и других классов, в частности класса IFR:190, которые предназначены для выполнения таких родственных сварке процессов, как наплавка, нанесение газотермических покрытий, нанесение клеев в производстве kleesваренных конструкций и др. Растет применение ПР данного класса для автоматизации процессов разделительной лазерной, плазменной и гидроабразивной резки в заготовительном производстве.

В настоящее время количество таких специализированных сварочных роботов класса IFR:190 весьма незначительно. Оно составляет всего 0,4% от общемирового парка ПР.

Второй (по численности парка) после сварки областью применения промышленных роботов является сборка (класс IFR:200). Эти роботы, кроме сборочно-монтажных операций предназначены и для выполнения неразъемных соединений методом просечки-чеканки, постановки сварочных прихваток и даже пайки мягким припоеем. Большую долю ПР данного класса применяют в приборостроении и электронике, а также в сборочно-сварочном производстве.

В табл. 3 представлена информация о количественном составе парка сварочных и сборочных роботов ряда промышленных стран, где они находят наиболее широкое применение в сварочном производстве. Здесь же приведена и доля этих классов

Таблица 3. Парк сварочных и сборочных промышленных роботов в ряде ведущих стран мира, 2003 г.

Страна	Сварочные, класс IFR: 160		Сборочные, класс IFR: 200		Всего ПР (справка)
	шт.	%	шт.	%	
Финляндия	382	11,2	866	25,4	3 407
Франция	11 391	43,6	1 473	5,6	26 137
Германия	34 683	30,8	9 514	8,4	112 693
Италия	10 338	20,7	2 399	4,8	50 043
Япония (все типы промышленных роботов)	67 539	19,4	120 410	34,5	348 734
Республика Корея	17 485	36,5	7 359	15,4	47 845
Польша	118	20,2	41	7,0	584
Испания	10 617	53,5	776	3,9	19 847
Швеция	2 478	35,6	504	7,2	6 589
Великобритания	6 888	49,1	459	3,3	14 015
США	55 631	49,5	7 591	6,8	112 389
Всего в мире, шт.	221 689		152 272		800 779
% (среднее)		27,7		19,0	100

роботов в общемировых парках ПР. Как видно из табл. 3, доля собственно сварочных (класс IFR:190) роботов в различных странах колеблется от 20 до 53% от их общего парка.

Если исходить из того, что примерно половину сборочных роботов (класс IFR:200) эксплуатируют в сварочном производстве, то можно полагать, что мировое сварочное производство ежегодно приобретает более 40% ПР от общего объема их выпуска.

Сварочные роботы на первом этапе их применения в промышленности в основном были предназначены для контактной точечной сварки, в последующем интенсивно увеличился парк ПР для газоэлектрической сварки плавящимся и неплавящимся электродами в среде защитных газов, а в последние годы сварочные роботы оснащают и технологическими лазерами с оптоволоконными световодами. Уже созданы образцы сварочных роботов, имеющих в качестве рабочего органа гибридную лазерно-дуговую сварочную головку.

На рис. 2 показана структура парка сварочных роботов, предназначенных для контактной, электродуговой и других способов сварки.

Наиболее широкое промышленное применение сварочные роботы находили и находят в серийном и крупносерийном производстве — это, в первую очередь, автомобилестроение, затем следуют отрасли, производящие строительно-дорожное, электротехническое и энергетическое оборудование. В электронике используют прецизионные сварочные и сборочные роботы. Нельзя не отметить, что благодаря развитию робототехники отмечен безусловный прогресс в легковом автомобилестроении, в частности, переход на легкие кузова, фрагменты которых штампуют из сварных составных заготовок, так называемых Tailored Blanks. В последние годы увеличиваются масштабы применения роботов, и в первую очередь роботов сварочных, в судостроении и даже мостостроении.

Снижение стоимости единичных ПР и расширение их функциональных возможностей при достаточной доступности сварочных источников питания, специализированного сварочного инструмента и типового программного обеспечения создали реальные предпосылки для роботизации мелкосерийного и серийного производства сварных конструкций и изделий, в том числе в условиях малых и средних произ-

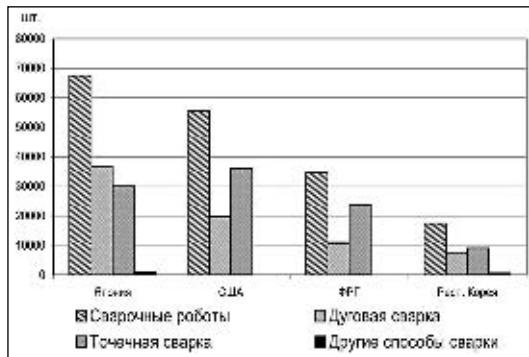


Рис. 2.
Структура
парка
сварочных
роботов
(класс
IFR:160)
ряда ведущих
стран мира
(2003 г.)

водственных предприятий. Именно на таких предприятиях применение сварочных роботов позволяет активно использовать гибкие, легко перестраиваемые роботизированные рабочие ячейки или комплексы с высокой степенью автоматизации технологического цикла. Применение сварочных роботов позволяет исключить заказы на изготовление специализированных сварочных станков-автоматов или механизированных линий для определенного типа-размера сварных изделий, что значительно повышает эффективность производства даже при сравнительно малых объемах выпуска широкой номенклатуры сварных конструкций.

В заключение следует отметить, что к числу серьезных стимулов для инвестиций в роботизацию сварочного производства следует отнести:

- обеспечение конкурентоспособности продукции за счет высокого качества сварных соединений и его стабильности при высокой производительности изготовления сварных конструкций и изделий;
- возможность компенсации хронического дефицита высококвалифицированных сварщиков;
- возможность качественного улучшения экологической обстановки и снижение вредного влияния сварки и родственных процессов на здоровье основного и вспомогательного персонала;
- обеспечение гибкости средств автоматизации в условиях малосерийного сварочного производства, доля которого постоянно возрастает.

Роботизация сварочного производства является безальтернативным, наиболее прогрессивным и экономически эффективным путем автоматизации современного сварочного производства, залогом повышения качества и надежности сварных конструкций.

● #573

Диффузионная сварка разнородных материалов в приборостроении

А. В. Люшинский, д-р техн. наук, ФНПЦ ОАО «Раменское приборостроительное конструкторское бюро» (Раменское, Московская обл.)

Известно, что диффузионная сварка имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с другими технологиями получения неразъемных соединений, такими как пайка и сварка плавлением. Этот процесс позволяет соединять металлические и неметаллические материалы без их расплавления при наличии пластической деформации деталей. Соединения, полученные этим способом, по прочности, пластичности, термической и коррозионной стойкости полностью отвечают самым высоким требованиям, предъявляемым в эксплуатации.

Основные проблемы при реализации технологии диффузионной сварки возникают при соединении материалов со специальными и специфическими свойствами (магнитных материалов и жаропрочных сплавов, полупроводниковых структур, керамики), когда воздействие температур выше 0,8 Тпл и сварочных давлений выше 0,8 σ_t приводит к необратимым потерям исходных свойств материалов или их разрушению. Поэтому основными направлениями исследований и разработок технологий является поиск методов интенсификации процесса диффузионной сварки, которые позволили бы получать качественные равнопрочные сварные соединения при более низких температурах и сварочных давлениях, исключающих макропластическую деформацию при контактных объемах.

На практике уже применяют различные способы воздействия на свариваемые поверхности, приводящие к интенсивному развитию процессов массопереноса между

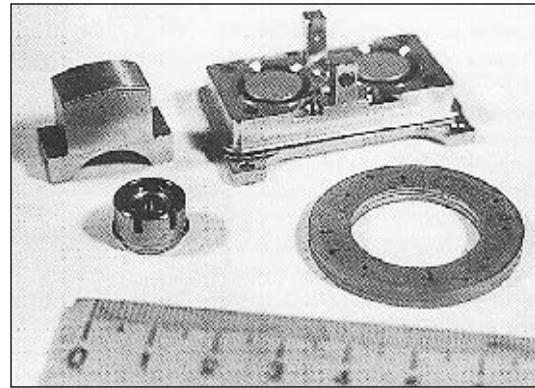
материалами и образованию бездефектного неразъемного соединения: циклирование температуры и прикладываемого сварочного давления, введение ультразвуковых колебаний в зону сварки, активацию поверхностных слоев α -частицами и γ -лучами и др. Каждый из этих способов решает частную, локальную задачу, но не всю проблему в комплексе.

Одним из перспективных методов интенсификации процесса диффузионной сварки является применение промежуточных слоев, которые в процессе сварки могут выполнять самые разнообразные функции и способствовать решению комплекса задач: снижение химической неоднородности в зоне соединения; снятие остаточных напряжений и устранение влияния различий в коэффициентах линейного термического расширения свариваемых материалов; предотвращение их пластической деформации. Наиболее важным является то, что наличие промежуточных слоев позволяет резко снижать основные параметры режима — температуру, давление, время выдержки.

Промежуточные слои могут быть расплавляющимися и нерасплавляющимися. Расплавляющиеся — это, в основном, припои различных марок. К нерасплавляющимся относятся, как правило, пластичные металлы — золото, серебро, медь, никель, алюминий и другие в виде фольги, проволоки, порошков, пленок, наносимых на соединяемые поверхности гальванически или в виде вакуумных конденсаторов.

Проведенные авторами сравнительные исследования показали, что в ряду «компактный материал — фольга — напыленный (гальванический) слой — порошковое тело» наибольшей активностью в процессе образования диффузионного соединения обладают порошковые материалы. Металлическая фольга, полученная прокаткой расплавленного металла, по активности поверхности практически является таким же материалом, что и компактные свариваемые материалы. Ее поверхностная актив-

Рис. 1. Магнитные системы приборов, изготовленные диффузионной сваркой с применением промежуточных слоев на основе УДП металлов

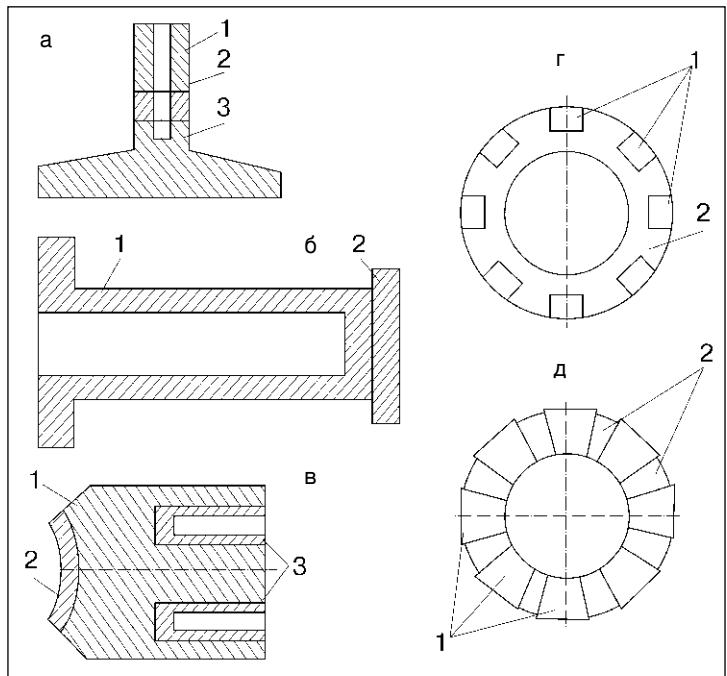


ность несколько выше за счет большего на-клена поверхности после многократной прокатки до толщины 0,5–0,2 мм, наиболее применяемой в качестве промежуточного слоя. Качество соединений, полученных через гальванические или напыленные слои, определяет адгезия этих слоев к основному материалу. Условия термодинамического равновесия в тонких пленках сильно отличаются от условий в объеме – пленка образуется из многих дискретных зародышей при сильной их разориентировке и смещении относительно друг друга. Все это приводит к образованию дислокаций и сетки вакансий на поверхностях раздела соединяющихся зародышей и возникновению упругих напряжений в пленке. Порошковое тело нестабильно из-за избытка свободной энергии. Связано это, прежде всего, с наличием громадной внутренней межфазной поверхности раздела «твердое тело (частица) – пора (пустота)».

В ФНПЦ ОАО «Раменское приборостроительное конструкторское бюро» разработаны технологии получения ультрадисперсных порошков (УДП) никеля, меди, кобальта и железа, а также двойных смесей различного состава термическим разложением муравьино- и щавелевокислых солей металлов с дисперсностью менее 0,1 мкм, удельной поверхностью от 3 до 70 м²/г и чистотой продукта не хуже 99,4%.

Учитывая, что наносить на свариваемые поверхности свободно насыпанный порошок нетехнологично, авторами разработаны технологии прокатки полученных УДП металлов и их смесей в пористые ленты. Потеря активности порошков составляет не более 8%. До сварки ленты имеют толщину 50–60 мкм и пористость 55–65%. Сварной шов имеет толщину 15–18 мкм, а плотность шва приближается к плотности компактного металла. Это позволяет обеспечивать вакуум внутри изделия до $1,3 \cdot 10^{-5}$ Па в течение 15 лет.

Для диффузационной сварки через высокоактивные энергонасыщенные УДП характерна большая скорость диффузии порошкового материала в компактный материал. При использовании никеля он проникает на глубину нескольких межатомных расстояний, а для слоя из УДП проникновение составляет сотни микрон. Материал из порошковой прокладки движется в массивном материале со столь же высокой скоростью, как и в самом порошке – со скоростью поверхностной диффузии. В



качестве одной из причин больших скоростей диффузии можно указать мощный поток вакансий, который идет из порошкового слоя в компактный материал во время сварки и создает в приконтактных слоях их повышенную концентрацию.

В приборостроении характерными узлами, изготавливаемыми диффузионной сваркой через порошковые промежуточные слои, являются магнитные системы, представляющие собой сочетание магнитно-твердых и магнитно-мягких материалов. Основная проблема при их изготовлении – обеспечение прочного (на уровне прочности свариваемых материалов) соединения отдельных деталей в единый узел при сохранении исходных физико-механических и электрофизических свойств материалов. В условиях работы приборов (термоперепады, повышенные циклические нагрузки, радиация и др.) возможные методы соединения постоянных магнитов с арматурой и магнитным проводом (пайка, склеивание, заливка, механическое бандажирование и другое) не обеспечивают требуемых выходных характеристик и механической прочности. При разработке технологии соединения магнитных материалов учитывалось, что их макропластическая деформация недопустима, а температура процесса не должна превышать температуру начала изменения магнитных свойств (точку Кюри).

На рис. 1 показаны магнитные системы приборов, изготовленные по данной технологии. Параметры режима: Т=550 °C,

Рис. 2.
Примеры
диффузионной
сварки
различных
изделий и
материалов

$P=10$ МПа, $t=30$ мин. Прочность сварного соединения $\sigma_b > 200$ МПа. Надежность соединения и работоспособность деталей обеспечивается при вибрации в диапазоне частот 0,5–25 Гц, амплитуд $\pm(0-2)$ мм при ускорении до 49 м/ s^2 . Магнитные и прочностные свойства стабильны в диапазоне температур от минус 60 до плюс 400 °C.

Механические методы крепления вала 1 из стали 13Х11Н2В2МФ с рабочим колесом турбины 3 из жаропрочный сплав ВЖЛ-12У (рис. 2, а) или сварка плавлением не обеспечивают необходимую прочность $\sigma_b > 680$ МПа и надежность в эксплуатации. Применение диффузационной сварки с использованием промежуточного никелевого слоя 2 позволяет при $T=1100$ °C, $P=20$ МПа и $t=20$ мин получить прочность соединения, выше требуемой, при этом пластическая деформация вала не превышает 6%.

Шток 1, изготовленный из чугуна СЧ 20, и закрепленная на нем мембрана 2 из сплава ВУС-10 (рис. 2, б) выполняют функцию перепускного клапана в запорной арматуре. Основное требование к соединению — обеспечить работоспособность узла с час-

тотой 6000 колебаний в минуту и прочность не ниже 150 МПа. Высокая склонность чугуна к образованию трещин, отбелыванию и хрупкость исключают применение его в конструкциях, предусматривающих соединение сваркой плавлением с другими материалами. Сварка в твердой фазе в вакууме позволяет получать качественные соединения чугуна со сталью при $T=850$ °C, $P=10$ МПа, $t=15$ мин; при этом $\sigma_b > 160$ МПа. Упругие свойства мембранны обеспечивают специальный закалочный режим, который выполняют в одном технологическом цикле с диффузационной сваркой.

Поршневая обойма 1 (рис. 2, в) выполняет свои рабочие функции, если обеспечивается равнопрочность ее соединения с накладкой 2, располагаемой на внешней поверхности, и с гильзами 3. Соединяемые материалы — соответственно Ст3 и бронза. Только диффузационная сварка при $T=800$ °C, $P=10$ МПа, $t=1$ ч с применением специальной технологической оснастки обеспечила соединение деталей в различных плоскостях за один цикл и получение прочности более 250 МПа.

Еще одно достоинство диффузационной сварки в том, что она дает возможность упрощать конструкции изделий, снижать металлоемкость, повышать коэффициент использования материала (КИМ). Это хорошо видно на примере магнитной системы (рис. 2, г), которая состоит из постоянного магнита 1 и магнитопровода 2. Технологии склеивания и пайки не обеспечивали требуемые прочностные и рабочие характеристики в условиях эксплуатации, а КИМ составлял менее 20%. Диффузационная сварка позволила упростить конструкцию (рис. 2, д), повысить КИМ до 85% и получить магнитные характеристики системы с более высокими показателями.

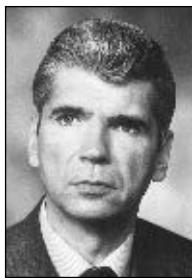
Реализацию преимуществ диффузационной сварки во многом определяют применяемые специализированное технологическое оборудование и технологическая оснастка. В ФНПЦ ОАО РПКБ наряду с разработкой технологий получения высокоактивных энергонасыщенных УДП, их прокатки в пористые ленты и применения при диффузационной сварке разнородных материалов разрабатывают и производят специализированное вакуумное оборудование. В частности, сейчас ведутся работы по созданию автоматической трехкамерной установки с карусельным механизмом перемещения свариваемых деталей.

● #574

Справочник Всё о судостроении и судоремонте Украины

В справочник вошли подробные сведения о крупнейших судостроительных и судоремонтных предприятиях: специализация, дополнительные услуги, которые предприятия оказывают своим клиентам, контактные телефоны различных служб, информация о производственных мощностях и технических возможностях заводов, построенных судах и объемах производства, инвестиционных планах. Кроме того, в справочнике представлены смежные предприятия — поставщики оборудования, материалов и пр. Справочник распространяется через редакцию, подписные агентства, а также на международных выставках и конференциях.





75-летний юбилей

Сергею Ивановичу Кучуку-Яценко, первому заместителю директора Института электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, академику Национальной академии наук Украины 2 августа 2005 года исполнилось 75 лет.

Свой славный трудовой путь от молодого специалиста до профессора, доктора технических наук, заведующего одного из ведущих отделов, первого заместителя директора института по научной работе, академика Национальной академии наук Украины Сергей Иванович Кучук-Яценко прошел в Институте электросварки им. Е. О. Патона. В 1960 г. С. И. Кучук-Яценко защитил кандидатскую диссертацию, а в 1972 г. — докторскую. В 1978 г. он избран членом-корреспондентом, в 1987 г. — действительным членом Национальной академии наук Украины.

Научная и инженерная деятельность С. И. Кучук-Яценко характеризуется комплексным подходом к решению поставленных задач. Его фундаментальные исследования сопровождаются разработкой оригинальных технологий сварки, автоматического и в последние годы компьютеризированного управления процессом сварки и созданием современного сварочного оборудования.

В 1966 г. за разработку и внедрение машины для стыковой сварки рельсов при ремонте и строительстве бесстыковых железнодорожных путей С. И. Кучук-Яценко в составе авторского коллектива присуждена Ленинская премия.

Разработки С. И. Кучука-Яценко и его сотрудников успешно используются на машиностроительных заводах. За создание и промышленное внедрение новой технологии и высокоеэффективных сборочно-сварочных комплексов для серийного производства крупногабаритных конструкций из унифицированных элементов С. И. Кучук-Яценко в составе авторского коллектива в 1976 г. удостоен Государственной премии УССР.

Впервые в мировой практике С. И. Кучук-Яценко с группой сотрудников была разработана оригинальная технология контактной сварки изделий сложной формы большого сечения из высокопрочных сплавов на основе алюминия. На ее основе освоено производство уникального оборудования, которое используется при производстве космической техники на заводах РФ и Украины. В 1986 г. С. И. Кучук-Яценко в составе авторского коллектива удостоен Государственной премии СССР за создание технологии и оборудования для контактной стыковой сварки конструкций из высокопрочных алюминиевых сплавов.

Весомый вклад С. И. Кучук-Яценко внес в создание технологии и оборудования для контактной стыковой сварки трубопроводов различного назначения. При его активном участии разработаны технологии, системы управления и оборудование для контактной стыковой сварки труб диаметром от 60 до 1400 мм и выполнено его широкомасштабное внедрение при строительстве трубопроводов на территории бывшего СССР. Эта работа была также отмечена Ленинской премией в 1989 г. В 1998 г. Сергею Ивановичу Кучуку-Яценко присвоено звание «Заслуженный деятель науки и техники Украины».

В последние годы на базе технологии контактной сварки пульсирующим оплавлением создано оборудование для сварки немерного проката с большим поперечным сечением. Эта разработка позволит увеличить выход годной продукции при производстве проката на металлургических заводах.

С. И. Кучук-Яценко — автор более 600 научных публикаций, в том числе 10 монографий, большого количества (230) авторских свидетельств. Ему как автору принадлежит более 230 патентов, многие из которых приобретены зарубежными фирмами на основе лицензионных соглашений. В частности, в 1979 г. он был руководителем работ по лицензионному соглашению с фирмой McDermott, США, в соответствии с которым проведены технологические работы по контактной стыковой сварке толстостенных труб большого диаметра, разработано, изготовлено и передано специализированное оборудование.

С. И. Кучук-Яценко длительное время плодотворно сотрудничает с Каховским заводом электросварочного оборудования — одним из ведущих предприятий-изготовителей сварочного оборудования в Украине. Он принимал активное участие в организации серийного производства контактных стыковых машин для сварки железнодорожных рельсов и труб.

С. И. Кучук-Яценко является заместителем председателя ученого совета ИЭС, членом редколлегии журнала «Автоматическая сварка», членом межгосударственного научного совета по сварке и родственным технологиям. Им подготовлено более десяти кандидатов и докторов технических наук. Он был избран первым президентом Общества сварщиков Украины, входит в состав его совета, является членом Общества сварщиков США и Великобритании.

Заслуги ученого отмечены двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденом Знак Почета, орденом Князя Ярослава Мудрого, медалями.

От всей души поздравляем Сергея Ивановича Кучука-Яценко с 75-летием и желаем ему крепкого здоровья, счастья и новых творческих свершений.

Совет Общества сварщиков Украины, редколлегия и редакция журнала «Сварщик»

Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом алюминиевых сплавов

А. Г. Покляцкий, канд. техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

Алюминий обладает способностью активно взаимодействовать с кислородом. Окисление алюминия проходит при нормальной и повышенной температурах, ничтожно малом парциальном давлении кислорода ($P_{O_2}=0,44 \cdot 10^{-46}$ МПа при $t=1000$ °C) или сложных газов, содержащих кислород. Пленка оксида Al_2O_3 отличается высокой температурой плавления (2047 °C) и кипения (2980 °C), большой химической стойкостью и устойчивостью против диссоциации.

При наличии в алюминии легирующих добавок состав оксидной пленки может изменяться. Поэтому в сплавах на основе алюминия оксиды находятся, в основном, не в свободном состоянии, а в виде комплексных соединений сложного состава. Кроме того, оксидная пленка на алюминии и его сплавах обладает высокой адсорбционной способностью к парам воды и может удерживать некоторое количество влаги даже при высоких (до 1000 °C) температурах. Повышение температуры приводит к увеличению скорости окисления и увеличению толщины оксидной пленки. Переход металла из твердого состояния в жидкое не вызывает изменения закона увеличения толщины оксидной пленки со временем и приводит лишь к дальнейшему возрастанию скорости окисления в соответствии с возросшей температурой.

Местный концентрированный нагрев кромок дугой при сварке плавлением создает благоприятные условия для интенсивного роста оксидной пленки на свариваемых кромках и поверхности расплавленного металла. Для защиты металла от окисления в зону сварки подают инертный газ. Однако даже наличие тонкой исходной оксидной пленки на поверхности алюминия препятствует сплавлению жидкого металла расплавляемых кромок и присадки, образованию общей сварочной ванны и формированию качественного шва. Поэтому особое внимание при дуговых способах сварки алюминиевых сплавов уделяют разрушению оксидной пленки непосредственно в процессе сварки.

Механизм разрушения оксидных пленок зависит от рода сварочного тока и ви-

да используемого газа. При сварке на постоянном токе прямой полярности в среде гелия достигается высокая удельная мощность дуги ($15 \cdot 10^3$ Вт/см²), передаваемая оксидным пленкам в анодном пятне, достаточная для их термического разрушения. Сварку в среде аргона можно выполнять на постоянном токе только при обратной полярности либо на переменном, поскольку оксидная пленка разрушается в зоне катодных пятен дуги.

Наиболее широкое распространение при изготовлении сварных конструкций из алюминиевых сплавов получила аргонодуговая сварка на обычном переменном синусоидальном токе. Ее характеризует небольшие скорости (80–150 м/с) и давление (250 Па) плазменного потока свободно горящей дуги. Вследствие малой плотности теплового потока механическое воздействие (газодинамическая сила) дуги на расплавленный металл сварочной ванны незначительно. Дополнительные силы (вихревые токи), возникающие при сварке на переменном токе, существенно снижают основное магнитное поле дуги, что приводит к значительному уменьшению объемной электромагнитной силы (силы Лоренца). Поэтому глубина погружения дуги в расплавляемый металл невелика. Характер перемещения только в верхней части сварочной ванны приближается к турбулентному, а в нижней — ламинарный. Кроме того, питаемая переменным синусоидальным током промышленной частоты дуга только половину времени цикла воздействует на оксидную пленку. В результате площадь оксидной пленки, не подвергающейся прямому воздействию сварочной дуги, составляет около 30% от ее полной величины на поверхностях основного и присадочного материалов, участвующих в формировании металла шва.

Неразрушенные в процессе сварки частицы оксидной пленки, обладая большей удельной массой по сравнению с массой металла, образуют в корневой части шва оксидные включения. Поскольку между

оксидами и металлом шва отсутствует прочное адгезионное взаимодействие, они уменьшают площадь поперечного сечения шва и в условиях нагрузок служат концентраторами напряжений, снижают механические свойства сварных соединений и часто приводят к потере герметичности.

Макровключения оксидной пленки являются наиболее часто встречающимся дефектом в швах из алюминиевых сплавов, полученных аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом (рис. 1). Поэтому основные тенденции развития этого способа сварки неразрывно связаны с обеспечением более благоприятных условий для разрушения оксидных пленок и повышения качества сварных соединений. Независимо от метода реализации повысить эффективность разрушения оксидной пленки можно путем увеличения силового воздействия дуги на расплавляемый металл, интенсификации перемешивания его по всему объему сварочной ванны и активизации процессов катодной очистки.

Периодическое углубление дуги в расплавляемый металл может быть достигнуто при сварке с импульсной подачей проволоки. В период паузы, когда присадка не подается, возрастают глубина вогнутости поверхности сварочной ванны, оголяется ее передний фронт и облегчается катодное распыление оксидных пленок. Кроме того, периодическая подача в сварочную ванну присадочной проволоки вызывает волнобразные перемещения жидкого металла, способствуя механическому дроблению оксидной пленки.

Увеличить силовое воздействие дуги с целью повышения глубины проникновения ее в жидкий металл можно также за счет пульсаций сварочного тока или наложения на дугу дополнительных кратковременных импульсов тока. Вследствие различных значений давления дуги в периоды тока при прямой и обратной полярностях глубину погружения ее в расплав можно увеличить, используя для сварки асимметричный переменный ток.

Для интенсификации перемешивания металла сварочной ванны используют внешнее электромагнитное воздействие на дуговой разряд. Применение аксиального управляющего магнитного поля при сварке с электромагнитным перемешиванием приводит к вращению дуги и переходу ее в колоколообразную форму. В этих условиях эквивалентная площадь зеркала ванны,

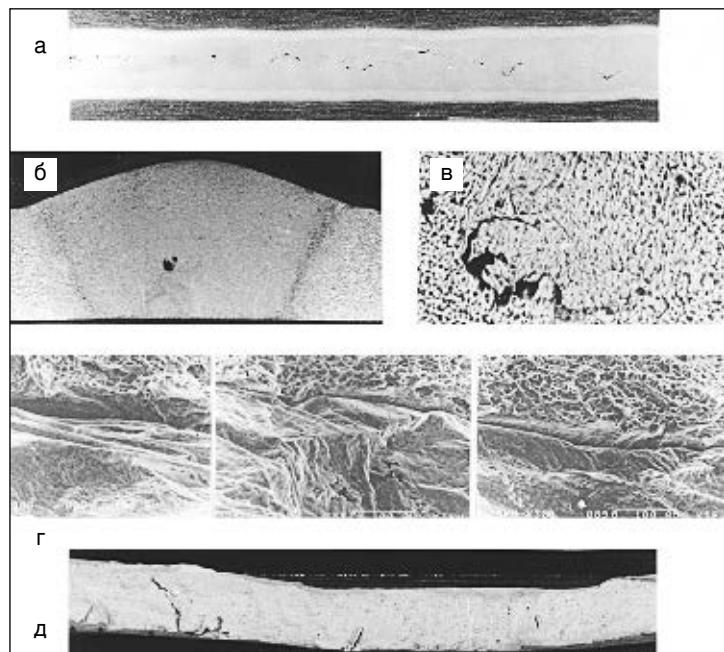


Рис. 1. Включения оксидной пленки в швах сплава АМг6 толщиной 6 мм: а — обратная сторона шва с выходящими на поверхность включениями оксидной пленки после снятия проплава и химического травления; б — поперечный макрошлиф сварного соединения с не выходящими на поверхность шва включениями оксидной пленки; в — микрошлиф шва с включениями оксидной пленки; г — фрактограмма поверхности излома шва с включениями оксидной пленки; д — продольный излом шва

контактирующая с катодным пятном, увеличивается и ускоряется катодная очистка поверхности. Кроме того, воздействовать на жидкий металл можно с помощью продольного или поперечного магнитных полей, которые периодически отклоняют дугу от вертикального положения, изменяя силовое воздействие ее на различные участки сварочной ванны. Это способствует интенсивному перемешиванию жидкого металла, механическому дроблению оксидной пленки в донной части сварочной ванны и выносу ее частиц на поверхность, где они разрушаются катодным распылением.

Форма импульсов сварочного тока также оказывает влияние на процессы образования и разрушения оксидной пленки в процессе сварки. Использование тока прямоугольной формы с независимо регулируемыми длительностями и амплитудами импульсов при прямой и обратной полярностях позволило существенно расширить технологические возможности процесса аргонодуговой сварки неплавящимся электродом. Хорошая катодная очистка обеспечивается лишь при определенных минимальных значениях силы тока $I_{\text{оч}}^{\min}$ при обратной полярности (рис. 2). Поэтому про-

Рис. 2.
График изменения времени процесса катодной очистки в зависимости от формы сварочного тока: а — синусоидальная; б — трапецидальная; в — прямоугольная

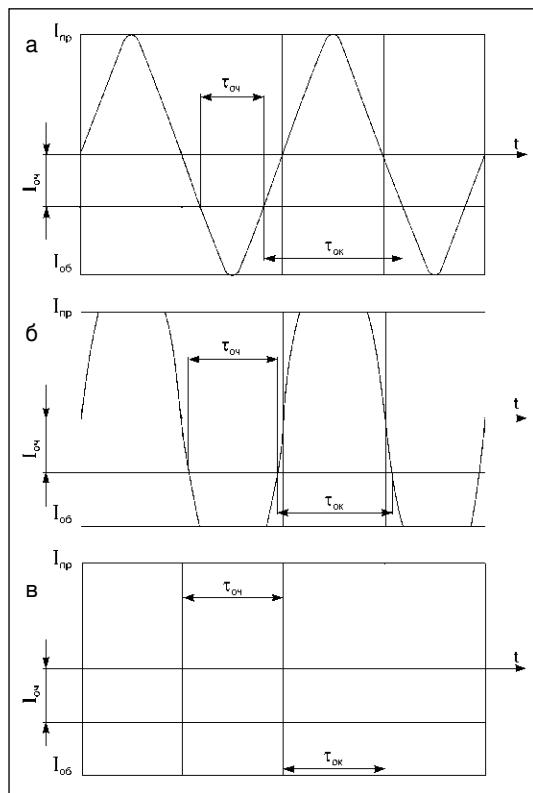


Рис. 3.
Давление в центре дуги при сварке неплавя-щимся электродом в аргоне ($f=50$ Гц, $L_d=1$ мм, диаметр электрода 4 мм, угол заточки электрода 60° , диаметр отверстия 2 мм)

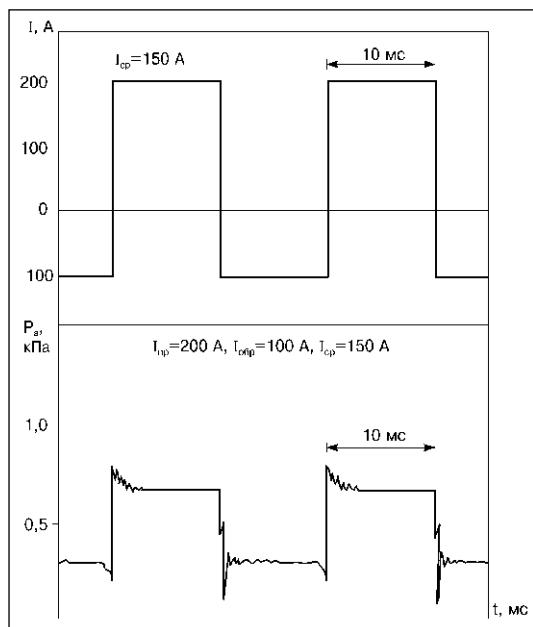
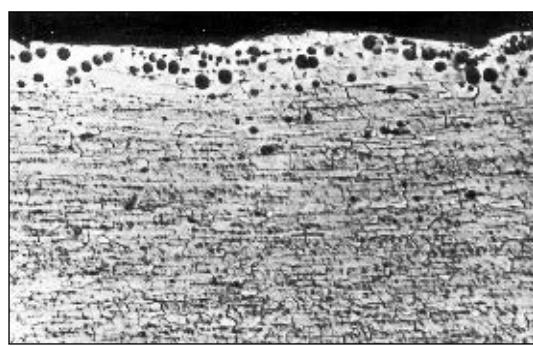


Рис. 4.
Микро-структура поверхности листа толщиной 6 мм из сплава 1420; $\times 250$



длительность нарастания и спада сварочного тока при обратной полярности в сумме с длительностью протекания тока при прямой полярности составят время, в течение которого требуемый уровень катодной очистки не достигает $t_{\text{оч}}$. При переходе от синусоидальной формы тока к трапецидальной и прямоугольной длительность нарастания и спада силы тока сокращается, благодаря чему увеличивается время очистки $t_{\text{оч}}$ и создаются благоприятные условия для катодного разрушения оксидной пленки в процессе сварки.

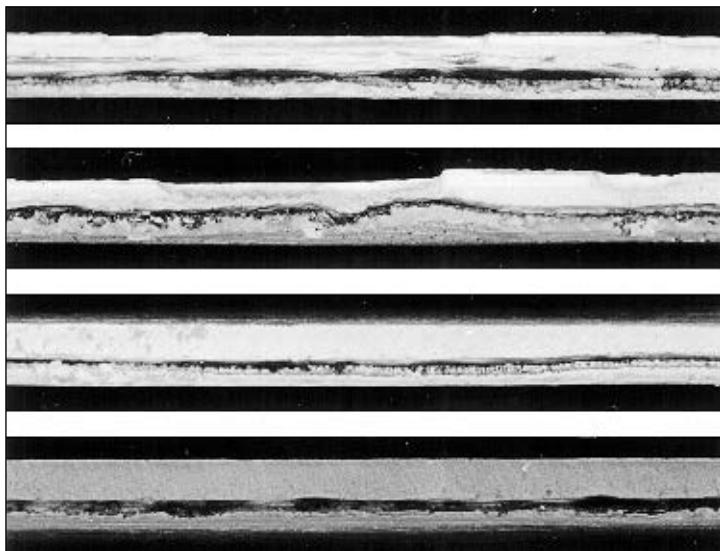
Кроме того, прямоугольная форма тока обеспечивает резкие изменения силового воздействия дуги (рис. 3) с частотой, равной смене полярностей тока, что способствует интенсивности конвективных потоков расплавленного металла и перемешиванию его по всему объему сварочной ванны. Увеличение амплитуды тока при прямой полярности приводит к повышению давления дуги и, следовательно, прогиба зеркала сварочной ванны. Величина твердожидкой прослойки металла в корневой части шва уменьшается, обеспечивая более эффективное катодное разрушение оксидной пленки. Периодическое встряхивание сварочной ванны при изменении полярностей тока способствует более полному перемещению неразрушенных частиц оксидной пленки из нижней части расплава на поверхность сварочной ванны под непосредственное воздействие дуги. Изменяя параметры амплитудной и временной асимметрии тока, можно одновременно влиять на эффективность катодного распыления, глубину погружения дуги в расплавляемый металл и интенсивность его перемешивания.

Применение асимметричного тока прямоугольной формы при сварке алюминиевых сплавов кроме обеспечения благоприятных условий для разрушения оксидной пленки способствует также ускоренной дегазации расплава сварочной ванны. Это позволяет уменьшить пористость сварных соединений, особенно из сверхлегких высокопрочных алюминиево-литиевых сплавов, имеющих повышенную склонность к порообразованию из-за присутствия поверхностного газонасыщенного слоя (рис. 4) на полуфабрикатах. Кроме того, наличие легкоплавкого химически активного элемента — лития в таких сплавах приводит к изменению термодинамических условий в сварочной ванне при дуговой сварке их с использованием присадочной

проводки. В результате в центральной части швов образуются протяженные включения оксидной пленки (рис. 5), предотвратить это не всегда удается даже при использовании асимметричного тока прямоугольной формы. Поэтому для сварки новых литийсодержащих сплавов созданы специальные технологии, позволяющие изменять температурный баланс в сварочной ванне за счет дополнительного теплового воздействия на нее путем подогрева присадочной проволоки или поочередной подачи в зону сварки аргона и гелия.

Значительно увеличить силовое воздействие дуги на жидкий металл сварочной ванны можно при плазменно-дуговой сварке неплавящимся электродом алюминиевых сплавов. При прохождении через сжимающее сопло нагретого до высокой температуры газа скорость плазменного потока может повышаться до 2000 м/с. В результате плазменная дуга может прорезать металл с образованием сквозного отверстия. Плазменно-дуговую сварку с использованием для питания асимметричного переменного тока прямоугольной формы применили в центре космических полетов Маршалла NASA в 1979 г. при изготовлении центрального бака системы «Shuttle». Сквозное проникновение плазменной струи способствует эффективному разрушению оксидной пленки на торцах кромок по всей толщине свариваемого металла, обеспечивая более высокое качество швов, чем при обычной аргонодуговой сварке.

Разработка новых высокопрочных алюминиевых сплавов и развитие современ-



ных наукоемких отраслей машиностроения требуют комплексного решения многих проблем, возникающих при изготовлении сварных узлов конструкций ответственно-го назначения. Поэтому аргонодуговую сварку неплавящимся электродом пытаются использовать при создании комбиниро-ванных способов сварки и гибридных тех-нологий. При этом можно одновременно предотвратить образование включений ок-сидной пленки в швах, создать благоприят-ные условия для дегазации расплавленного металла сварочной ванны и формирования мельчайших равноосных зерен при его кристаллизации, а также обеспечить тер-мические циклы, способствующие повыше-нию механических свойств сварных соединений и снижению остаточных деформа-ций и напряжений.

● #575

Вышли из печати

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

В. М. Корж, В. Д. Кузнецов, Ю. С. Борисов, К. А. Ющенко

Нанесення покриття

Навчальний посібник.

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. 204 с., тверда палітурка. Київ, Компанія Арістей, 2005 р., мова українська, формат 60×84/16. Ціна 23 грн.

У навчальному посібнику розглянуто способи газотермічного і вакуумно-конденсаційного нанесення по-криття, хімічного осадження покриття з газової (парової) фази та електрохімічні покриття. Наведені техноло-гічні параметри процесів нанесення покриття та їх вплив на якість покриття. Описано схеми та принципи по-будови основних типів технологічного обладнання для нанесення покриття.

Навчальний посібник призначено для студентів напряму підготовки 0923 «Зварювання» і може бути вико-ристаний інженерно-технічними працівниками відповідних машинобудівних виробництв, які спеціалізуються у галузі нанесення покриттів та відновлення деталей і конструкцій.

Новые катодные узлы для электронно-лучевых установок технологического назначения

П. И. Лобода, д-р техн. наук, НТУУ «КПИ», А. А. Кайдалов, д-р техн. наук, НТК «ИЭС им. Е. О. Патона», Ю. И. Богомол, НТУУ «КПИ» (Киев)

В электронно-лучевых установках для сварки, плавки, напыления, сверления, закалки источником электронов служат, как правило, термокатоды косвенного подогрева из гексаборида лантана (LaB_6). Дисковые монокристаллические катоды за счет химической однородности и кристаллографической ориентации (001) с наименьшей работой выхода электрона имеют ресурс работы в сварочных пушках в 2–4 раза больше, чем традиционные поликристаллические горячепрессованные.

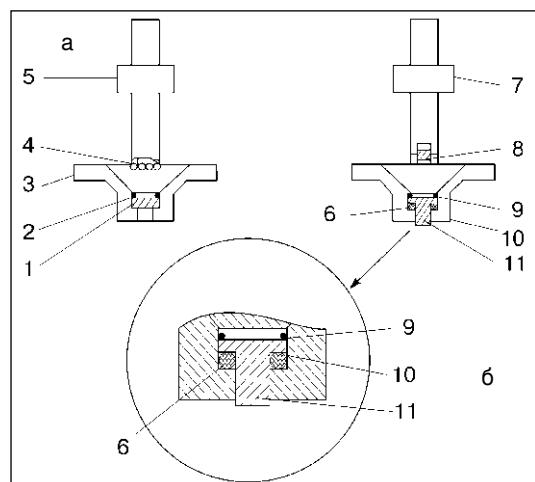


Рис. 1. Схема старой (а) и новой (б) конструкции катодного узла электронной пушки технологического назначения:

1, 11 — соответственно дисковый и новый Т-образный катод из монокристаллического гексаборида лантана; 2, 8 — нагреватели катода в виде соответственно вольфрамовой спирали и монокристаллического гексаборидлантанового катода; 3, 10 — катододержатель соответственно из молибдена и диборида титана или молибдена; 4, 7 — установочный элемент нагревателя; 5, 9 — соответственно стопорное кольцо из вольфрама и специального порошкового материала; 6 — кольцевая прокладка

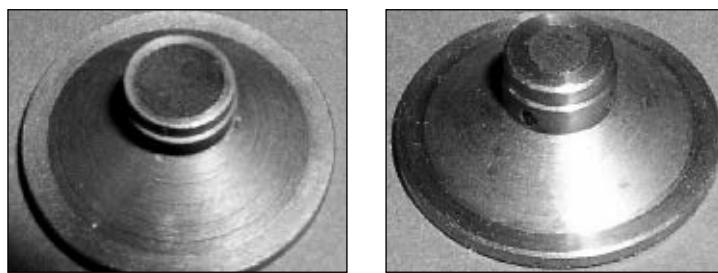


Рис. 2. Катодный узел для сварочной электронной пушки с аксиально-симметричным электронным пучком: а — с дисковым катодом; б — с Т-образным катодом

Но дисковый катод обычно закрепляют в молибденовый катододержатель, и это приводит к нарушению однородности электрического поля на выступах катододержателя над эмитирующими поверхностью катода, увеличению разброса значений скорости движения эмитированных катодом электронов и соответственно к ухудшению фокусировки электронного пучка. Кроме того, из-за низкой температуры начала активного взаимодействия материала боридного катода с молибденовым катододержателем резко уменьшается срок эксплуатации как катододержателя, так и катода.

Учитывая то, что никакая фокусирующая система не может повысить яркость больше той, что соответствует эмитирующей поверхности, очевидно, что только повышенная чистота материала катода и новая конструкция катодного узла могут улучшить пространственно-энергетические характеристики электронных пучков в установках технологического назначения.

Для того чтобы избежать искривления эквипотенциальных линий ускоряющего электростатического поля в электронном прожекторе, разработаны новый катод Т-образной формы из монокристаллического гексаборида лантана повышенной чистоты и новый катодный узел (рис. 1, 2). Поверхность эмитирующей части нового катода не окружена катододержателем и не контактирует с ним. Катод крепят в керамическом катододержателе через кольцо из диборидтитановой или молибденовой проволоки диаметром 0,1–0,15 мм. Катододержатель также играет роль теплового экрана.

Экспериментально доказано, что в реальных условиях работы Т-образных катодов доля теплоты, которая отводится от поверхности катодов вследствие излучения и отбора электронов, увеличивается по

мере возрастания их диаметра, но не превышает 50% общей мощности, которая затрачивается на нагрев катода до рабочей температуры. Остальные 50% теплоты отводятся от катода кондуктивно через катододержатель.

Исследованы также характеристики нового катодного узла. Доказано, что с повышением мощности нагрева Т-образного монокристаллического катода сила тока электронного пучка возрастает для катодов всех диаметров (рис. 3). Но наибольшие значения силы тока электронного пучка при наибольших (более 3 кВ) значениях напряжения «катод—электрод Венельта» имеет катод диаметром 3 мм. Он обеспечивает наилучшую управляемость мощностью электронного пучка. Наибольшая плотность электронной эмиссии достигается при наименьшем диаметре нового катода из исследованного диапазона 1,5–3,5 мм (рис. 4). Даже при минимальных мощностях нагрева (20–25 Вт) новый катод работает в режиме ограничения силы тока пучка пространственным зарядом электронов (рис. 5).

Влияние конструкции катодного узла с Т-образным катодом на пространственные характеристики электронного пучка изучали с помощью методики резов тонких стальных пластин. Для Т-образных катодов при той же силе тока электронного пучка, что и для дискового катода, ограничение силы тока пространственным зарядом электронов наступает при меньших значениях мощности нагрева, чем для дискового катода. Кроме того, минимальный диаметр электронного пучка в несколько раз меньше для Т-образного катода, чем для дискового, при одном и том же значении силы тока пучка и приблизительно одинаковой мощности нагрева.

В новых катодных узлах уменьшены более чем вдвое потери теплоты, которая отводится от катода теплопроводностью, что уменьшает тепловые нагрузки на конструктивные элементы электронной пушки, снижает мощность источника питания, необходимую для оптимального нагрева катода, и существенно продлевает срок службы катода. Срок эксплуатации новых Т-образных катодов превышает в 2–4 раза срок службы дисковых катодов, изготовленных из монокристаллов с повышенным содержанием примесей, которые используют обычно в производственной практике.

● #576

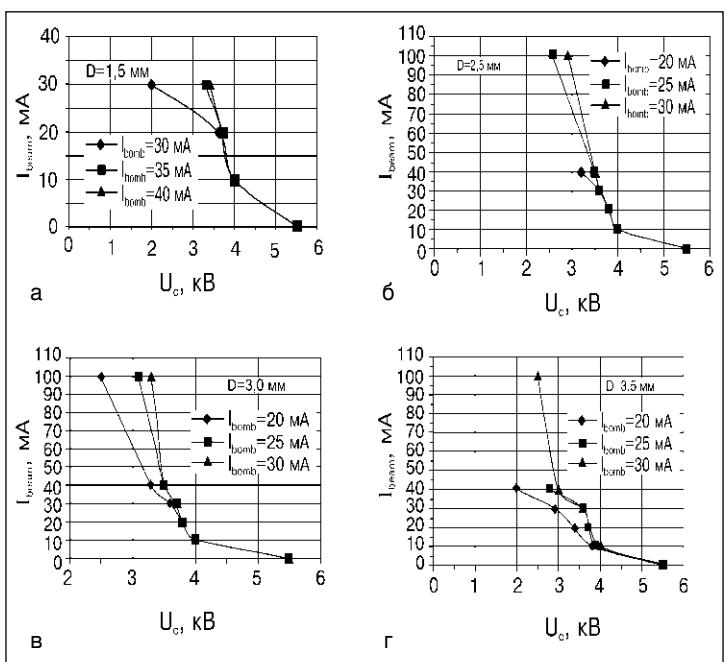


Рис. 3. Вольт-амперные характеристики электронной пушки с Т-образным катодом из монокристаллического гексаборида лантана с диаметром D эмиттирующей поверхности 1,5 (а); 2,5 (б); 3,0 (в) и 3,5 мм (г): I_{beam} — сила тока электронного пучка; I_{bomb} — сила тока электронной бомбардировки катода; U_c — напряжение «катод—электрод Венельта»

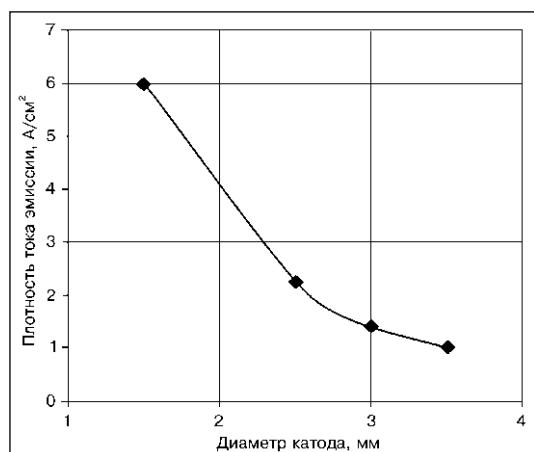


Рис. 4. Зависимость плотности тока эмиссии от диаметра рабочей части Т-образного катода из монокристаллического гексаборида лантана (сила тока электронного пучка 100 мА, ускоряющее напряжение 60 кВ)

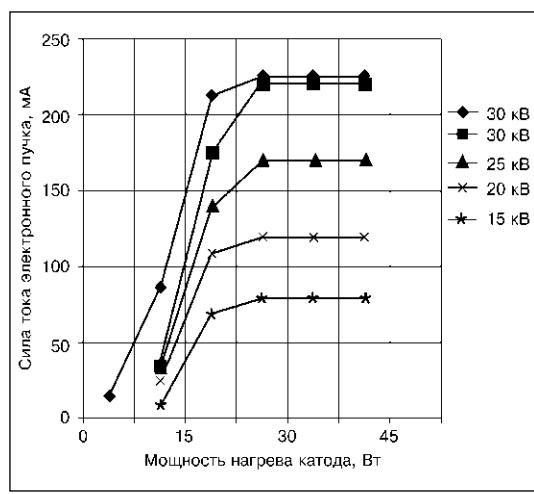


Рис. 5. Накальные характеристики электронной пушки с дисковым (верхняя кривая) и Т-образным (остальные) катодом из монокристаллического гексаборида лантана (ускоряющее напряжение в диапазоне 15–30 кВ)

Применение порошковой проволоки для сварки и наплавки в ЗАО «Криворожский завод горного оборудования»

**В. Н. Никишин, В. Н. Пелешко, ЗАО «КЗГО» (Кривой Рог),
А. А. Голякевич, Л. Н. Орлов, канд. техн. наук, ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» (Киев)**

Сегодня ЗАО «Криворожский завод горного оборудования» — передовое машиностроительное предприятие в Украине по производству и ремонту горного оборудования, где большой объем работ выполняют с применением дуговой сварки и наплавки. Необходимость сварки малоуглеродистых низколегированных, низколегированных высокопрочных, высокомарганцовистых и теплостойких сталей, выполнения сварных соединений разнородных сталей, сварки литьих сталей и исправления дефектов литья обуславливает широкую номенклатуру сварочных и наплавочных материалов. Особые требования к качеству крупногабаритных изделий определяют задачи повышения качества выполняемых работ при снижении материальных, энергетических и трудовых затрат. Решению этих задач в полной мере способствует применение порошковой проволоки.

В течение последних пяти лет ЗАО «КЗГО» совместно с ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» проводит комплекс работ по увеличению объемов применения дуговой сварки и наплавки порошковой проволокой. В результате этих работ разработана и внедрена гамма порошковой проволоки различного назначения, и в общем объеме применяемых материалов для сварки и наплавки доля порошковой проволоки увеличилась с 15 до 85%. При этом за счет повышения производительности и качества труда, по сравнению с производительностью и качеством при использовании покрытых элект-

родов, повысилась эффективность этих процессов. Сократился объем работ по повторному контролю качества. В значительной мере снизилось традиционное недоверие к порошковым проволокам с точки зрения качества сварных соединений и упрочняющих покрытий.

Приведем некоторые примеры применения порошковой проволоки предприятием ООО «ТМ.ВЕЛТЕК».

Выполнена сварка чаши конусной дробилки ККД-1500 (*рисунок*). Чашу массой 50 т из стали 35Л собирают из двух частей (верхней и нижней), которые сваривают между собой. Горизонтальный монтажный стык диаметров 2980 мм выполнен с двухсторонней чашеобразной разделкой кромок при толщине металла 180 мм. Сварку выполняли порошковой проволокой марки ППс-ТМВ29 диаметром 1,6 мм на постоянном токе обратной полярности с защитой углекислым газом (16–18 л/ч). Режим сварки заполняющего слоя — $I_{cb}=280...300\text{ A}$, $U_d=28...19\text{ V}$; облицовочного — $I_{cb}=180...200\text{ A}$, $U_d=25...26\text{ V}$.

Для сварки применяли полуавтоматы ПДГ516 с источником питания ВДУ506.

Порошковая проволока ППс-ТМВ29 с сердечником рутил-флюоритного типа обладает хорошими сварочно-технологическими характеристиками, обеспечивает самопроизвольное отделение шлаковой корки в глубоких разделках, низкое содержание водорода в наплавленном металле ($5\text{ см}^3/100\text{ г}$), высокие механические свойства металла шва ($\sigma_b \geq 560\text{ МПа}$, $\sigma_t \geq 440\text{ МПа}$, $\delta \geq 22\%$, $a_h \geq 60\text{ Дж/см}^2$ при минус 30°C). Прихватки в процессе сборки выполняли электродами УОНИ-13/55 диаметром 4,0 мм. Для снижения уровня деформаций свариваемый шов был разбит на восемь секторов, в которых одновременно четыре сварщика выполняли заполнение разделки обратно-ступенчатым методом. Каждый проход подвергали проковке

Рисунок.
Сварка чаши
мельницы



по горячему пневмоинструментом. Предварительный и сопутствующий подогревы выполняли четырьмя газовоздушными горелками. Температуру подогрева поддерживали в переделах 200–250 °С. Чашу сразу после сварки подвергли отпуску в печи при 560–600 °С. Выдержку определяли из расчета 3 мин на 1 мм толщины свариваемого металла. Остыивание в печи проводили со скоростью 50 °С/ч до 100 °С с дальнейшим остыванием на воздухе.

Контроль качества сварного соединения, выполненный визуально, а также с помощью ультразвукового и капиллярного методов, показал отсутствие дефектов.

Сварку деталей агломерационного и обогатительного оборудования, горнодобывающей техники из сталей СтЗпс, 09Г2С, а также заварку деталей литья из сталей 20Л, 35Л выполняют газозащитной порошковой проволокой ППс–ТМВ5, ПП–АН8, ППс–ТМВ8, ППс–ТМВ29, узлов из низколегированных высокопрочных сталей 12Х2НМСА, 12Х2НВСА – проволокой ПП–АН57. Для заварки дефектов литья сталей 20Л, 35Л наиболее эффективно применение металлопорошковой проволоки ППс–ТМВ5. Малое количество шлака (4–5%) не требует затрат для его удаления в процессе заварки глубоких разделок, высокий коэффициент использования проволоки ($K=1,06$), высокая стойкость против образования пор и трещин определяют

преимущество данной проволоки перед другими сварочными материалами.

Для сварки деталей и заварки дефектов литья из теплостойких Ст–Мо сталей 15ХМ, 12ХМ, 20ХМЛ, 35ХМЛ применяют газозащитную порошковую проволоку ППс–ТМВ14 диаметром 1,6 мм с сердечником карбонатно–флюоритного типа.

Заварку дефектов литья высокомарганцовистых сталей 110Г13Л выполняют самозащитной порошковой проволокой ВЕЛТЕК–Н220 диаметром 2,0 мм.

В результате наплавки упрочняющих слоев на засовах днищ, козырьках экскаваторов, ножах грейдеров, бульдозеров самозащитной порошковой проволокой ВЕЛТЕК–Н620 диаметром 2,0–2,6 мм (взамен электродов Т590, Т620 и порошковой проволоки ПП–АН125) работоспособность рабочих органов повышена на 30–50%.

Для восстановительной наплавки плунжеров гидропрессов, защитных втулок грунтовых насосов по перекачке пульпы применяют порошковую проволоку ВЕЛТЕК–Н410 диаметром 2,6–3,0 мм под флюсами АН348, АН20 и Н26. В данном случае с заказчиком согласовывают исполнение проволоки. Процесс наплавки этой проволокой характеризует самопроизвольное отделение шлаковой корки, отсутствие пор и трещин, получение стабильного химического состава и стабильной твердости наплавленного металла.

● #577



Валентину Алексеевичу Казакову – 60 лет

Исполнилось 60 лет известному ученому и специалисту в области сварочного производства, доктору технических наук, профессору Валентину Алексеевичу Казакову.

За 37 лет работы в НПО «Техномаш» В. А. Казаков прошел путь от инженера до заместителя генерального директора по науке и главного сварщика Минобщемаша.

С 1996 г. В. А. Казаков является главным редактором журнала «Сварочное производство», а с 1998 г. – директором издательства «Технология машиностроения».

Валентин Алексеевич Казаков известен в научных и производственных кругах России и за рубежом как специалист высокой квалификации в области технологий ракетостроения. Он является автором более 150 научных трудов, в том числе четырех учебников, двух учебных пособий, монографии и 36 изобретений, защищенных авторскими свидетельствами и патентами. Валентину Алексеевичу присвоено почетное звание «Заслуженный изобретатель СССР», за успехи в развитии технологий ракетостроения – «Заслуженный машиностроитель СССР», он имеет правительственные награды, а также награды зарубежных стран.

В 1991 г. за разработку и внедрение в производство ракетно-космической техники и технологии электронно-лучевой сварки В. А. Казакову присуждена премия СМ СССР в области науки и техники, а в 1999 г. за разработку и внедрение технологий сварки объектов ответственного назначения – премия Правительства РФ в области науки и техники.

В. А. Казаков активно занимается научной и педагогической деятельностью, является действительным членом Российской инженерной академии и профессором кафедры «Технология сварочного производства» в МАТИ–РГТУ им. К. Э. Циolkовского. В. А. Казаков – член Национального комитета по сварке Российской академии наук, президиума Российского научно-технического сварочного общества, вице-президент Российского союза разработчиков и производителей сварочной продукции, заместитель председателя технического комитета по стандартизации «Сварка и родственные процессы».

**Сердечно поздравляем Валентина Алексеевича с юбилеем,
желаем крепкого здоровья и больших творческих успехов!**

Совет Общества сварщиков Украины, редакция и редакция журнала «Сварщик»

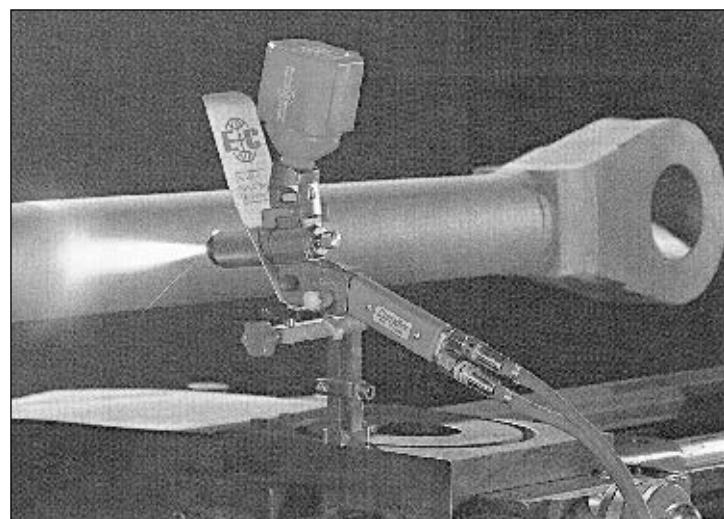
Оборудование для газотермического напыления и наплавки Castodyn 8000

A. A. Иваненко, канд. техн. наук, ООО «Кастолин Украина» (Киев)

В отличие от электродуговой сварки/наплавки процессы газотермического напыления характеризует более низкая теплопередача в деталь, что исключает температурные деформации и изменение кристаллической структуры изделий. В промышленности это позволяет наносить восстановительные и профилактические покрытия на шпинделы, втулки, валы, тонкостенные и сложнопрофильные детали из чугуна, стали, цветных металлов, нагрев которых недопустим.

Холдинг CASTOLIN EUTECTIC занимается разработкой оборудования, материалов и технологий напыления газотермических покрытий с 1960-х гг. Последней моделью в генерации промышленного оборудования для холодного напыления и наплавки является система Castodyn 8000 (*рис. 1*). Пользователи оборудования во всем мире высоко оценивают эргономическую конструкцию горелки CDS 800, ее небольшую массу, простоту конструкции, высокую производительность (4–8 кг порошка в час) и надежность. Для разборки не требуется специальный инструмент. Основные детали оборудования — прецизионные дозирующие сопла — изготавливают на часовом заводе в Швейцарии. Все регуляторы являются переключателями типа «вкл/выкл» либо имеют цифровую индикацию, что обеспечивает простоту регулировки и воспроизводимость процесса.

Рис. 1.
Холодное
напыление
валов
системой
Castodyn 8000



С помощью системы Castodyn 8000 можно наносить покрытия из следующих типов порошков:

Eutalloy RW серия 12000 — порошки наносят на деталь, затем проплавляют. Диффузионный характер связи обеспечивает прочность сцепления 40–50 МПа. Покрытия работают в условиях высоких нагрузок, трения, а также оксидационного, эрозионного и абразивного изнашивания при высоких температурах.

RotoTec серия 19000 — порошки этой и последующих серий напыляют в «холодном» состоянии, применяют в случае недопустимости структурных изменений и температурных деформаций основного металла. Полученные покрытия толщиной от десятых долей миллиметра до нескольких сантиметров хорошо обрабатываются лезвийным и абразивным инструментом. Наносимые на подслой покрытия имеют прочность сцепления с основой 45–50 МПа. Широкий выбор порошков этого класса обеспечивает восстановление и защиту деталей от изнашивания при трении, а также при других видах износа.

Proxon серия 21000 — порошки, наносимые без подслоя. Позволяют получать тонкие слои покрытий, процесс нанесения более быстрый. Покрытия предназначены для деталей, работающих в условиях трения при высоких скоростях, в коррозионных средах.

MetaCeram серия 28000 — порошки из керамических и тугоплавких материалов, предназначенные для специального применения. Покрытия, обрабатываемые шлифовкой и полированием, обеспечивают защиту в условиях абразивного изнашивания и высоких температур, а также при воздействии жидкого стекла и металлов, выхлопных газов и пр.

CastoPlast серия 31000 (различных цветов) предназначены для нанесения покрытий из термопластических полимеров на стекло, бетон, кирпич, металлы. Покрытия защищают от всех видов коррозии.

MicroFlo LT серия 29000 — покрытия из этих порошков характеризуют низкая температура плавления, высокая стойкость против атмосферной коррозии. Применяют для работы в условиях масляной среды (подшипники скольжения).

Все порошки производят в соответствии с требованиями стандарта ISO 9001.

Систему Castodyn комплектуют дополнительным оборудованием:

- насадкой для напыления внутренних поверхностей диаметром от 160 мм и длиной до 600 мм;
- горелкой для проплавления покрытий серии Eutalloy RW;
- наружным дозатором для напыления больших объемов покрытий.

Оборудование Castodyn 8000 было применено для восстановления ротора гидроподшипника на предприятии «Стан-Комплект» (Киев). Ремонт рабочей поверхности выполнен порошком RotoTec 19400 с последующей шлифовкой; рабочий слой 0,7 мм.

На предприятии «Павлограднадлакда» (Павлоград, Днепропетровская обл.) были



восстановлены места под подшипник вала электродвигателя мощностью 400 кВт. Для ремонта использовали порошок RotoTec 19985 с последующей токарной обработкой, рабочий слой 1,8 мм. Общее время простоя двигателя составило 24 ч.

При ремонте валов полиграфических машин на предприятии «Юнивест Принт» (Фастов, Киевская обл.) применили порошок RotoTec 29096 с последующей шлифовкой; рабочий слой 0,7 мм (рис. 2). ● #578

Рис. 2. Вал полиграфической машины



Павлу Васильевичу ИГНАТЧЕНКО — 75 лет

20 августа 2005 г. исполнилось 75 лет известному в Украине и странах СНГ организатору производства сварочных материалов
Павлу Васильевичу Игнатченко.

Специальность инженера-сварщика Павел Васильевич получил после окончания Киевского политехнического института. Учебу в институте он совмещал с производственной деятельностью — работал слесарем, монтажником, газосварщиком, нормировщиком, мастером. Теоретические знания и опыт, полученный на производстве, сформировали организаторский талант П. В. Игнатченко.

В дальнейшем судьба надолго связала Павла Васильевича с ИЭС им. Е. О. Патона, где он прошел путь от инженера до заместителя начальника Научно-технического бюро — рабочего органа Научного и Координационного Советов по сварке СССР. В институте П. В. Игнатченко знают как добросовестного, целеустремленного, настойчивого в достижении цели работника и отзывчивого, коммуникабельного и мягкого человека. Он умеет организовать и объединить людей для выполнения поставленной задачи, помочь и по достоинству оценить вклад каждого в общее дело.

В 1960–90 гг. Павел Васильевич Игнатченко был бессменным участником разработки и реализации комплексных программ развития сварочного производства СССР. Он внес большой вклад в организацию сырьевого обеспечения и промышленного производства сварочных материалов.

П. В. Игнатченко — инициатор и организатор создания Ассоциации «Электрод» предприятий стран СНГ, которая объединила большинство предприятий, производящих электроды для ручной дуговой сварки. С 1990 г. он является бессменным исполнительным директором Ассоциации, в полной мере проявляя свой талант организатора и руководителя. Свидетельством высокого авторитета Ассоциации «Электрод» и признания ее важной роли в деле консолидации сварочной общественности стало регулярное проведение под эгидой этой организации международных конференций и научно-технических семинаров по проблемам повышения качества сварочных материалов и совершенствования их производства.

От всей души поздравляем Павла Васильевича Игнатченко со славным юбилеем и желаем здоровья, неутомимости и новых свершений.

Совет Общества сварщиков Украины, Совет Ассоциации «Электрод», редколлегия и редакция журнала «Сварщик»

Пропано-воздушная аппаратура для газопламенной обработки материалов

М. М. Лилько, АО «Эффект» (Одесса)

Пропано-воздушные горелки предназначены для низкотемпературной обработки материала: пайки тонких изделий, пластмасс, обжига кромки, нагрева торцов труб (либо листов) перед сваркой, нагрева изделий перед покрытием их битумом, гидроизоляции, укладки кровли, оттавивания замерзших изделий, нагрева труб перед гибкой и других подобных операций. Горелки полностью заменяют паяльные лампы при выполнении аналогичных работ. Унифицированный ряд пропано-воздушных горелок впервые на Украине разработан и освоен АО «Эффект».

Пропано-воздушная кольцевая горелка. При сварке стальных труб с содержанием углерода выше 0,3% и нормированным времененным сопротивлением разрыву выше 539 МПа (55 кгс/мм) необходим предварительный подогрев торцов (конца) труб до температуры примерно 180 °С. С учетом частичного охлаждения конца трубы во время выполнения сварки ее необходимо подогревать до 300–350 °С. Для этого используют кольцевые горелки (рис. 1). Горелка состоит из кольцевого коллектора 1, разделенного на два полукольца. На каждом из полуколец расположено одинаковое количество насадок 2 диаметром 40 мм, количество которых зависит от диаметра обра-

батываемой трубы. Горелка тремя регулируемыми опорами 3, расположенными под углом 120°, опирается на обрабатываемую трубу. Оси насадок пересекаются с поверхностью трубы с шагом примерно 100 мм, что обеспечивает создание сплошного равномерного фронта пламени. На каждой из двух стыкуемых труб устанавливают свою кольцевую горелку. Насадки горелок направлены навстречу друг другу и расположены под углом 30° к поверхности обрабатываемой трубы. При такой компоновке торец трубы толщиной 25 мм и шириной 150 мм при температуре окружающей среды 20 °С нагревается до 300–350 °С за 7–40 мин. Количество насадок подбирают таким образом, чтобы тепловой поток на единицу площади любой нагреваемой трубы оставался постоянным независимо от диаметра последней. Поэтому время нагрева конца трубы шириной 150 мм также остается постоянным независимо от ее диаметра. В настоящее время АО «Эффект» выпускает 14 типоразмеров кольцевых однорядных горелок для обработки труб диаметром от 219 до 1420 мм (табл. 1).

Горелки для обработки труб от 219 до 426 мм содержат один газовый кран, горелки для обработки труб от 530 до 1420 мм — два газовых крана (каждый на свою половину коллектора). Кроме того, горелки для обработки труб от 1220 до 1420 мм имеют набор переходников для питания газом от отдельного редуктора каждого полукольца.

При изоляции трубы должна иметь температуру не ниже 18 °С. Если в весенне-летний период это обеспечивается, то в осенне-зимний период трубу перед изоляцией необходимо подогревать. Для этого применяют многорядные кольцевые горелки, собираемые из нескольких однорядных горелок. Например, для нагрева трубы любого диаметра от –20 до +18 °С при скорости работы трубоукладчика 20 м/ч необходимо блок, состоящий минимум из трех однорядных кольцевых горелок соответствующего типоразмера. Указанный блок тремя подпружиненными тележками опирается на трубу. Каждая из тележек может по-

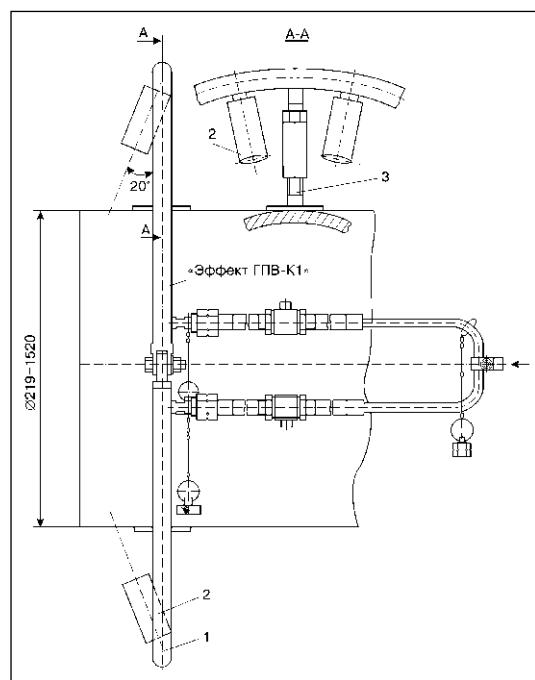


Рис. 1. Схема кольцевой горелки: 1 — коллектор; 2 — насадки; 3 — опора

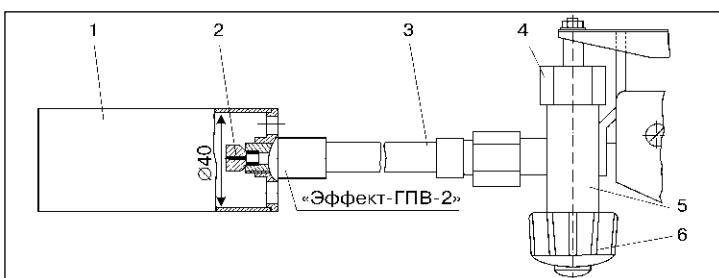
ворачиваться в осевой плоскости трубы и совершать осевое перемещение в радиальном направлении. Это обеспечивает возможность перехода через поперечные сварочные швы в местестыковки труб. Для зажигания кольцевых горелок можно применять пропано-воздушную двухвентильную горелку типа «Эффект-ГПВ-2», которая питается газом от трубопровода, подводящего к кольцевой горелке газ, и рассчитана на поджиг двух кольцевых горелок либо блока горелок в целом.

Пропано-воздушная двухвентильная горелка предназначена для укладки кровли, гидроизоляции, обжига кромки шкур скота, оттаивания замерзших изделий, грунта, поджига газогорелочных устройств в котлах, печах и других труднодоступных местах (табл. 2, рис. 2). Горелка состоит из узла регулирования 5, содержащего вентиль 6 и нажимной клапан 4, трубы 3 длиной 500–900 мм и насадки 1 с соплом 2 диаметром 40 мм. Горелки также изготавливают с насадками диаметром 50, 60 и 70 мм. Количество насадок и их расположение определяется функциональным назначением горелок. Вентиль 6 предназначен для настройки режима горения дежурного пламени, длина дежурного факела примерно 50 мм. Пламя горит устойчиво и не сдувается ни ветром, ни при размахивании подожженной горелкой. При нажатии на клапан 4 открывается проход для основного потока газа, и горелка переходит на рабочий режим работы. При необходимости двух режимов работы один настраивают вентилем, второй — нажатием на клапан. Вентиль и нажимной клапан имеют примерно одинаковые проходные сечения и взаимозаменяемы при работе. Типоразмер горелок приведен в табл. 2.

Пропано-воздушная кольцевая ручная горелка. Одним из конструктивных исполнений является ручная кольцевая однорядная горелка «Эффект-ГПВ-КР1» (рис. 3) для обработки труб малого диаметра: оттаивание замерзших труб, нагрев труб перед гибкой, нагрев труб перед сваркой и т. д. Отличительной особенностью горелки яв-

Таблица 1. Пропано-воздушные кольцевые однорядные горелки

Диаметр трубы, мм	Обозначение	Количество насадок Ø 40 мм	Диаметр коллектора, мм	Расход газа при Р=0,008–0,01 МПа, м ³ /ч	Масса, кг
219	ГПВ-К1-1-6-219	6	560	1,8	83
273	ГПВ-К1-1-8-273	8	615	2,4	9,0
325	ГПВ-К1-1-10-325	10	665	3,0	9,15
351	ГПВ-К1-1-12-351	12	690	3,6	10,2
377	ГПВ-К1-1-12-377	12	717	3,6	10,5
426	ГПВ-К1-1-14-420	14	766	4,2	11,0
530	ГПВ-К1-2-16-40-530	16	870	4,8	11,4
630	ГПВ-К1-2-20-40-630	20	970	6,0	12,0
720	ГПВ-К1-2-24-40-720	24	1060	7,2	12,7
820	ГПВ-К1-2-24-40-820	24	1160	7,2	13,4
920	ГПВ-К1-2-30-40-920	30	1260	9,0	15,0
1020	ГПВ-К1-2-30-40-1020	30	1360	9,0	15,7
1220	ГПВ-К1-2-36-40-1220	36	1560	10,8	16,0
1420	ГПВ-К1-2-48-40-1420	48	1760	14,4	17,4



ляется выполнение ее в виде «ухвата», т. е. наличие кольцевого коллектора 4, в котором сделан вырез под углом 120° (при трех насадках) или под углом 90° (при четырех насадках). На кольцевом коллекторе расположены насадки 1, 2 под углом 30° к образующей трубы. Оси насадок также пересекаются с поверхностью трубы с шагом 120 мм, как и в стационарных кольцевых горелках. Время нагрева участка трубы шириной 150 мм при температуре окружающей среды 20 °C до 300–350 °C составляет 3–5 мин, а до 700–750 °C – 8–10 мин. Горелку ориентируют симметрично относительно обрабатываемой трубы при помощи трех регулируемых по высоте опор. При необходимости нагрева двух стыкуемых

Рис. 2.
Пропано-воздушная двухвентильная горелка:
1 — насадка;
2 — сопло;
3 — трубка;
4 — нажимной клапан;
5 — узел регулирования;
6 — вентиль

Таблица 2. Пропано-воздушные двухклапанные горелки

Обозначение	Количество насадок*, шт.	Диаметр насадки, мм	Расход газа при Р=0,008...0,01 МПа, м ³ /ч	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
ГПВ-2-1-40-900(500)	1	40	0,3	1155 (755)×102×40	1,05 (0,95)
ГПВ-2-1-50-900(500)	1	50	0,9	1155 (755)×102×50	1,15 (1,05)
ГПВ-2-1-70-900(500)	1	70	2,5	1155 (755)×102×70	1,4 (1,3)

*Для увеличения фронта пламени горелка может содержать несколько насадок.

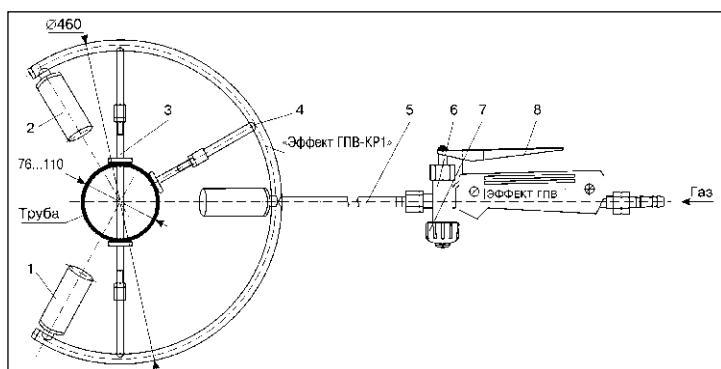


Рис. 3. Ручная кольцевая однорядная горелка:
1, 2 — насадки;
3 — опора;
4 — коллектор;
5 — труба;
6 — узел регулирования;
7 — вентиль;
8 — нажимной клапан

труб одновременно либо нагрева широкого участка трубы под гибку на трубку 5 крепят симметрично (зеркально) два коллектора 4, насадки которых направлены навстречу друг другу. При этом каждый из коллекторов 5 опирается на свою часть стыкуемой трубы опорами 3. Горелки могут оказаться незаменимыми при необходимости нагрева труб под гибку при отсутствии установки нагрева ТВЧ (табл. 3).

Горелки специального назначения. Насадки могут быть собраны в блоки (панели) в зависимости от вида выполняемых работ. Например, для нагрева от 20 до 180 °С торцов двух свариваемых листов толщиной 25 мм при скорости сварки 100 мм/мин и зоне нагрева примерно 150 мм на каждом из двух свариваемых листов необходим блок из 12–4 насадок диаметром 40 мм (по 6–7 шт. на каждый нагреваемый лист). Блок может быть установлен на сварочном тракторе, производящем сварку, либо любом другом механизме перемещения.

Указанные блочные горелки были применены при ремонте баков для хранения нефтепродуктов вместимостью по 10 000 т, в которых прогнили листы на уровне земли. При их замене вновь устанавливаемые листы нагревали вместе с поверхностью бака. Сварку выполняли за три прохода. После первого прохода нагрев производили непосредственно в процессе сварки со стороны, противоположной месту сварки.

Одним из видов горелок являются линейные. Они предназначены также и для

укладки кровли. Горелки в зависимости от способа укладки кровли бывают сплошного проплавления (насадки расположены с шагом 100 мм) и дорожечного проплавления (по краям насадки расположены с шагом 100 мм для сплошного проплавления края, а далее с шагом 200 мм). При ширине обрабатываемого рулона 1000 мм количество насадок составляет соответственно 11 и 7 шт. Сплошное проплавление предпочтительнее.

По конструктивному исполнению горелки бывают трех видов: с расположением колес за краем рулона (недостатком такой конструкции является большое налипание смолы на колеса); с расположением колес между насадками, что позволяет обрабатывать рулоны разной ширины; с опорой на каток, укладываемый внутри раскатываемого рулона, что позволяет раскатывать и проплавлять рулон одновременно (рис. 4); для повышения силы прижатия рулона к крыше каток заполняют песком.

На базе насадок диаметром 50 мм были созданы «печные горелки» для нагрева воздуха и дожигания паров растворителя в линиях по производству обоев, работающие на природном газе. Горелки можно применять для выполнения других подобных работ, так как они позволяют создать равномерный по всей площади топки фронт пламени, обеспечивая качественное сжигание топлива, что весьма перспективно.

Газо-воздушные горелки для газопламенной обработки могут работать на любом газе с теплотворностью не ниже 4000 ккал/м³. При этом диаметр сопла насадки

$$d_1 = d\sqrt{Q_1/Q_2},$$

где d_1 — диаметр сопла для работы на любом газе; d — диаметр сопла при работе на пропан-бутане; Q_1 — теплотворность пропан-бутана; Q_2 — теплотворность газа-заменителя.

При работе на природном газе диаметр сопла необходимо увеличить в 1,7 раза. Насадки рассчитаны таким образом, что горение начинается внутри на расстоянии

Таблица 3. Кольцевая ручная одноразовая горелка «Эффект-ГПВ-КР1-2»*

Диаметр трубы, мм	Обозначение	Количество насадок, шт.	Диаметр насадки, мм	Расход газа, м ³ /ч	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
76–110	3–40–76/110	3	40	0,9	440	2,1
110–145	4–40–110/145	4	40	1,2	500	2,4
145–180	4–40–145/180	4	40	1,2	560	2,5
180–219	4–50–180/219	4	50	3,6	650	2,6

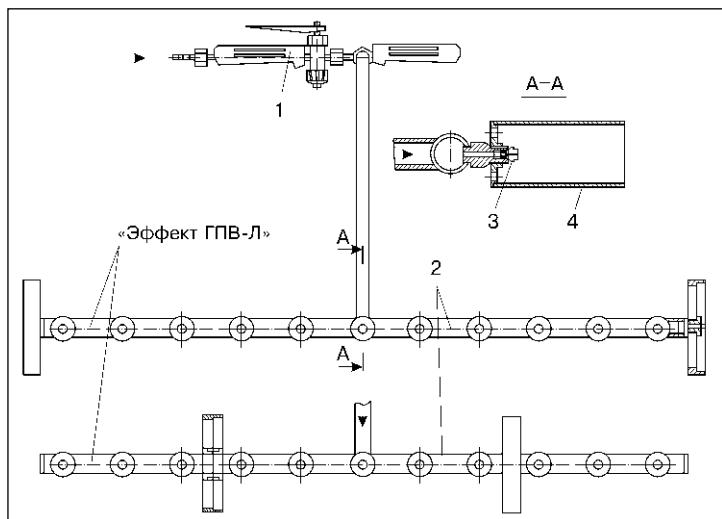
* Кольцевые ручные двухрядные горелки имеют увеличенное в два раза количество насадок и потребляют соответственно в два раза больше газа.

10–15 мм от торца последней. Смесь сгорает частично внутри насадки с коэффициентом избытка воздуха 0,5–0,6. При этом кожух насадки нагревается до температуры 500–600 °C, что интенсифицирует процесс горения и расширяет диапазон регулирования мощности горелки. Смесь сгорает в виде конического ярко очерченного факела, длина видимого ядра около 7–8 диаметров насадки. Максимальная температура пламени составляет 1550–1600 °C. Наиболее горячая часть факела находится в вершине ядра на расстоянии 3–4 диаметра насадки торца последней.

Диаметры насадки и сопла связаны между собой определенной зависимостью. Так как изготовить сопло диаметром менее 0,3–0,4 мм весьма проблематично, то соответственно и минимальный диаметр насадки, обеспечивающий устойчивое горение газовоздушной смеси при выбранной схеме приготовления смеси, должен быть равен 15–16 мм. Для получения факела меньшего диаметра необходимо переходить на другую схему смешения газа с воздухом.

Газопитание горелок. Для питания горелок используют пропан-бутан от баллонов типа III по ГОСТ 15860–84 вместимостью 50 л. С сожалением нужно констатировать, что баллоны меньшей вместимости под промышленный редуктор данный ГОСТ не предусматривает, а баллоны, выпускаемые по спецзаказу Дружковским заводом газовой аппаратуры, на заправку принимают весьма неохотно. Количество газа в баллоне определяют взвешиванием. Масса сжиженного газа в баллоне вместимостью 50 л не должна превышать 21,2 кг, масса порожнего баллона 22,0±2,5 кг. Давление насыщенных паров газа в баллоне зависит только от температуры окружающей среды. При температуре окружающей среды 20 °C и атмосферном давлении 0,1 МПа давление в баллоне устанавливается 0,8 МПа. Максимальный отбор газа из одного баллона при этих условиях не должен превышать 1,25 м³/ч. При необходимости большего отбора баллоны собирают в рампу. Максимально допустимая температура нагрева баллона при нахождении его на солнце составляет 45 °C, при этом давление насыщенных паров газов в баллоне достигает 1,6 МПа. Давление насыщенных паров газов в баллоне при температуре минус 20 °C равно 0,16 МПа.

При атмосферном давлении испарение пропана происходит до температуры минус



2,2 °C, а бутана – минус 0,5 °C. Поэтому в первую очередь в баллоне испаряется пропан (легкокипящий компонент). По мере расходования газа жидкость в баллоне обогащается высококипящим компонентом (бутаном), что влечет за собой ухудшение испарения и падение давления газа в баллоне. При составе смеси, состоящей из 50% пропана и 50% бутана, испарение газа в баллоне прекращается при температуре минус 15 °C и наличии в баллоне 30% газа.

Для нормальной работы в зимнее время баллоны необходимо обогревать водой либо горячим воздухом. Нагрев баллонов открытым пламенем запрещен. Состав сжиженного газа регламентирован ДСТУ 4047–2001.

Отбор газа из баллона либо любой другой емкости со сжиженным газом необходимо производить только через редуктор. Присоединение к баллону без редуктора запрещено. Редукторы, не предназначенные для работы с пропан-бутаном, должны быть доработаны: заменены входные и выходные штуцеры, манометры, перетарированы подрывные клапаны и др. Это выполняют в АО «Эффект». Здесь постоянно ведут работы по совершенствованию выпускаемой продукции и созданию новых образцов.

Перспективными разработками АО «Эффект» являются: панельные горелки для печей, позволяющие создавать равномерный по площади точки фронт пламени; горелки для нагрева торцов труб, свариваемых под углом 30° (колени) и 90° (как одинакового, так и разного диаметра); запальнице устройства для поджига газа с дистанционным расположением источника искры и выдуванием «плазменного сгустка»; горелки специального назначения. ● #579

Рис. 4.
Горелка
с опорой
на каток:
1 — узел;
2 —
коллектор;
3 — насадка;
4 — сопло

Оборудование для кислородно-флюсовой резки в машиностроении

В. А. Миронов, Dr. habil. sc. ing., И. Ю. Бойко, Dr. sc. ing., Рижский технический университет (Латвия)

Для обработки высоколегированных и тугоплавких металлов, а также бетона и железобетона, которые не могут быть подвергнуты обычной газопламенной резке, используют кислородно-флюсовую технологию. Сущность ее заключается в том, что вместе с высокотемпературным пламенем в разрез вводят порошкообразный флюс.

При сгорании флюса выделяется дополнительная теплота и повышается температура в зоне реза. Кроме того, продукты сгорания флюса, взаимодействуя с тугоплавкими оксидами, образуют жидкотекучие шлаки, легко удаляемые из зоны реза. Известно использование в качестве порошкообразного флюса перекиси натрия, калия и бария (Na_2O_2 , K_2O_2 , BaO_2), хлората натрия (NaClO_3), перманганата калия (KMnO_4). Однако наилучшие результаты обеспечивает применение железного порошка.

Введение железного порошка оказывает двойное действие. Во-первых, горение железа является экзотермическим процессом — при сгорании выделяется большое количество теплоты (7120 кДж/кг). Во-вторых, образующийся оксид железа (Fe_2O_3) взаимодействует с тугоплавкими оксидами, повышая их жидкотекучесть, и обеспечивает эффективность резки. Введение железного порошка при резке чугуна повышает температуру плавления материалов благодаря обезуглероживающему эффекту. При резке цветных металлов проис-

ходит дополнительно легирование железом. Кроме технологических преимуществ, для кислородно-флюсовой резки требуется сравнительно простое оборудование.

Оборудование для кислородно-флюсовой резки при применении металлических порошков. Оборудование для кислородно-флюсовой резки (КФР) с железным порошком отличается от оборудования для ацетилено-кислородной резки тем, что резак оснащают устройством для введения порошка в зону реза. Также необходим диспергатор, с помощью которого железный порошок подается через систему контроля и регулирования подачи к резаку.

Установки КФР различают в зависимости от способа подачи флюса (внешняя, однопроводная под высоким давлением и механическая), а также от типа проводимой операции (резка, зачистка и т. д.). Различаются и конструкции диспергаторов: инжекторные, циклонные, с механической подачей.

С целью обеспечения наилучшей транспортировки и регулирования расхода железного порошка используют фильтры, устанавливаемые на загрузочном отверстии. Флюс подает в зону реакции струя кислорода, сжатого воздуха или азота. Смесь кислорода с железным порошком взрывоопасна, поэтому подача флюса струей кислорода может иметь весьма негативные последствия. Использование в качестве флюсонесущего газа сжатого воздуха или азота приводит, с одной стороны, к усложнению оборудования, так как требуется дополнительная система для подвода сжатого воздуха или газа, но с другой стороны, значительно повышает безопасность.

Принципиальное отличие комплекта оборудования для КФР, разработанного и выпускаемого заводом автогенного оборудования «Донмет» (Краматорск, Донецкая обл., Украина) заключается в том, что флюсонесущим является газ — пропан-бутан или метан, что обеспечивает повышенную безопасность работы и позволяет подводить в зону реза кислород исходной

Рис. 1.
Комплект
кислородно-
флюсовой
резки завода
«Донмет»:
1 — баллоны
с газом;
2 — газовый
редуктор; 3,
5 — рукава;
4 — флюсо-
питатель;
6 — резак

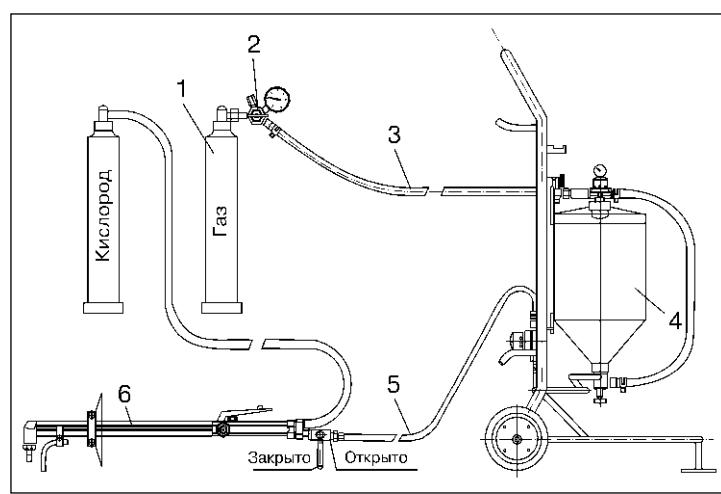


Таблица 1. Техническая характеристика установок УГПР и УКФР

Установка	Толщина разрезаемого материала, мм	Давление, МПа		Вместимость бачка, л	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
		кислорода	горючего газа			
УГПР	До 250 (нержавеющая сталь, чугун)	до 1,0	0,03 (ацетилен)	40	500×400×1150	20
УКФР	До 150 (бетон)	0,04–1,4	0,08 (пропан)	50	—	72

чистоты. При таком способе подачи флюса разогрев производится подогревающим пламенем резака еще до его попадания в зону реакции, чем достигается более высокая скорость резки и более полное использование флюса.

Комплект оборудования «Донмет» (рис. 1) предназначен для ручной разделительной резки высоколегированных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов как в условиях цеха, так и на открытых площадках. Пределы толщин металла для резки следующие: высоколегированных сталей — до 200 мм; чугуна разных марок — до 200 мм; цветных металлов и сплавов — до 100 мм.

Центральным узлом комплекта является флюсопитатель вместимостью 10 л (до 22 кг флюса) с регулируемым смесителем вихревого типа. Для удобства транспортировки флюсопитатель установлен на тележке грузоподъемностью 40 кг, на ней же смонтирован дополнительный предохранитель.

В качестве резака для выполнения кислородно-флюсовой резки используют модернизированный резак «Проминь» с внутрисопловым смешиванием (рис. 2).

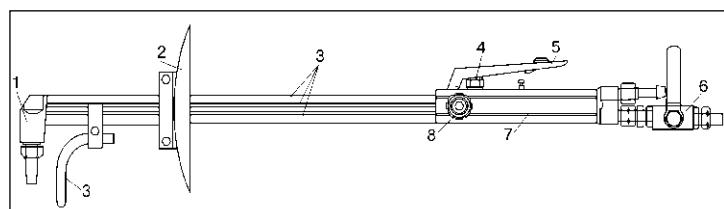
Флюсонесущий газ поступает из баллона через редуктор в тройник, где он разветвляется на два потока: первый — в верхнюю часть флюсопитателя для создания в нем давления, второй — в смесительную камеру для создания вихревого потока. Флюс струей газа и действием силы тяжести увлекается в смеситель, а поступающая в смеситель дополнительная струя газа создает вихревой поток, захватывающий частицы флюса и уносящий их к резаку.

Для питания кислородом резак подключают с помощью резинотканевого рукава непосредственно к кислородному редуктору на кислородном баллоне. Давление кислорода устанавливают не менее 0,7 МПа.

Контрольные резы, которые были выполнены в заводской испытательной лаборатории при использовании пропан-бутана на заготовках толщиной 60 мм из чугуна СЧ 20 с использованием флюса ПЖР 3.315.28–30 по ГОСТ 9849–86 показали следующие результаты: скорость рез-

Таблица 2. Технологические возможности установки УКФР-7М

Разрезаемый материал	Максимальная толщина, мм	Максимальный расход кислорода, м ³ /ч	Максимальный расход флюса, кг/ч	Скорость резки, мм/мин
Сталь	500	—	—	50–70
Нержавеющая сталь	400	40–60	—	80–100
Чугун	300	—	0,6–0,8	40–60
Алюминий	250	—	—	50–70



ки 140 мм/мин; расход флюса 0,08 кг/мин; расход кислорода 17,6 м³/ч; расход пропан-бутана 1,00 м³/ч.

ЗАО «Мидасот-Т» (Москва, Россия) выпускает установку УГПР для ручной кислородно-флюсовой резки деталей и заготовок из коррозионностойкой стали, чугуна, цветных металлов, железобетона и огнеупоров. В качестве флюса применяют железный порошок марки ПЖ по ГОСТ 9849–86. Расход флюса 6–20 кг/ч. Техническая характеристика оборудования приведена в табл. 1.

Установка для кислородно-флюсовой резки материалов УКФР (Запорожье, Украина) предназначена для высокоэффективной ручной и механизированной разделительной резки металлов и сплавов, а также бетонных, железобетонных и кирпичных элементов и конструкций толщиной до 1500 мм.

В конструкции установки УКФР-7М (табл. 2) применена подача флюса через специальную насадку на резаке. Конструкция насадки позволяет наиболее рационально использовать флюс, так как при пуске режущего кислорода создается разрежение, и порошок всасывается в струю. Это дает возможность резать металл в различных пространственных положениях, а также несколько листов одновременно (пакетная резка).

Рис. 2. Резак кислородно-флюсовой «Проминь»:
1 — головка;
2 — защитный щиток;
3 — трубы подачи;
4 — кислородный клапан;
5 — кран;
6 — кран подачи газа;
7 — ствол;
8 — вентиль подачи кислорода;
9 — опора

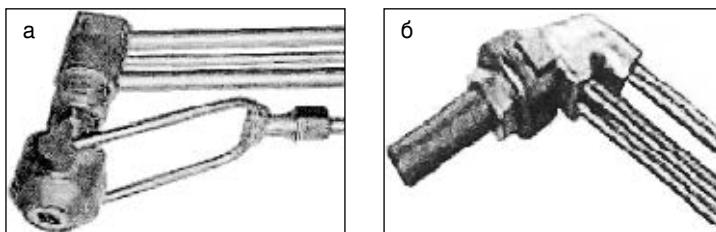


Рис. 3. Смешивающие головки для горелок КФР:
а — TORCH NM500 (для толщин до 300 мм); б — TORCH MCS 1500
(для толщин до 200 мм и длины реза до 1500 мм)

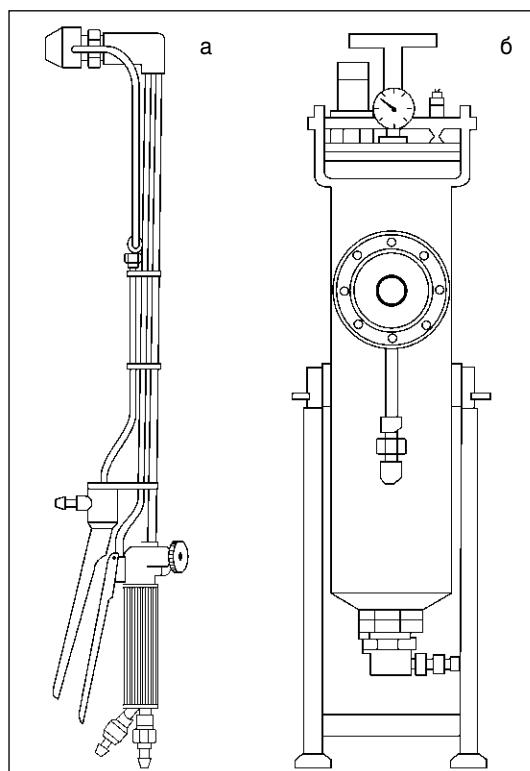


Рис. 4.
Резак для
кислородно-
флюсовой
резки (а)
и флюсо-
питатель (б)
производства
фирмы
«Contessy»
(Италия)

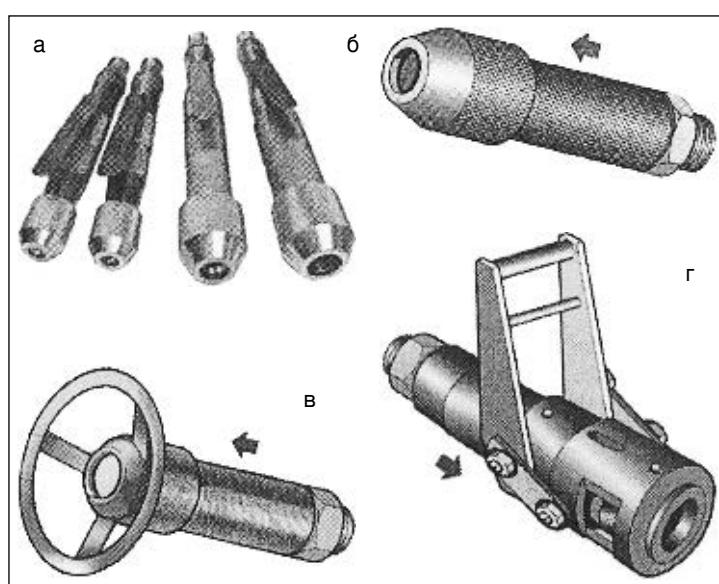


Рис. 5. Держатели для кислородного копья производства фирмы «Contessy» (Италия): а — компактный; б — стандартный;
в — с рычажным затвором; г — колесного вида

В качестве расходных материалов используют:

- горючий газ — пропан-бутан или метан;
- окислитель — кислород;
- флюсонесущий газ — осушенный и обезжиренный воздух (по ГОСТ 17433-80) или азот;
- флюс — смесь на основе железного порошка марки ПЖВ или ПЖР.

Широкий ассортимент оборудования и принадлежностей предлагает бразильское предприятие «Torch» (рис. 3).

Оборудование для кислородно-флюсовой резки производит фирма «Contessy» (Италия). Резаки этой компании (рис. 4, а) оснащены сменными наконечниками, что позволяет производить резку с использованием ацетилена, пропана или смеси газов. Оборудование в основном предназначено для резки легированных и нержавеющих сталей в диапазоне толщин 3–400 мм. Для флюсопитателя (рис. 4, б) циклонного типа в качестве флюсонесущего газа можно использовать сжатый воздух или азот.

Фирма «Contessy» предлагает также широкий ассортимент держателей для кислородного копья различной конструкции (рис. 5) и принадлежности, в том числе клапаны безопасности. Конструкция держателя с рычажным затвором (рис. 5, г) предназначена для копий большого диаметра, при этом усилие закрытия затвора регулируется. Все держатели обладают высокой степенью безопасности и износостойкости. Элементы конструкции, вступающие в контакт с кислородом, изготовлены из бронзы или латуни, в качестве изоляционного материала использована износостойкая резина.

Широкую гамму оборудования выпускает фирма «Oxy-Arc International Inc.» (Канада). Резаки изготавливают двух серий: OXY-P (для машинной резки) и TTP (для ручной резки). Резак предназначен для резки углеродистых, нержавеющих, высоколегированных сталей, характеризуется универсальностью и высокой мощностью. В комплект поставки входят сменные насадки и специальное приспособление — опора, облегчающая соблюдение рекомендуемой дистанции (114 мм) до разрезаемого материала. Флюсопитатели (рис. 6) имеют несколько модификаций и вместимость 50 или 150 кг. Флюсонесущий газ: азот или сжатый воздух.

Кислородные и кислородно-порошковые копья производит завод «Beda Oxygen-technik GmbH» — филиал шведской фирмы

«Ferrox AB». Большое внимание уделено безопасности и эффективности процесса резки. Кислородные копья «Ferrox» имеют керамическое покрытие толщиной 1 мм, обладающее отличной термостойкостью. Благодаря удачным конструктивным решениям расход кислорода сведен к минимуму за счет оптимизации скорости потока.

Расход газа и порошков при КФР.

Представление о расходе газа и порошка дают диаграммы, показанные на рис. 7. Данные результаты были получены при резке резаком Linde AC-4. На рис. 7, а показаны зависимости расхода порошка и скорости резки от толщины материала, а на рис. 7, б — зависимость расхода газов от толщины материала.

При резке чугуна при помощи комплекта КФР Linde AC-4 расход флюса в 1,5–2 раза ниже, чем у аналогичных установок (типа УХР). В резаке применена флюсоподающая головка новой конструкции с вихревой камерой, позволяющей равномерно распределять флюс по каналам головки. Такое решение позволило уменьшить потери флюса за счет более точной подачи его в зону реакции.

Применяемые металлические порошки и критерии их выбора. При выборе железного порошка для КФР необходимо учитывать следующие параметры:

- химический состав;
- гранулометрические характеристики;
- форму частиц;
- характеристики текучести порошка;
- сродство к кислороду при температуре резки;
- теплоту, выделяемую при сгорании;
- флюсующее (разжижающее) воздействие на шлак.

Основным компонентом порошкообразных флюсов является железный порошок. Это объясняется относительной дешевизной и доступностью железного порошка, выделением достаточно большого количества теплоты при сгорании железа и относительно низкой температурой плавления закиси железа, которая является основной составляющей окислов, образующихся при горении железа. Кроме того, окислы железа в расплавленном виде являются достаточно жидкотекучими, следовательно, оказывают хорошее флюсующее действие и легко удаляются из зоны реза кислородной струей. Железный порошок является флюсом термомеханического действия. Наиболее распространенные добавки к нему:

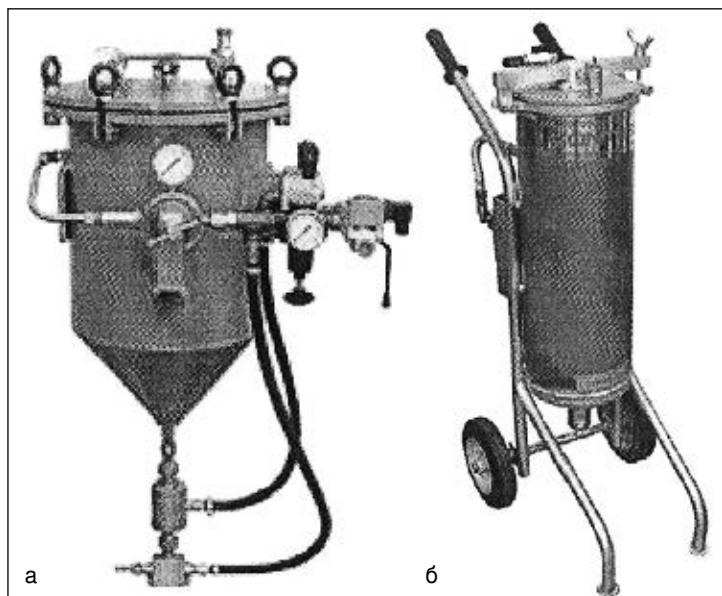


Рис. 6. Флюсопитатели производства «Oxy-Arc International Inc.» (Канада): настенный (а) и передвижной (б)

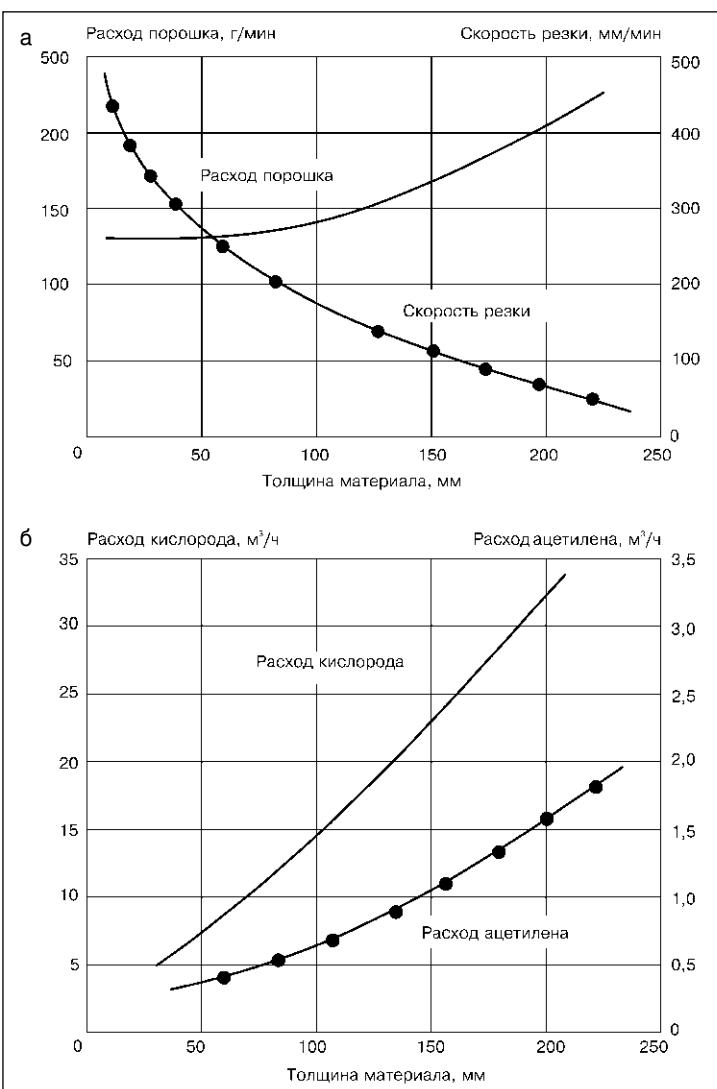


Рис. 7. Зависимость расхода газов от толщины материала

Таблица 3. Состав флюса для кислородно-флюсовой резки, % по массе

Разрезаемый материал	Железный порошок	Алюминиевый порошок	Кварцевый песок	Железная окалина	Доменный феррофосфор
Чугун	100	—	—	—	—
	65–75	5–10	20–25	—	—
	75	—	25	—	—
	65–75	—	—	—	25–35
Высоко-легированные стали	100	—	—	—	—
	90–95	5–10	—	—	—
	75	—	—	25	—
Медь	70–80	20–30	—	—	—
Латунь и бронза	70–80	5–10	15–20	—	—
	70–75	15–20	—	—	10–15

алюминиевый, алюминиево-магниевый порошок, ферросилиций, силикокальций.

Опыт многих фирм показал, что для повышения тепловой эффективности к железному порошку следует добавить 5–10% алюминия, а для улучшения условий флюсования (разжижения образующихся шлаков) — до 20–25% железной окалины.

В табл. 3 приведены ориентировочные составы флюсов, используемые при резке различных материалов.

Главными критериями при выборе размеров частиц порошка являются обеспечение его надежной транспортировки и возможность регулирования расхода. Лучшие результаты дает железный порошок с размером частиц от 70 до 150 мкм, так как более крупные частицы забивают системы подачи порошка. Порошки с размерами, близкими к нижнему пределу, используют редко по причине их значительно более низкой текучести и высокой стоимости.

В России и других странах СНГ для кислородно-флюсовой резки используют порошки Казенного завода порошковой металлургии (Бровары, Украина) марки ПЖР 3.315.28–30, ПЖР 3.200.26–28 (ГОСТ 9849–86) и Сулинского металлургического завода «Стакс» (Красный Сулин, Россия) марки ПЖВ 4.160 (ГОСТ 9849–86).

Содержание углерода и кислорода ограничиваются лишь в порошках, предназначенных для резки нержавеющих сталей. Процесс резки протекает устойчиво при содержании в порошке до 0,4% углерода и до 0,6% кислорода. Увеличение процентного содержания этих газов приводит к увеличению расхода порошка и ухудшению качества поверхности реза. Содержание кис-

лорода в данном случае не должно превышать 6%. В общем случае преимущества отожженного порошка губчатого железа над неотожженным оказались незначительными, поэтому более дорогие отожженные порошки применяют лишь при обработке определенных легированных материалов.

У порошков, распыленных водой, содержание углерода в сплаве в сочетании с быстрым охлаждением приводит к очень высокой твердости у сырого, неотожженного порошка, что вызывает высокий износ системы подачи порошка.

Твердость частиц железных порошков шведской компании Hoganas AB, HV_{0,025}:
 Неотожженный порошок губчатого железа M40 128
 Отожженный порошок губчатого железа M40 102
 Неотожженный распыленный железный порошок A40S 582
 Отожженный распыленный железный порошок ASC40.29 111

Таким образом, отжиг распыленных порошков очень желателен.

Неотожженный порошок губчатого железа Hoganas марки C100.29 является оптимальным выбором при обычной кислородно-флюсовой обработке.

Состав порошка губчатого железа марки C100.29, % по массе:

Fe tot	98
Fe met	96,5
C	0,2
S	<0,015
P	<0,015

Для удовлетворения особых требований, предъявляемых к свойствам порошка, фирма «Hoganas AB» предлагает следующие марки порошков: W100.25, NC100.24, V120. Две первые марки удовлетворяют требованию к низкому содержанию углерода, последняя — к меньшему размеру частиц. Распыленные порошки целесообразно применять для специальных целей.

Актуальность и целесообразность применения кислородно-флюсовой резки с использованием металлических порошков при обработке таких материалов, как высоколегированные, нержавеющие стали, чугун и цветные металлы, бетон и железобетон, очевидна. Кроме технологических преимуществ, обеспечивающих качественную и производительную резку перечисленных материалов, можно отметить простоту, портативность и сравнительно низкую стоимость оборудования.

● #580

Влияние величины депланации на механические свойства сварного соединения и геометрию шва

Д. Г. Носов, В. В. Перемитько, канд. техн. наук, ДГТУ (Днепродзержинск)

Наиболее вероятным дефектом при изготавлении сварных металлоконструкций в единичном и мелкосерийном производстве (при отсутствии специализированной оснастки) является смещение кромок свариваемых деталей в горизонтальной плоскости — депланация. Причины смещения кромок могут быть различными: неправильно выбранные допуски на механическую обработку деталей, подлежащих сварке; некачественная сборка деталей перед сваркой; температурные деформации. Перечисленное приводит не только к отклонению действительных размеров металлоконструкции от проектных, но и к снижению ее эксплуатационных свойств.

Известно, что швы со смещением стыкуемых поверхностей имеют более низкие прочностные характеристики, чем швы, где указанный дефект отсутствует. По мнению авторов, снижение основных показателей механических свойств сварного соединения непосредственно связано с изменением геометрии шва.

Получены математические зависимости изменения размеров шва от величины депланации, а также определено ее влияние на свойства сварных соединений.

Экспериментальные исследования проводили, используя образцы из стали 09Г2С (ГОСТ 19281-89) толщиной 3 и 6 мм. Механизированную дуговую сварку выполняли с защитой зоны плавления смесью углекислого газа и кислорода в процентном соотношении соответственно 80/20, проволокой Св-08Г2С диаметром 1,2 мм в специальном жестком стапеле (*рис. 1*). Для смещения кромок под одну из свариваемых пластин помещали полосы из тонколистовой стали толщиной 0,5 мм. Стык сваривали на флюсовой подушке с целью предотвращения прожога основного металла. Величину смещения до и после сварки измеряли специальным приспособлением со стрелочным индикатором (*рис. 2*) и для

каждого образца регистрировали с точностью до 0,1 мм.

Работу проводили в два этапа. На первом оценивали влияние величины депланации на механические свойства сварного соединения; при этом контролировали изменение геометрии шва. Второй этап — корректировка режимов сварки для депланированных стыков с целью получения соединения с необходимыми механическими свойствами.

Для испытаний на прочность при растяжении из каждой пары пластин вырезали по три стандартных образца (ГОСТ 6996-66). Геометрические размеры шва измеряли при помощи стандартного измерительного инструмента (линейка, штангенциркуль).

При сварке депланированных стыков на режимах, обеспечивающих оптимальную площадь поперечного сечения шва без смещения кромок F_n (исходя из нормального формирования швов, выполненных с учетом требований ГОСТ 14771-76), наблюдали

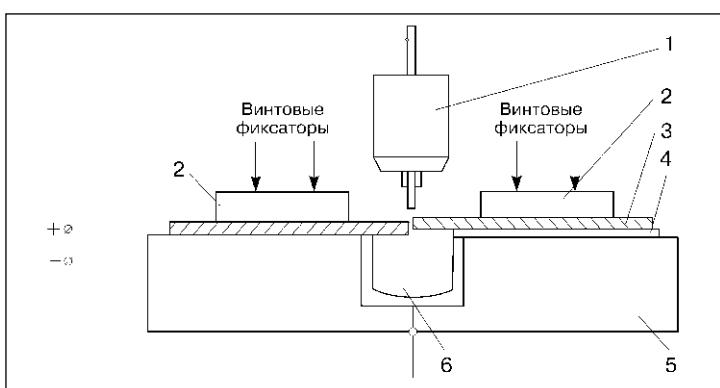


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 — сварочная горелка; 2 — прижимные пластины; 3 — образец; 4 — прокладка; 5 — стапель; 6 — флюсовая подушка

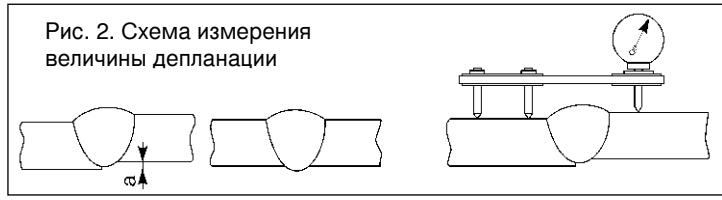


Рис. 2. Схема измерения величины депланации

Таблица. Средние значения геометрических параметров сварного шва

a	e	g	F _a	k _a
0,0	7,87	1,02	11,90	1,00
0,5	10,07	1,23	15,29	1,27
1,0	10,13	1,43	16,86	1,41
1,5	10,50	1,45	17,42	1,45
2,0	10,73	1,52	18,23	1,52
2,5	10,97	1,56	18,83	1,57
3,0	11,00	1,62	19,37	1,61
3,5	11,53	1,68	20,53	1,71
4,0	12,00	1,72	21,48	1,79

Примечание. Здесь k_a — коэффициент депланации; k_a=F_a/F_H, где F_H — площадь поперечного сечения шва без смещения кромок, F_a — площадь поперечного сечения шва с депланацией a.

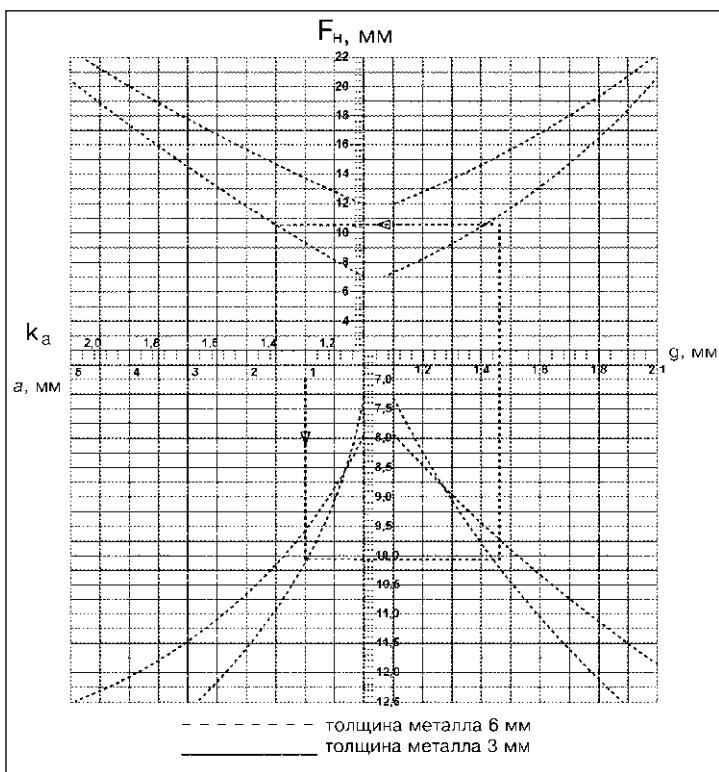


Рис. 3. Номограмма для определения коэффициента k_a

резкое снижение механических свойств соединения. Визуальный анализ швов показал, что большая часть наплавленного металла расходовалась на заполнение выпуклости шва, при этом значительно увеличивалась ширина валика. Разрушение образцов происходило по шву, начиная от a=1/3S, где a — величина депланации, S — толщина металла.

На втором этапе режим корректировали, снижая скорость сварки для полного заполнения зазора с плавным переходом наплавленного металла к основному. При этом, как видно из таблицы, увеличивалась фактическая площадь наплавленного металла. Испытания показали, что разрушение образцов в зоне термического влияния происходило при значении a≤0,5S. Предел выносливости σ_b в среднем составлял 510 МПа, предел текучести σ_t=345 МПа, относительное удлинение δ=21,3%, относительное сужение ψ=40,3%, что соответствовало стандартным значениям указанных показателей для стали 09Г2Д. При a>0,5S разрушение образцов происходило по сварному шву.

При обнаружении неисправимого дефекта сборки, после определения средней фактической величины смещения стыков, корректировка режимов возможна с помощью номограммы, приведенной на рис. 3 (перемещение по номограмме осуществляется против часовой стрелки).

Например, для обеспечения работоспособности стыкового соединения С2 по ГОСТ 14771-76 (толщина металла S=6 мм), при величине депланации a=1 мм ширина валика e должна быть увеличена до 9,6 мм, усилие шва g должно быть не менее 1,45 мм, площадь поперечного сечения наплавленного металла F_a должна составлять не менее 11 мм². Кроме того, коэффициент депланации k_a можно использовать как корректирующий при расчете режимов сварки по F_H.

● #581

Уточнение

В прошлом номере нашего журнала («Сварщик» №3, 2005 г.) в статье **В. И. Титаренко, А. А. Голякевич, Л. Н. Орлов, Ю. М. Гитин «Дуговая наплавка самозащитной порошковой проволокой в ОАО «ДМК»** были допущены некоторые неточности.

На стр. 10 во второй колонке, конец первого абзаца напечатано: «Срок службы роликов, наплавленных самозащитной проволокой в ОАО «ДМК» (рисунок), увеличился в четыре раза».

Должно быть: «Срок службы роликов, наплавленных самозащитной проволокой в ОАО «ДМК» (рисунок), планируется увеличить в 3–4 раза».

На стр. 11 в первой колонке, в первом абзаце напечатано: «На специальной установке, разработанной и изготовленной ЧНПКФ «РЕММАШ», можно устанавливать под наплавку одновременно 30 заготовок кернов».

Должно быть: «На специальной установке, разработанной и изготовленной специалистами ОАО «ДМК» при участии ЧНПКФ «РЕММАШ», можно устанавливать под наплавку одновременно 30 заготовок кернов».

Редакция приносит свои извинения авторам статьи и читателям за допущенные неточности.



Комплексна оцінка умов праці при контактному стиковому зварюванні оплавленням

О. Г. Левченко, д-р техн. наук, ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров,
кандидати техн. наук, Національний технічний університет України «КПІ»

Контактне стикове зварювання оплавленням (КСЗО) є високопродуктивним процесом з'єднання металів, легко піддається автоматизації та механізації, ефективне в масовому та великосерійному виробництвах, дає значний економічний ефект, різко зменшує витрати металу і обсяг механічної обробки, не потребує достатньо дорогих електродів.

До 1950-х років минулого століття машини для КСЗО мали порівняно малу потужність, а сам процес займав невелику питому вагу серед інших видів зварювання. Завдяки цьому у ті роки і виникла теорія «нешкідливості КСЗО».

З початку 1960-х років цей процес почали застосовувати у будівництві великих трубопроводів, для прокладки залізничних колій, а також у галузях, які потребують зварюючих конструкцій та виробів великих габаритів з нержавіючої сталі та спеціальних жароміцьких сплавів. Для цих потреб були розроблені та впроваджені у виробництво нові потужні сучасні зварювальні машини. Однак теорія «нешкідливості КСЗО» продовжувала панувати.

На той час науково-дослідні інститути рігієнії праці і профзахворювань, охорони праці та інші виконали комплексні дослідження існуючих умов праці та розробили профілактичні заходи щодо їх поліпшення для більшості способів зварювання. І тільки умови праці при КСЗО залишились недослідженими. Так, до 1968 р. публікацій на цю тему не відомо. В перших публікаціях, присвячених цій проблемі в 1969 та 1970 рр., була висунута пропозиція про необхідність звернути серйозну увагу на комплексне дослідження умов праці та розробку відповідних заходів щодо їх нормалізації при даному процесі. Вперше інструментальні дослідження існуючих умов праці були виконані А. Г. Степановим та І. М. Науменком із співробітниками. Ці

дослідження виконувались переважно на підприємствах Росії. Але далі експериментальних розробок і запропонованих нормативів діло не пішло. Зараз ці питання залишаються актуальними і потребують комплексного та глибокого вивчення.

Коротка характеристика процесу. Технологічний процес КСЗО складається з ряду допоміжних процесів як до виконання зварювання, так і після нього, а також безпосереднього зварювання. Підготовчими процесами, які здійснюють до зварювання, є підготовка торців зварювальних заготовок, а також їх установлення та центрування. Потім виконують безпосередньо процес зварювання. За ним – знімання виробів і зачищення зварного з'єднання.

Підготовка торців включає обробку деталей, що з'єднуються, та очищенння на ділянках струмопідвода. Обробку торців, що зварюються, виконують різанням на пресі, пилкою, ножицями чи на металорізальному верстаті. Ці процеси супроводжуються такими шкідливими виробничими факторами: шумом, вібрацією та запиленням повітря робочої зони.

Іржу та окалину з поверхонь деталей видаляють за допомогою ручних швидкохідних пневматичних машинок з наждачними кругами. Електроди зачищають вручну. Супутні шкідливі фактори при цьому такі: шум, вібрація, забруднення повітря пилом оброблюваного металу і наждачного круга, а також надмірні навантаження на руки.

Установлення та центрування зварювальних заготовок здійснюють вручну або за допомогою вантажопідіймальних кранів. Шкідливими факторами, що супроводжують ці процеси, є залишкові забруднення повітря робочої зони та іонізація атмосфери від попередніх процесів КСЗО.

Власне процес КСЗО виконується без попереднього підігрівання зварювальних матеріалів (безперервним зварюванням) з попереднім підігріванням. У першому

випадку процес включає дві стадії: оплавлення та осідання, а у другому — три стадії: підігрівання, оплавлення та осідання. Підігрівання сприяє скороченню тривалості стадії нестійкого оплавлення при «холодних» торцях і виконується у різних печах, індукторах, а найчастіше — безпосередньо у зварювальних машинах.

Під час зварювання як з попереднім підігріванням, так і без нього деталі нагрівають до утворення на їх торцях тонкого шару рідкого металу. Осідаючи, цей забруднений оксидами метал витискується з проміжку і утворює так звані «здирки», а розплавлений чистий метал зварюється.

Після установлення заготовок в губки-затискачі машини подають напругу. Потім губки зближують і заготовку стискають. Починається протікання струму. Утворюються містки-канали протікання електричного струму дуже великої сили від 9 кА і більше. Метал цих містків нагрівається за надзвичайно короткий час. Процес кипіння супроводжується інтенсивним випаруванням металу. Містки руйнуються. Напругу вимикають. Після цього заготовку, нагріту до високої температури, утримують в губках до охолодження, а потім знімають з машини. Таких технологічних циклів може бути до 100 на годину. Для охолодження зварювальної машини застосовують воду.

Характеристика шкідливих факторів процесу зварювання. Основні шкідливі фактори, що створюються під час процесу КСЗО — наведення магнітного поля промислової частоти, інтенсивне іскроутворення, ультрафіолетова та інфрачервона радіація, видиме різникольорове випромінювання, іонізація та зволоження повітря, шум, утворення зварювального аерозолю і газів та їх надходження в атмосферу виробничих приміщень.

Магнітне поле промислової частоти. Одним з найбільш характерних шкідливих виробничих факторів, притаманних саме контактному зварюванню, є інтенсивне магнітне поле промислової частоти. Триває та багаторазова дія цього поля чинить вплив на центральну нервову систему, а також на серцево-судинну систему, яка реагує навіть на незначні рівні магнітного поля. Дія магнітного поля викликає зниження частоти серцевих скорочень (брадикардія) і систолічного тиску, підвищення тонусу судин, морфологічні зміни, збільшення швидкості плину крові і розширення артерій, а також зміни у легенях, печінці,

нірках і підшлунковій залозі аж до їх омертвіння. Має місце розлад генодинаміки у більшості внутрішніх органів, що свідчить про загибелю елементів крові. Характерними є також «магнітний фосфен» (відчуття миготіння в очах) та збільшення часу невиразного бачення.

Згідно з Державними санітарними нормами та правилами при роботі з джерелами електромагнітних полів (ДСН 3.3.6.096-2002) гранично допустимий рівень напруженості магнітного поля частотою 50 Гц під час постійного впливу протягом робочого дня (8 год) є 1,4 кА/м. При зменшенні часу експозиції гранично допустимі рівні напруженості поля збільшуються.

Напруженість магнітного поля на рівні затисків губок складає в залежності від площини поперечного перерізу, форми і матеріалу виробів, що зварюють, від 70 до 1500 А/м. Зварник підпадає під дію магнітного поля 3–4 год за робочу зміну. При цьому гранично допустимий рівень напруженості поля складає 3,2–4,0 кА/м.

Іскроутворення. Значна частина електроенергії, що підживляється до місця зварювання, зосереджується у найвужчій частині місця стикання — перемичці й викликає швидке нагрівання її до високих температур. Процес нагрівання перемички до пароподібного стану протікає приблизно за 0,001 секунди.

Тиск парів металу, що утворюються при такому швидкому нагріванні місця контакту, зумовлює вибух перемички. Весь рідкий метал силою вибуху викидається назовні. Частинки розплавленого металу викидаються у вигляді дрібних сферичних крапельок зі швидкостями більшими за 60 м/с. Бризки розплавленого металу вилітають в усі боки на відстань, що іноді сягає десятків метрів. Ці іскри мають високу температуру і можуть викликати опіки шкіри та пропалити одяг.

Ультрафіолетове випромінювання. Дія ультрафіолетових променів викликає руйнування (деструкцію) та хімічне розщеплення тканин і пов'язана з відносно грубими і стійкими змінами. При цьому має місце й часткова загибелю клітин шкіри та їх прискорена поліферація (зміна форми і розмірів). Промені з довжиною хвилі 400–180 мкм поглинаються зовнішніми середовищами ока і, в залежності від інтенсивності й тривалості дії, зумовлюють різні ступені ураження — сильну різь та біль в очах, слізотечу, часткове осліплення, головний біль.

Характерно, що інтенсивність ультрафіолетового випромінювання, що виникає

при КСЗО, значно менша ($35\text{--}50 \text{ мВт}/\text{м}^2$), ніж при ручому дуговому зварюванні (до $100 \text{ мВт}/\text{м}^2$) та при різанні металу вугільними електродами (до $170 \text{ мВт}/\text{м}^2$).

Іонізація атмосфери. Процес КСЗО характеризується наявністю потужних іонізаторів повітря у вигляді розплавленого металу, ультрафіолетового випромінювання, різноманітних хімічних реакцій, виділення іонів розплавленого металу та інше і є надзвичайно потужним генератором легких і важких іонів обох полярностей. При цьому спостерігається різка перевага важких іонів і коефіцієнт забруднення повітря (відношення суми важких іонів у приміщенні цеху з КСЗО до суми важких іонів повітряного середовища заводу) сягає 110.

Вплив аероіонів на організм людини багатогранний. Так, якщо електричний заряд негативної полярності передається токсичною частинкою, то шкідливість для організму від цієї частинки збільшується внаслідок підвищення її біологічної активності. Те ж саме, тільки в більшій мірі, спостерігається в результаті дії важких частинок позитивної полярності. У цьому випадку теж відбувається синергетичний ефект.

Шум. Зварювання виробів на машинах КСЗО супроводжується значним шумовим ефектом. Шум, що випромінюється самою машиною, створюється в результаті вибухів перемичок металу та витікання стиснутого повітря із пневмосистем, які слугують для управління роботою гідроприводу затискачів. Рівень шуму залежить від режиму зварювання і матеріалу зварюваних деталей. Слід зазначити, що зварювання мояжу (латуні) та алюмінію супроводжується більш інтенсивним шумоутворенням, ніж зварювання сталі.

Найбільший приріст звукової потужності має місце у частотному діапазоні 250–500 Гц за рахунок руйнування перемичок металу. У процесі зварювання і обрубання у частотному діапазоні 200 Гц – 10 кГц рівень шуму перевищує норму до 35 дБА.

Забруднення повітряного середовища. Процес електрозварювання супроводжується інтенсивним утворенням аерозолю та газів, що призводить до забруднення повітря виробничих приміщень. Знаходячись в забрудненій атмосфері, зварник та інші працівники зазнають як зовнішньої, так і внутрішньої дії шкідливих речовин, які осідають на поверхні шкіряного покриву, потрапляють на слизові оболонки рота, очей, верхніх дихальних шляхів, зіслиною – травний тракт, вдихаються у легені.

Під час КСЗО спостерігається інтенсивне утворення зварювального аерозолю (більше 30 г/хв) та газів, таких як оксиди азоту та оксиди вуглецю, концентрація яких у декілька разів перевищує гранично допустиму.

Після закінчення процесу зварювання і охолодження виробу видаляють задирки та витиснутий метал. Для цього застосовують зубила та ручні пневматичні швидкохідні машинки з наждачними кругами. Шкідливі виробничі фактори при цьому такі ж, як і при підготовці заготовок.

На основі вище наведеного можна зробити такі висновки:

1. Умови праці при КСЗО характеризує цілий комплекс шкідливих виробничих факторів, різноманітних за механізмом їх утворення та біологічною активністю.

2. Умови праці при КСЗО недостатньо досліджені за гігієнічними характеристиками процесу зварювання, інтенсивністю шкідливих виробничих факторів та їх дією на організм людини.

Для нормалізації умов праці на робочих місцях при виконанні контактного стикового зварювання оплавленням (основного та допоміжних) слід:

- в першу чергу провести всебічні комплексні інструментальні дослідження всіх без винятку шкідливих факторів (специфічних та загальних), притаманних цим технологічним процесам;
- провести дослідження для всіх застосуваних машин КСЗО при різних режимах їх роботи, для різних за профілем і перерізом зварювальних виробів та для різних зварювальних металів і сплавів;
- виконати гігієнічні дослідження комплексного впливу цих шкідливих факторів на організм людини;
- скласти карти умов праці для всіх робочих місць і професій;
- на основі атестації робочих місць розробити засоби колективного захисту та рекомендації щодо застосування засобів індивідуального захисту і організаційно-технічних заходів;
- як тимчасовий захід – встановити пільги та компенсації працівникам за важкі та шкідливі умови праці відповідно до атестації робочих місць;
- враховуючи результати проведених досліджень, розробити безпечні інженерно-технічні рішення для модифікації існуючих і нових моделей машин КСЗО.

● #582

Международная выставка «Сварка. Родственные технологии–2005»

25–28 апреля 2005 г. в Киеве (выставочный центр «Киев-ЭкспоПлаза») в рамках «Недели промышленных технологий» с большим успехом прошла вторая международная выставка оборудования, материалов, технологий «Сварка. Родственные технологии–2005». Выставка стала заметным событием и вызвала интерес у специалистов не только сварочного производства, но и металлургической, химической, энергетической, пищевой, строительной, электротехнической отраслей промышленности.

Организаторы выставки – Научно-технический комплекс «Институт электросварки им. Е. О. Патона», выставочная компания «Евроиндекс» и Общество сварщиков Украины – разработали специальную тематику выставки и создали оптимальные условия для демонстрации современных технологий сварки, резки и наплавки, а также сварочных материалов и оборудования, средств неразрушающего контроля и защиты сварщиков, которые могут обеспечить инновационный путь развития сварочного производства.

На площади более 2000 кв. м в современном выставочном павильоне были представлены экспозиции научно-исследовательских центров, предприятий и фирм Украины, России, Австрии, Германии, Италии, Польши, Турции, Франции и Швеции.

В церемонии официального открытия «Недели промышленных технологий», объединяющей семь промышленных выставок, приняли участие: *Б. Е. Патон*, академик, Президент национальной академии наук Украины; *С. Н. Николаенко*, министр образования и науки Украины; *С. Г. Грищенко*, заместитель министра промышленной политики Украины; *И. Й. Рыбич*, первый заместитель председателя правления НАК «Нафтогаз Украины» и другие официальные лица.

В приветствии участникам выставки академик НАН Украины Борис Евгеньевич Патон отметил, что достижения сварочной науки и техники оказывают существенное влияние на современное состояние и тенденции развития мировой экономики.

Участие в выставке НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» и особенно его головной организации – Института электросварки им. Е. О. Патона неизменно вызывает повышенный интерес у участников и посетителей. В этом году Институт электросварки демонстрировал специальные технологии дуговой и контактной сварки сталей и цветных металлов, методы диагностики, восстановления и ремонта ответственных металлоконструкций и технологического оборудования, сварку живых тканей и др.

НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» на выставке предлагал современные формы сотрудничества с промышленными предприятиями, заключающиеся в комплексном решении проблем сварочного производства предприятия. Результативность такого сотрудничества подтверждена практикой. Так, в 2004 г. для ряда крупных машиностроительных

предприятий Украины и России были выполнены работы по модернизации технологических процессов изготовления сварных металлоконструкций, ремонту крупногаба-



ритного технологического оборудования, которые включали проектирование и изготовление сварочной техники, разработку и внедрение технологии сварки, подготовку кадров. Это обеспечивает создание конкурентоспособных сварных конструкций, продление ресурса эксплуатации технологического оборудования, эффективное использование материальных средств предприятия. На стенде НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» всегда можно не только ознакомиться с современными достижениями сварочной науки и техники, но и получить оперативную консультацию по технологии сварки, выбору и применению сварочного оборудования и материалов.



Стремительное экономическое развитие Украины вызвало необходимость переоснащения национального сварочного производства современной и надежной сварочной техникой. На выставке сварочную тех-

нику представили: Каховский завод электросварочного оборудования, Фирма «СЭЛМА» (Симферополь), Опытный завод сварочного оборудования ИЭС им. Е. О. Патона, «Коммунар» (Харьков), «Южный мерида» (Херсон), Симферопольский моторный завод, Киевский механический завод «Сварка», ГП «Артем» (Киев), «Элма-Эмита» (Донецк), Приборостроительный завод (Рязань, Россия), а также фирмы: «ESAB» (Швеция), «Kemppi» (Финляндия), «Fronius» (Австрия), «Castolin» (Германия) и др.

Сегодня у отечественного потребителя есть реальная возможность выбрать оборудование, отвечающее его требованиям как по техническим характеристикам, так и по стоимости. Украинские заводы — изготавливают сварочной техники ежегодно разрабатывают и производят по несколько новых видов электросварочного оборудования и создают реальную конкуренцию ведущим зарубежным фирмам.



Значительное внимание на выставке уделялось механизации сварочных работ как одному из эффективных способов повышения качества сварных конструкций и производительности сварки. Здесь демонстрировались врашатели, кантователи, манипуляторы Завода сварочного оборудования (Киев), автоматизированные и роботизированные комплексы фирмы «Навко-Тех» (Киев), специальное сварочное оборудование фирм «Polysoud» (Франция), «EWM High Tec Welding GmbH» (Германия) и др.

Широкий ассортимент расходных материалов для механизированной сварки на выставке предлагали предприятия-производители сварочных материалов: «Межгосметиз-Мценск» (Россия), «Askaynak» (Турция), «ESAB» (Швеция) — сплошную омедненную проволоку для сварки в защитных

газах; фирма «Элна» (Киев), завод «Арксэл» (Донецк), «Welding Alloys Ltd» (Англия) — порошковые проволоки.

Несмотря на существенное увеличение, в последнее время, применения механизированной сварки и материалов для механизированной сварки, основной объем сварочных работ в Украине и странах СНГ выполняется ручной дуговой сваркой покрытыми электродами. Выставка продемонстрировала, что производители сварочных электродов основное внимание уделяют как расширению номенклатуры производимой продукции, в том числе за счет освоения производства новых прогрессивных марок электродов, так и повышению качества и снижению их стоимости. Наряду с традиционными участниками сварочных выставок в Киеве — производителями сварочных электродов, такими как Опытный завод сварочных материалов ИЭС им. Е. О. Патона, «Арксэл», «Межгосметиз», «ESAB» впервые свою продукцию демонстрировали фирмы «Askaynak» (Турция) и «Castolin» (Германия).

Оборудование для газовой сварки и резки представили: завод «Донмет» (Краматорск), ООО «ЗОНТ», ООО «Агора» (Киев), ЗАО «Джет» (Ижевск), «РОМЕТ-2» (Польша).

В последние годы большое внимание уделяется оснащению рабочих мест сварщиков современными специальными инструментами, аксессуарами, средствами защиты сварщиков. В Украине хорошо известна продукция фирмы «Abicor Binzel» (Германия), выпускающая горелки, держатели для механизированной и ручной дуговой сварки, плазменной резки, а также продукция фирм «РОМЕТ-2» (Польша) — клеммы массы, защитные очки и маски, «ЗМ» — средства защиты сварщика, ООО «ГРИК» (Киев) — сварочные щитки, маски. В этом году эти фирмы демонстрировали новые образцы продукции, которые заинтересовали посетителей.

Актуальные для промышленности Украины оборудование, технологии и материалы для ремонта и восстановления ресурса технологического оборудования, деталей и механизмов демонстрировали фирмы «Castolin» (Германия), «Вилтранс» (Киев), «SBI» (Австрия).

Как ведущая выставка сварочной техники в Украине «Сварка. Родственные технологии-2005» ежегодно привлекает все больше внимание специалистов различных отраслей промышленности. В этом году выставку посетили более 5000 специалистов всех регионов Украины, а также России, Беларуси, Молдовы, Польши, Литвы, Латвии. Успех выставки определяется профессиональной работой ее организаторов, местом проведения выставки — городом Киевом, где более семидесяти лет развивает сварочную науку и технику всемирно известный Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, и страной — Украиной с динамично развивающейся экономикой.

Организаторы выставки приглашают всех заинтересованных в установлении деловых контактов с промышленными предприятиями Украины и стран СНГ на следующую третью международную выставку «Сварка. Родственные технологии-2006», которая состоится 17–20 апреля 2006 г. в Киеве в крупнейшем выставочном центре Украины «КиевЭкспоПлаза».

• #583

Выставка «Машпром» и спецэкспозиция «РемМашИндустря»

Международная выставка машиностроения и промышленного оборудования «Машпром» состоится в Днепропетровске 11–14 октября 2005 г. Впервые будет представлена специализированная экспозиция «РемМашИндустря». Организатор выставки – компания Экспоцентр «Метеор», выставка пройдет при поддержке крупнейшего предприятия Украины – Южного машиностроительного завода им. А. М. Макарова.

Уже сейчас ведущие компании, которые заранее планируют продвижение своей продукции, заявили об участии в выставке «Машпром». Некоторые из них согласились поделиться информацией о новинках, которые будут представлены на их стенах.

Грабко Игорь Анатольевич, генеральный директор ООО «СП «Стан–Комплект»: В этом году на выставке «Машпром» наша компания планирует представить оборудование, ранее неизвестное украинскому потребителю, – это токарно-винторезные станки производства ZMM SLIVE (Болгария) и гидравлические листогибочные прессы и гильотинные ножницы производства «Ermaksan» (Турция). Выставка «Машпром» – очень важный этап в работе, проводимой ООО «СП Стан–Комплект» по продвижению своей продукции на украинском рынке. Здесь существует уникальная возможность непосредственного общения с большинством крупнейших украинских потребителей промышленного оборудования, что позволит ближе узнать и учесть потребности рынка, определить перспективы и направления дальнейшего развития.

Стадничук Юрий, инженер отдела продаж ООО «Аскания–Инжиниринг»: Компания ООО «Аскания–Инжиниринг» – официальный дистрибутор мирового лидера по производству компрессорной техники компании «Атлас Копко». На выставке «Машпром» мы будем презентовать широкий спектр компрессорной техники. Участие в выставках является одной из возможностей наглядно ознакомить потребителя с нашей продукцией.

Жулаг Владимир Николаевич, коммерческий директор ООО «Прома УА»: Компания «Прома УА» – эксклюзивный дистрибутор торговой марки FERM, выпускающей метал-

ло- и деревообрабатывающие станки и электроинструмент. Наиболее интересный ассортимент продукции будет представлен на выставке «Машпром» в 2005 году. Помимо этого, потребитель сможет увидеть новинку продукции нашей компании – радиально-сверлильный станок RV–32. Мы считаем, что специализированные выставки являются именно теми мероприятиями, в которых заинтересованы все участники рынка – от производителей до потребителей, и ничто не сможет заменить непосредственного общения деловых партнеров.

Тематика новой специализированной экспозиции «РемМашИндустря» выбрана не случайно. Сегодня оборудование на многих отечественных предприятиях (как государственной, так и частной форм собственности) нуждается в капитальном ремонте. И, как показывает опыт, гораздо дешевле сделать этот ремонт заранее, до того как это оборудование выйдет из строя.

Видя эти потребности рынка, Экспоцентр «Метеор» в рамках ежегодной международной выставки «Машпром» впервые собирает специализированную экспозицию «РемМашИндустря». На ней будут представлены техника и оборудование, бывшие в эксплуатации, восстановленное и модернизированное оборудование, современные технологии ремонта, восстановления и модернизации.

В выставке «Машпром» принимают участие как молодые компании, так и компании с мировым именем. В рамках выставки планируется проведение семинаров и круглых столов, а также конференция по новым технологиям восстановления и ремонта промышленного оборудования.

Сегодня выставка «Машпром» – это специализированная промышленная площадка, на которой практически любое предприятие, работающее в этой сфере, может найти для себя новые и интересные предложения. Выставка «Машпром» и первая специализированная экспозиция «РемМашИндустря» состоятся **11–14 октября 2005 г.** в Экспоцентре «Метеор» (Днепропетровск). ● #584

Специалисты по исследованию товарного рынка Экспоцентра «Метеор»
Валентина Мотовилова, Алена Беловол



Международная научно-техническая конференция «Современные технологии металлообработки»

14–17 июня 2005 г. в Минске (Республика Беларусь) состоялись международная научно-техническая конференция «Современные технологии металлообработки» и белорусско-украинский научно-технический семинар «Неразъемные соединения перспективных материалов: теория и практика». Конференция и семинар были организованы Национальной академией наук Беларуси, Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь, ГНУ «Физико-технический институт» (Минск). В этих мероприятиях приняли участие ученые и специалисты из Республики Беларусь, Российской Федерации, Украины, Польши, Казахстана, Республики Корея, Китая, Индии, Бразилии, — всего более 100 человек.

На конференции и семинаре обсуждались результаты исследований в области создания различных высокоэнергетических технологий (лазерных, электроннолучевых, электроэррозионных), технологий и оборудования для обработки металлов давлением (импульсная штамповка и формовка листовых металлов, клиновая прокатка, волочение и ультразвуковая обработка), упрочнения обрабатывающего инструмента нанокомпозиционными алмазоподобными покрытиями, новых перспективных материалов электронной техники, материаловедения конструкционных материалов, специальных видов литья, термообработки и механической обработки, ремонта и восстановления деталей и узлов машин и механизмов. Всего было представлено более 90 докладов. Все они опубликованы в сборнике, изданном к открытию конференции.

Как весьма положительный фактор следует отметить, что большинство представленных результатов исследований уже имеют практическое применение в различных отраслях промышленности. В то же время ряд докладов были посвящены более глубокому изучению физических явлений в твердых телах при технологических процессах и разработке альтернативных подходов к созданию новых технологий, материалов и технологического оборудования. Наибольшее количество докладов было посвящено инженерии поверхностей, а именно технологиям упрочнения и нанесения покрытий.

Упрочнение поверхности алмазоподобными наноструктурными покрытиями было рассмотрено в докладе Э. И. Точицкого (НИЦ «Плазмотех» Физико-технического института, Минск). Представлены: новая технология импульсного плазменного осаждения, новый высокопроизводительный катодно-дуговой источник плазмы с точностью задания толщины покрытия ± 5 нм и новый абразивный материал для прецизионных покрытий. Показано, что углеродные алмазоподобные покрытия очень эффективны для обрабатывающего и мерительного инструмента, деталей топливной аппаратуры дизельных двигателей, медицинских изделий, головок термопечати, молдинговых форм для изготовления изделий из пластмасс.

Многолетний успешный опыт применения и развития технологий индукционного нагрева для обработки деталей автомобилей (зубчатые колеса, детали сложной формы, протяженные до 6 м детали, стальная дробь) рассмотрен в докладе А. И. Михлюка (Минский автомобильный завод).

А. Г. Князева (Институт физики прочности и материаловедения, Томск) представила результаты исследований метода нанесения сверхтвердых нанокомпозитных (TiN/Cu) покрытий на аустенитные стали и твердые сплавы. Предложены новые катоды с минимальной пористостью и однородной мелкозернистой структурой для плазменно-дугового напыления.

В докладе И. Л. Поболя (Физико-технический институт, Минск) изложена технология формирования градиентных структур типа «сэндвич» на чугуне с использованием горячей пластической деформации и электронно-лучевой обработки поверхности.

В докладе В. В. Иващенко (Физико-технический институт, Минск) показано, что использование разработанных технологий лазерной закалки или наплавки ножей кормоуборочных комбайнов существенно продлевает их срок службы.

Представило интерес сообщение С. В. Ващенко (Объединенный институт энергетических и ядерных исследований, Минск) об экологически безопасной технологии плазменно-электролитной полировки металлических изделий с получением шероховатости $R_a=0,04$ мм.

Использование импульсных магнитных полей с энергией 1 кДж для получения более высококачественных отливок показано в докладе В. А. Глушенкова (Самарский государственный аэрокосмический университет им. Академика С. П. Королева). Предложен соответствующий литейный кокиль со встроенной индукторной системой.

Импульсные технологии штамповки металлов были освещены в докладе Г. Н. Здора (Институт сварки и защитных покрытий, Минск).

Перспективы развития технологий и оборудования для специальных методов литья в машиностроении Республики Беларусь проанализированы в докладе Д. А. Волкова (Институт БелНИИлит, Минск).

В многочисленных докладах, посвященных технологиям получения новых конструкционных и инструментальных материалов и их обработке, была представлена обширная информация об опыте их применения и о последних лабораторных достижениях.

Ряд усовершенствованных технологий и оборудования для сварки и родственных процессов был представлен в докладах Института электросварки им. Е. О. Патона (Киев), Института сварки и защитных покрытий (Минск), НИИ импульсных процессов (Минск), Физико-технического института (Минск), Белорусского государственного аграрного технического университета (Минск), Белорусско-российского университета (Могилев), СП «Белфин» (Минск).

В одном из докладов В. Ф. Хорунова были приведены результаты разработок Института электросварки им. Е. О. Патона в области соединения жаропрочных сталей с использованием высокотемпературной пайки. Такой подход позволяет обеспечить более низкую, по сравнению с традиционными способами сварки, температуру нагрева соединений, исключить расплавление основного металла, дает возможность применения в качестве припоев сплавов самых разнообразных композиций, в том числе композиционных припоев и тем самым повысить стойкость соединений образованию горячих околоводных трещин или трещин в зоне термического влияния.

Опытом работ по восстановлению сваркой и продлению ресурса эксплуатации цельнолитых узлов производственного оборудования поделился с коллегами *В. Д. Позняков* (Институт электросварки им. Е. О. Патона). В его докладе были отражены основные подходы к подготовке и проведению ремонтных работ, а также продемонстрированы результаты научных исследований, которые предшествовали разработке технологических процессов сварки.

С докладами «Перспективные направления применения резки кумулятивными зарядами на объектах нефтегазопроводного транспорта» и «О перспективах использования коротких импульсов в материалообработке» выступил *Б. И. Паламарчук* (Институт электросварки им. Е. О. Патона). Описан опыт применения высокопроизводительных и безопасных технологий резки взрывом и новые направления развития импульсных технологий обработки материалов.

С большим интересом был воспринят доклад А. А. Кайдалова (ИЭС им. Е. О. Патона) «Систематизация

ция научно-технической продукции в области сварки и родственных процессов». В нем дана детальная характеристика основных технических, экономических и юридических аспектов, которые необходимо решать при продвижении научно-технической продукции в производство.

В целом конференция и семинар продемонстрировали высокий научный и инженерный уровень развития технологий металлообработки, но недостаточно большой объем их применения в промышленности стран СНГ. Предложение научно-технической продукции и инноваций явно превышает спрос промышленности. Наиболее перспективными технологическими направлениями из рассмотренных на указанных форумах являются восстановление изделий, импульсные и комбинированные процессы обработки, создание и применение наноматериалов, создание градиентных структур материалов.

А. А. Кайдалов, д-р. техн. наук, В. Д. Позняков,
канд. техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона (Киев)

Международная конференция «Welding technology – technology for development of EU industry»

6–8 июля 2005 г. в Ступаве (Словацкая Республика) состоялась международная конференция «Welding technology – technology for development of EU industry». Она была организована Association of Slovak Industrial Businessmen, Prva Zvaracska a. s., Slovak Welding Company, International Laser Centre, кафедрой сварки факультета технологий материалов Словацкого технологического университета. В конференции приняли участие ученые и специалисты из Словацкой Республики, США, Украины, ФРГ, Японии, — всего более 80 человек.

Основными вопросами, ставшими предметом обсуждения, были результаты исследований в области лазерных и электронно-лучевых технологий, специальных технологий и технологий реновации, а также аспекты стандартизации, подготовки кадров и сертификации. Всего было представлено около 30 докладов. Все они опубликованы в сборнике, изданном на компакт-диске.

Во вступительном докладе *P. Fodrek* (Prva Zvaracska a. s., Братислава, Словакия) был дан анализ состояния развития сварки в Европейском Союзе. Отмечено, что целями дальнейшего развития сварки являются:

- более интенсивное применение достижений науки и технологий;
 - встраивание сварки в цельный производственный процесс, автоматизация и роботизация сварки;
 - увеличение инвестиций в подготовку квалифицированного сварочного персонала для промышленности;
 - улучшение качества, надежности и ремонтопригодности сварных соединений;
 - разработка новых материалов.

Наибольшее количество докладов было посвящено технологиям реновации (Словацкий технологический университет, Трнава; Словацкий политехнический университет, Нитра; SE a. s., Братислава; Prva Zvaracska a. s., Братислава; Институт электросварки им. Е. О. Патона, Киев). Был представлен целый ряд промышленных технологий ремонта с помощью сварки, наплавки и упрочнения, успешно применявшимся

при восстановлении сложных и крупногабаритных машин и механизмов.

Современное состояние лазерных технологий в Словакии изложил в своем докладе *V. Blozon* (Linde Technicke Plynov Slovensko k. s., Братислава, Словакия).

Лазерная система интегрированного производства ALIMS и лазерная роликовая система были рассмотрены в докладе *M. Kutsuna* (Nagoya University, Япония). В нем отмечается, что ALIMS с волоконно-оптическим лазером мощностью 2 кВт успешно применяется для сварки кузовов в автомобилестроении, а также в других отраслях промышленности. В ближайшем будущем ALIMS поможет серьезно модернизировать промышленное производство. Лазерная роликовая система используется для сварки разнородных материалов: среднелегированной и высокопрочной стали с алюминиевым сплавом A5052.

Технологические возможности электронно-лучевых процессов, примеры их применения и новое оборудование были освещены в докладах *D. von Dobeneck* (Pro Beam, Мюнхен, ФРГ), *P. Blazicek* (Prva Zvaracska a. s., Братислава, Словакия), *A. A. Кайдалова* (НТК «Институт электросварки им. Е. О. Патона», Киев, Украина) и *J. Guspan* (ZTS VVU a. s., Кошице, Словакия).

Вызывали интерес доклады *M. Schnick* (Institute Produktionstechnik, TU Dresden, ФРГ) об измерении и моделировании потоков плазмы и защитных газов в сварочной дуге, *Z. Izdinska* (Словацкий технологический университет, Братислава, Словакия) о паяемости комбинации TiAl с низколегированной сталью и *P. Kucik* (SLOVCERT s.r.o., Братислава, Словакия) об ультразвуковом контроле качества сварных соединений с использованием зондов с фазированной решеткой.

Принято решение, что данная тематическая конференция будет периодической. Цель ее — способствовать развитию прогрессивных технологий сварки в Европейском Союзе.

*A. A. Кайдалов, д-р техн. наук,
НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» (Киев)*



Производители сварочных материалов,

имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный НТЦ «СЕПРОЗ» (по состоянию на 01.07.2005)

Уважаемые потребители сварочных материалов! В случае поставки Вам некачественной продукции, изготовленной предприятиями, приведенными в данной таблице, просим направлять претензии с приложением акта идентификации и данных, подтверждающих претензии к качеству, в ГП НТЦ «СЕПРОЗ». Наш адрес: 03680 Киев, ул. Боженко, 11. Тел.: (044) 271-2306, факс: (044) 289-2169.

Предприятие	Город, страна	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
ГП «Опытный завод сварочных материалов ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины»	Киев	Электроды: АНО-4, АНО-21, МР-3 АНО-4И, АНО-6У, АНО-36 ЦУ-5, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, ЦЧ-4, АНР-2 Проволока порошковая: ПП-АН19, ПП-АН19Н, ПП-АН24С, ПП-АН30, ПП-АН7, ПП-АНВ2у, ПП-АНВ2ум, ПП-Нп-АНВ2ун, ПП-Нп-АНВ2у/2	01.02.2006 13.07.2006 21.12.2005 13.07.2006
ГП «Научно-инженерный центр материалов для сварки и наплавки ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ»	Киев	Электроды: АНО-37 АНО-21 Проволока порошковая ПП-Нп14ГСТ	22.07.2005 07.07.2006 03.12.2005
ООО «ТМ.ВЕЛТЕК»	Киев	Проволока порошковая: ПП-АН8, ПП-АН29, ПП-АН1, ППс-ТМВ6, ПП-АНЧ2, ППс-ТМВ7, ППс-АНТ, ППс-ТМВ3, ПП-АН39, ВеT ПП-Нп14ГСТ, ВеT ПП-Нп35В9Х3СФ, ВеT ПП-Нп60В9Х3СФ, ВеT ПП-Нп80Х12РТ, ВеT ПП-Нп80Х20Р3Т, ВеT ПП-Нп200Х15С1ГРТ, ВеT ППс-ТМВ57, ВеT ПП-Нп10Х14Т, ВеT ПП-Нп15Х14Г, ВеT ПП-Нп15Х14ГН2М1ФБ, ВеT ПП-Нп15Х14ГН2, ВеT ПП-Нп12Х14Н3, ВеT ПП-Нп12Х13, ВеT ПП-Нп25Х5ФМС, ВеT ППв-ТМВ11, ВЕЛТЕК-Н250-РМ, ВЕЛТЕК-Н290, ВЕЛТЕК-Н300-РМ, ВЕЛТЕК-Н350-РМ, ВЕЛТЕК-Н370-РМ, ВЕЛТЕК-Н370-РМК, ВЕЛТЕК-Н450, ВЕЛТЕК-Н460, ВЕЛТЕК-Н460К, ВЕЛТЕК-Н490, ВЕЛТЕК-Н465, ВЕЛТЕК-Н480, ВЕЛТЕК-Н480К, ВЕЛТЕК-Н480С, ВЕЛТЕК-Н500-РМ, ВЕЛТЕК-Н500-РМК, ВЕЛТЕК-Н505-РМ, ВЕЛТЕК-Н550-РМ, ВЕЛТЕК-Н570, ВЕЛТЕК-Н455, ВЕЛТЕК-Н200, ЕЛТЕК-Н210У, ВЕЛТЕК-Н220У, ВЕЛТЕК-Н285-РМ, ВЕЛТЕК-Н390, ВЕЛТЕК-Н390С, ВЕЛТЕК-Н400, ВЕЛТЕК-Н410, ВЕЛТЕК-Н420, ВЕЛТЕК-Н470, ВЕЛТЕК-Н471, ВЕЛТЕК-Н472, ВЕЛТЕК-Н479, ППс-ТМВ29, ВЕЛТЕК-Н540, ВЕЛТЕК-Н560, ВЕЛТЕК-Н580, ВЕЛТЕК-Н600, ВЕЛТЕК-Н620, ВеT ППс-ТМВ4, ВеT ППс-ТМВ14, ВеT ППс-ТМВ15, ВЕЛТЕК-Н500-РМУ, ВЕЛТЕК-Н500-РМС, ВЕЛТЕК-Н565, ВеT ПП-Нп35В9Х3СФ. Проволока порошковая для сварки под водой: ППС-ЭК1, ППС-ЭК2	11.03.2009
ООО «НВП ВЕЛДТЕК»	Киев	Проволока порошковая: ВеT ПП-Нп14ГСТ, ПП-АН1, ПП-АН39	27.12.2005
ООО НПФ «Нефтегазмаш»	Киев	Проволока порошковая: ПП-АН1 ПП-Нп-80Х20Р3Т, ПП-Нп-150Х15Р3Т2, ПП-Нп-200Х15С1ГРТ, ПП-Нп-14ГСТ, ПП-Нп25Х5ФМС(ПП-АН130) ПП-Нп35В9Х3СФ, ПП-Нп45В9Х3СФ	09.05.2006 27.12.2005 02.03.2006
КНПФ «ЭЛНА»	Киев	Проволока порошковая: ПП-АН1, ПП-Нп20Г2ХС, ПП-АН134Г, ПП-Нп14ГСТ, ПП-АН158, ПП-АН154М, ПП-АН155М, ПП-АН163, ПП-АН163М, ПП-Нп30Х20МН ПП-АН186, ПП-АН187, ПП-Нп12Х13, ПП-АН156М, ПП-АН167, ПП-АН168, ПП-Нп350Х8Р4С4Р, ПП-АН185 ПП-Нп20Х7ГФМС, ПП-Нп100Х15Г2Н2Р, ПП-Нп40Х13, ПП-АНЧ-2С, ПП-АНЧ-5М	30.03.2006 29.05.2006 25.10.2005
МГВП «Гефест»	Киев	Электроды: ГЕФЕСТ-6; ГЕФЕСТ-7, НР-70, ЦН-6Л, Т-590, Т-620, НИИ-48Г, НЖ-13, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ОЗЛ-9А, ОЗЛ-25Б, ОЗЛ-17У, ЦЛ-11, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ТМУ-21У, ЦЛ-39, ЦТ-15, ЦУ-5, ЦН-12М, УОНИ-13НЖ, ЦНИИН-4, ЭА-395/9, ЭА-981/15, ЭА-48М/22, ЗИО-8, ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т, АНЖР-1, АНЖР-2, ЦЧ-4, Комсомолец-100	27.07.2007
МЧП «Рабица»	Киев	Проволока стальная сварочная: Св-08ГА, Св-08ХМ, Св-10НМА	27.11.2005
ООО ПНФ «ГалэлектроСервис»	Львов	Электроды: АНО-4, УОНИ-13/55 АНО-21, МР-3	08.02.2006 17.10.2005
ООО «Торговый дом «Плазма ТЕК»	Винница	Электроды: АНО-21, АНО-36, МР-3М, Монолит	07.07.2006
ЗАО «Западпромбуд»	Луцк	Электроды МР-3М	09.12.2006
БАТ Христиновское предприятие «Агротехсервис»	Христиновка Черкасской обл.	Электроды АНО-21	02.08.2005
ООО «Дубровицкий завод сварочных материалов «Искра»	Дубровица Ровенской обл.	Электроды: АНО-4, АНО-21, АНО-29М	15.03.2006
ОАО «Крюковский вагоностроительный завод»	Кременчуг Полтавской обл.	Электроды: АНО-1, АНО-4, АНО-19М, АНО-24, МР-3, УОНИ-13/45СМ, УОНИ-13/55СМ, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55	16.03.2007
АО «СМНПО им. Фрунзе»	Сумы	Электроды: АНО-ТМ, АНО-ТМ/60СХ, АНО-ТМ/60, ЗИО-8, МНЧ-2, НЖ-13, НИИ-48Г, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ОЗЛ-17У, Т-590, Т-620, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ТМУ-21У, УОНИИ-13/45, УОНИИ-13/55, ЦЛ-11, ЦЛ-20, ЦЛ-39, ЦЛ-51, ЦН-6Л, ЦН-12М, ЦТ-15, ЦУ-5, ЭА-400/10У, ЭА-606/11, ЭА-395/9, ЭА-981/15, ЭА-902/14, ЭА-898/21Б, ЭН-60М	24.03.2007
ООО «Днепроток-Электрод»	Днепропетровск	Электроды: ИТС-4С, ЗИО-8, МНЧ-2, НЖ-13, НИАТ-1, НИИ-48Г, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ОЗЛ-17У, Т-590, Т-620, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ЦЛ-11, ЦЛ-39, ЦНИИН-4, ЦТ-15, ЦТ-28, ЦУ-5, ЦЧ-4, АНО-4, АНО-21, АНО-27, МР-3, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55	30.11.2006
ООО «ПКФ «Сарбона»	Днепропетровск	Проволока стальная сварочная: Св-08, Св-08А	11.04.2006

СЕРТИФИКАЦИЯ И КАЧЕСТВО

Предприятие	Город, страна	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
ЗАО «Днепровские промышленные системы»	Днепропетровск	Электроды МР-3	20.10.2005
ООО «ЮМИС»	Днепропетровск	Электроды: МР-3, МР-3М, АНО-4	08.01.2006
ООО ВТК «ЭРА»	Днепропетровск	Электроды: МР-3, АНО-4, УОНИ-13/55	01.12.2005
Украинско-латвийское ООО и ИИ «Бадм, ЛТД»	Днепропетровск	Электроды: УОНИ-13/55ФК, МР-3, МР-3И, АНО-21, АНО-4, АНО-6, УОНИ-13/45, ДБСК-55	21.04.2007
ЧПКП «Агромаш»	Днепропетровск	Электроды: МР-3, МР-3М, АНО-4, АНО-6, АНО-27	01.12.2005
ООО «Аргента»	Днепропетровск	Электроды: АНО-4, АНО-21, МР-3, ЦЛ-11, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, НЖ-13, НИИ-48Г	17.07.2007
ООО «Универсал-Центр»	пгт. Юбилейное Днепропетр. обл.	Проволока стальная сварочная: Св-08, Св-08А, Св-08Г2С. Электроды: АНО-4, МР-3, АНО-27, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55	28.02.2007
ООО «Приватбуд»	Днепродзержинск	Электроды: АНО-4, МР-3, Т-590	02.11.2005
ООО «Мендол»	Днепродзержинск	Электроды АНО-4	19.01.2007
Учебно-производственное предприятие УТОГ	Днепродзержинск	Проволока стальная сварочная: Св-08, Св-08А	20.07.2006
ООО «Днепрострой-комплект»	Днепродзержинск	Электроды: АНО-4, МР-3, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, Т-590, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ЦЛ-11, ЭН-60М, НР-70	25.01.2007
ООО ПКП «Украинская южная компания»	Николаев	Электроды: УОНИ-13/45А, УОНИ-13/55, ИТС-4с, МР-3	27.07.2007
ОАО «Стальканат»	Одесса	Проволока стальная сварочная: Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-08Г1НМА, Св-08Г2С, Св-08Г2С-О, Св-08ХМ, Св-08ХМ-О	16.03.2006
Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий	Запорожье	Флюсы: АН-348-А, АН-348-АМ, АН-348-АД, АН-348-АДМ, АН-348АП, АН-348-АПМ, АН-348-В, АН-348-ВМ, АН-348-ВД, АН-348-ВДМ, АН-348-ВП, АН-348-ВПМ, АН-47, АН-47М, АН-47Д, АН-47ДМ, АН-47П, АН-47ПМ, ОСЦ-45, ОСЦ-45М, ОСЦ-45ДМ, ОСЦ-45Д, ОСЦ-45П, ОСЦ-45ПМ, АНЦ-1А, АНЦ-1АМ, АНЦ-1АД, АНЦ-1АДМ, АНЦ-1АП, АНЦ-1АПМ, АН-60 Силикат Na	31.07.2007 25.02.2006
ООО «Метиз-Трейд»	Запорожье	Проволока стальная сварочная: Св-08Г2С, Св-08Г2С-О	02.12.2006
ЧП «Бриг-плюс»	Запорожье	Электроды: АНО-4, МР-3, АНО-21, АНО-24	10.01.2007
ОАО «Запорожский сталепрокатный завод»	Запорожье	Проволока стальная сварочная: Св-08, Св-08А, Св-08Г2С, Св-08Г2С-О, Св-08ГА	13.03.2006
ООО «АРКСЭЛ»	Донецк	Электроды: АНЖР-1, АНЖР-2, АНЖР-3У, АРК-25, АРК-51, ГЕФЕСТ-6, ГЕФЕСТ-7, ЗИО-8, Комсомолец-100, НИАТ-5, НЖ-13, НЖ-13Р, НИИ-48Г, НИИ-48ГР, НР-70, ОЗЛ-6, ОЗЛ-6Р, ОЗЛ-8, ОЗЛ-8Р, ОЗЛ-9А, ОЗЛ-17У, ОЗЛ-25Б, ОЗН-300М, ОЗН-400М, Т-590, Т-620, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ТМУ-21У, УОНИ-13НЖ, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, ЦЛ-11, ЦЛ-11Р, ЦЛ-17, ЦЛ-25/1, ЦЛ-39, ЦН-2, ЦН-6Л, ЦН-12М, ЦН-24, ЦНИИН-4, ЦТ-15К, ЦТ-28, ЦУ-5, ЦУ-4, ЭА-48М/22, ЭА-395/9, ЭН-60М, ЭА-400/10Т, ЭА-400/10У, ЭА-981/15, МНЧ-2, НИАТ-1, УОНИ-13/85, ОЗЧ-4, ЦЛ-25/2, ЦТ-10, ЭА-400/13, ЭА-606/11, УОНИ-13/НЖ-2, КТИ-7. Проволока порошковая: ПП-АС2, ПП-АС4, ПП-АС5, ПП-АС10, ПП-АС10Н, ПП-Нп-14ГСТ, ПП-Нп-19ГСТ, ПП-Нп-10Х14Т, ПП-Нп25Х5ФМС, ПП-Нп30Х5Г2СМ, ПП-Нп30Х4В2М2ФС, ПП-Нп35В9Х3СФ, ПП-Нп200Х15С1ГРТ, ПП-Нп80Х20Р3Т, ПП-Нп150Х15Р3Т2, ПП-Нп30Х4/2М, ПП-Нп90/13Н4, ПП-Нп10Х17Н9С5ГТ, ПП-Нп30Х2М2ФН, ПП-Нп35Х6М2, ПП-Нп12Х12Г12СФ, ПП-Нп30Х14М, ПП-Нп30Х14Т, ПП-Нп10Х13Г13АФТ, ПП-Нп10Х16Н4ГМ2ФТ, ПП-Нп60Х3В10ФТ, ПП-Нп10Х17Т, ПП-Нп17ХГ2Т, ПП-Нп35Х14, ПП-Нп12Х13, ПП-Нп12Х13ГН2М2ФБ, ПП-Нп07Х12Г2М3Н3, ПП-Нп10Х16Г4М2ФТ, ПП-Нп12Х13Н2МФА, ПП-Нп12Х14Н3, ПП-Нп08Г2СН2М, ПП-Нп08ХМФА, MEGAFIL 713R. Проволока стальная сварочная: Св-04Х19Н9, Св-06Х19Н9Т, Св-04Х19Н11М3, Св-10Х16Н25АМ6, Св-08А, Св-08ГА, Св-10Г2, Св-08Г2С, Св-08Г2С-О	11.04.2007 23.12.2005 15.06.2006 23.12.2005
ООО «Донбасс-Электрод»	Донецк	Электроды: АНО-4, АНО-21, МР-3М, УОНИ-13/55, УОНИ-13/55CM	16.07.2005
ООО «Полимет»	Донецк	Электроды: АНО-4, АНО-21, АНО-24, АНО-4Ж, МР-3М, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, УОНИ-13/45СА, УОНИ-13/55CM	10.02.2007
НП ООО с ИИ «ДОНИКС»	Донецк	Проволока стальная сварочная: Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-08ХМ, Св-08Г2С, Св-10Г2 Проволока стальная наплавочная: Нп-30ХГСА, Нп-65Г	23.12.2005 15.06.2006 23.12.2005
ООО «Донтехмет»	Донецк	Электроды: АНО-4, АНО-4Ж, АНО-21, АНО-24, УОНИ-13/45, УОНИ-13/45СМ, УОНИ-13/55, УОНИ-13/55CM	19.01.2006
ООО «Сбормаш»	Краматорск	Электроды: МР-3, МР-3М, УОНИ-13/55	09.06.2006
ООО «ЭЛОД»	Краматорск	Электроды УОНИ-13/55	19.07.2006
ОАО «Силур»	Харцызск	Проволока стальная сварочная: Св-08, Св-08А, Св-08Г2С, Св-08ХМ, Св-08Г1НМА	02.08.2005
ОАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича»	Мариуполь	Электроды: АНО-4, МР-3, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55	07.12.2006
ОАО «МЗТМ»	Мариуполь	Электроды: УОНИ-13/45, УОНИ-13/55	15.04.2006

СЕРТИФИКАЦИЯ И КАЧЕСТВО

Предприятие	Город, страна	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
ООО «Интеразов»	Мариуполь	Проволока стальная сварочная: Св-08А, Св-08ГА, Св-08Г2С	13.04.2006
ЧП Саркисов Е. Н.	Мариуполь	Электроды: МР-3, АНО-4	18.03.2006
ЗАО «Индустрія»	Луганск	Электроды: АНО-4, АНО-21, АНО-27, УОНИ-13/55	23.03.2006
ОАО «АО Спецэлектрод»	Москва	Электроды: ОЗС-4, ОЗС-4И, ОЗС-6, ОЗС-12, ОЗС-12И, ОЗС-11, МР-3, МР-3М, ОЗС-3, АНО-4, АНО-4М, АНО-21, ОЗС-30, ОЗС-32, АНО-11, ВСЦ-4М, УОНИ-13/55, УОНИ-13/55К, УОНИ-13/55У, УОНИ-13/45, УОНИ-13/45А, УОНИ-13/65, УОНИ-13/85, УОНИ-13/НЖ/12Х13, УОНИ-13/55ТЖ, ОЗС-16, ОЗС-18, ОЗС-23, ОЗС-24М, ОЗС-25, ОЗС-33, ОЗС/ВНИИСТ-27, ЦЛ-17, ЦЛ-39, ЦУ-5, ТМЛ-1Y, ТМЛ-3У, ТМУ-21У, ВСФ-65У, ЦЛ-20, ЦЛ-20М, ЦУ-2ХМ, 48Н-1, 48Н-11, 48Н-25, 48Н-15, Н-17, НИАТ-3М, ВИ-10-6, АНЖР-1, АНЖР-2, ЦТ-28, ИМЕТ-10, КТИ-7А, ОЗЛ-9А, ГС-1, ВИ-ИМ-1, ЦЛ-9, ОЗЛ-2, ОЗЛ-3, ОЗЛ-5, ОЗЛ-7, ОЗЛ-14, ОЗЛ-14А, ОЗЛ-20, ОЗЛ-21, ОЗЛ-22, ОЗЛ-25Б, ОЗЛ-27, ОЗЛ-28, ОЗЛ-32, ОЗЛ-35, ОЗЛ-38, ОЗЛ-40, ОЗЛ-41, ЦЛ-11/СЭ, ЦТ-15, ОЗЛ-6, ОЗЛ-6С, ОЗЛ-6СЭ, ЦЛ-25/1, ЗИО-8, ОЗЛ-8, ОЗЛ-8С, НИАТ-1, ОЗЛ-17У, ОЗЛ-36, ОЗЛ-37-2, НИАТ-5, НИАТ-5/СЭ, ЭА-395/9, ЭА-981/15, ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т, ЭА-400/10СЭ, НЖ-13, НЖ-13С, НЖ-13СЭ, НИИ-48Г, ЭА-898/21Б, ЭА-606/11, ЭА-48М/22, ОЗЛ-312, ОЗЛ-310, ОЗИ-6, ЕН-6ОМ, УОНИ-13/НЖ (20Х13), Т-590, ОЗН-6, ОЗН-7, ОЗН-7М, ЦНИИН-4, ЦН-6Л, ЦН-12М, ОЗН-300М, ОЗН-400М, ОЗШ-1, ОЗШ-2, ОЗШ-3, ОЗШ-8, ОЗИ-3, ОЗИ-5, ВСН-6, ОЗН/ВСН-9, Т-620, ЭНУ-2, ЦЧ-4, МНЧ-2, ОЗЧ-6, ОЗЧ-3, ОЗЧ-2, ОЗЧ-4, Комсомолец-100, АНЦ/ОЗМ-3, ОЗБ-2М, ОЗБ-3, В-56У, ОЗА-1, ОЗА-2, ОЗАНА-1, ОЗАНА-2, ОЗР-1, ОЗР-2	20.07.2010
ОАО «Лосиноостровский электродный завод»	Москва	Электроды: ЛЭЗУОНИ-13/55, ЛЭЗАНО-4Т, ЛЭЗОЗС-4Т, ЛЭЗМР-3, ЛЭЗОЗС-4, ЛЭЗАНО-4, ЛЭЗОЗС-12, ЛЭЗОЗС-6, ЛЭЗУОНИ-13/45, ЛЭЗТМУ-21У, ЛЭЗЦУ-5, ЛЭЗУОНИ-13/65, ЛЭЗУОНИ-13/55У, ЛЭЗЛБг, ЛЭЗВИ-10-6/Св-08А, ЛЭЗМР-3А, ЛЭЗМР-3С, ЛЭЗМР-3Т, ЛЭЗТМЛ-1У, ЛЭЗТМЛ-3У, ЛЭЗТМЛ-5, ЛЭЗЦЛ-17, ЛЭЗУОНИ-13/85, ЛЭЗУОНИ-13/85У, ЛЭЗНИАТ-3М, ЛЭЗЦЛ-11, ЛЭЗОЗП-7, ЛЭЗОЗЛ-8, ЛЭЗОЗЛ-6, ЛЭЗНЖ-13, ЛЭЗЦТ-15, ЛЭЗЭА-395/9, ЛЭЗЭА-400/10У, ЛЭЗОЗЛ-36, ЛЭЗАНЖР-1, ЛЭЗЦЛ-9, ЛЭЗНИАТ-5, ЛЭЗНИИ-48Г, ЛЭЗОЗЛ-9А, ЛЭЗАНЖР-2, ЛЭЗОЗЛ-19, ЛЭЗОЗЛ-20, ЛЭЗУОНИ-13/НЖ/12Х13, ЛЭЗОЗЛ-17У, ЛЭЗЭА-981/15, ЛЭЗНИАТ-1, ЛЭЗОЗЛ-25Б, ЛЭЗЦТ-28, ЛЭЗ-8, ЛЭЗОЗЛ-5, ЛЭЗЦЛ-9, ЛЭЗ-99, ЛЭЗ-29/9, ЛЭЗ-11, ЛЭЗ-620, ЛЭЗТ-590, ЛЭЗ-4, ЛЭЗЦНИИ-4, ЛЭЗЦН-6Л, ЛЭЗНР-70, ЛЭЗОЗН-6, ЛЭЗОЗН-300М, ЛЭЗУОНИ-13/НЖ/20Х13, ЛЭЗОЗН-400М, ЛЭЗНЧ-2, ЛЭЗЦЧ-4, ЛЭЗОЗЧ-2, ЛЭЗОЗЧ-6, ЛЭЗАНЦ/ОЗМ-3, ЛЭЗКомсомолец-100, ЛЭЗОЗР-1	29.07.2006
ЗАО «Электродный завод»	С.-Петербург	Электроды: АНО-4, ЗИО-8, Комсомолец-100, ЛПИ-73, МР-3, МНЧ-2, НЖ-13, НИИ-48Г, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ОЗЛ-9А, ОЗС-12, Т-590, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ТМЛ-5, ТМУ-21У, ТМУ-46, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, УОНИ-13/65, УОНИ-13/45А, УОНИ-13/НЖ, УОНИ-13/85, УОНИ-13/Н1-БК, УОНИ-13/45Р, УОНИ-13/55Р, ЦЛ-11, ЦЛ-39, ЦН-6Л, ЦН-12М, ЦТ-15, ЦУ-5, ЦУ-5М, ЦЧ-4, ЭА-395/9, ЭА-400/10У, ЭА-981/15, 48ХН-5	09.02.2006
ЗАО «Северсталь-метиз» (ОАО «Орловский сталепрокатный завод» — ОАО «ОСПАЗ»)	Череповец Вологодской обл.	Электроды: АНО-ТМ, АНО-21, МР-3, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, УОНИ-13/45А	12.06.2007
ЗАО «Электрод»	Железногорск	Электроды: ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ЦЛ-11, ЦТ-15, НЖ-13, ОЗЛ-17У, Комсомолец-100, ЖЗЛ-1, ЖЗЛ-6, ЖЗЛ-8, ЖЗЛ-11, ЖЗЛ-15, ЖЗЛ-400, ЖЗЛ-НЖ/13, ОЗЛ-9А, ЭА-395/9, ЭА-400/10У, АНЖР-1, АНЖР-2, ОЗЧ-2, ОЗЧ-6, ЦЧ-4, МНЧ-2, ЦЛ-9, ОЗЛ-5, ОЗЛ-7, НИАТ-5, ОЗЛ-25Б, ЦТ-36, ЦТ-28, УОНИ-13/НЖ/Св-12Х13, ОЗЛ-22, ОЗЛ-36, НИИ-48Г, НИАТ-1, ЦН-6Л, ЦН-12М-67, НР-70, Т-590, Т-620, УОНИ-13/НЖ/Св-20Х13, ОЗН-300М, ЦНИИН-4, ТМУ-21У, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, МР-3, ОЗС-4, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, АНО-4, АНО-11, ОЗС-12, ЦЛ-17, ЦУ-5, УОНИ-13/85	01.06.2006
ОАО «Межгосметиз—Мценск»	Мценск	Электроды: АНО-ТМ, АНО-36, ЗИО-8, Комсомолец-100, МНЧ-2, МР-3, МР-3М, НИИ-48Г, ОЗА-1М, ОЗА-2М, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ОЗЛ-9А, Т-590, ТМЛ-3У, ТМУ-21У, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, УОНИ-13/45А, ЦЛ-6, ЦЛ-9, ЦЛ-11, ЦТ-15, ЦУ-5, ЦЧ-4, ЭА-395/9, ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т.	18.03.2008
Фирма «Bohler Schweisstechnik»	Австрия	Проволока стальная сварочная: Св-08ГС, Св-08Г2СА, SG-2	
		Электроды: FOX CEL, FOX CEL Mo, FOX CEL 85, FOX CEL 90, FOX Eti, FOX EV PIPE, FOX EV 47, FOX EV 50, FOX EV 50-W, FOX EV 55, FOX EV 60 PIPE, FOX EV 65, FOX EV 75, FOX P 92, FOX HL 180 Ti, FOX NUT, FOX OHV, FOX SPE, FOX SPEM, FOX CM 2 Kb, FOX CM 5 Kb, FOX CM 9 Kb, FOX C 9 MV, FOX C 9 MVW, FOX G C 9 MVW, FOX DCMS Kb, FOX DCMV, FOX DMO Kb, FOX DMV 83 Kb, FOX EV 60, FOX EV 63, FOX EV 85, FOX 2, 5 Ni, FOX 20 MVW, FOX DMO Ti, FOX NiCuCr, FOX EV 70, FOX EV 70 Mo, FOX MS U, FOX BVD 100, FOX BVD 110, FOX BVD 85, FOX BVD 90, FOX BVD RP, FOX CM 2Ti, FOX DCMS Ti, FOX HL 160 Ti, FOX HL180 Kb, FOX KE, FOX KES, FOX MST, FOX MSU, FOX RDA, FOX SUS, FOX TMF, FOX U 80N, FOX AM 400, FOX AM 500, FOX AS 2A, FOX AS4-A, FOX ASN 5, FOX A7, FOX A7-A, FOX A 9M, FOX CN 13/1, FOX CN 13/4, FOX CN 13/6, FOX CN 16/13, FOX CN 16/6M-HD, FOX CN 17/4PH, FOX CN 18/11, FOX CN 18/16 M-A, FOX CN 19/9M, FOX CN 20/25 M, FOX CN 13/4 SUPRA, FOX CN 29/9 SUPRA, FOX CN 29/9, FOX CN 20/25 M-A, FOX CN 22/9 N, FOX CN 23/12-A, FOX CN 23/12 Mo-A, FOX CN 29/9-A, FOX EAS 2-A, FOX EAS 2 Si, FOX EAS 4 M-A, FOX EAS N 25 M, FOX FF, FOX FF-A, FOX FA, FOX 2-VD, FOX SAS 2R, FOX FFB, FOX E 308H, FOX EAS 4M-TS, FOX EAS 4M-VD, FOX FFB-A, FOX FFB 400, FOX KW 10, FOX NIBAS 625, FOX NIBAS 70/20, FOX SAS 2-A, FOX SAS 2, FOX SAS 4, FOX SAS 4M, FOX SAS 4-A, FOX SKWA, FOX SKWAM, FOX EAS 2, FOX EAS 2-TS.	15.05.2008

СЕРТИФИКАЦИЯ И КАЧЕСТВО

Предприятие	Город, страна	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
Bohler Thyssen Schweißtechnik	Германия	<p>Проволока сплошного сечения: EMK 6, EMK 8, EMS 2, EMS 3, CM 2-IG, CM 5-IG, CN 18/11-IG, DCMS-IG, DMO-IG, DMV 83-IG, NI CR MO 2, 5-IG, NI MO 1-IG, X 70-IG, X 90-IG, 2, 5 NI-IG, 20 MVW-IG, CM 9-IG, DCMS, DMO, CM 2-UP, CM 5-UP, C 9 MV-UP, EMS 2 CR MO, EMS 2 MO, EMS 3 MO, NI 2-UP, 20 MVW-UP, A7-IG, CN 13/4-IG, CN 20/25 M-IG(Si), CN 22/9 N-IG, CN 23/12-IG, EAS 2-IG (Si), EAS 4 M-IG (Si), FFB-IG, FF-IG, KWA-IG, KW 10-IG, KW5 NB-IG, NIBAS 625 IG, NIBAS 70/20-IG, SAS 2-IG (Si), SAS 4-IG (Si), SKWA-IG, SKWAM-IG, ASN 5-IG, EAS 2-IG, EAS 4 M-IG, SAS 2-IG, SAS 4-IG, A7-UP, CN 13/4-UP, CN 20/25M-UP, EAS 2-UP, EAS 4M-UP, SAS 2-UP, SAS 4-UP, SKWAM-UP, SKWA-UP.</p> <p>Проволока порошковая: HL 50-FD, HL 51-FD, HL 52-FD, HL 53-FD, Kb 52-FD, Ti 52-FD, Ti 60 FD, CN 13/4-FD, CN 13/4-MC, CN 22/9 N-FD, CN 22/9 PW-FD, CN 23/12-FD, CN 23/12 PW-FD, CN 23/12 Mo PW - FD, CN 23/12 Mo-FD, EAS 2-FD, EAS 4M-FD, EAS 4M PW-FD, EAS 2 PW-FD, SAS 2 PW-FD, Nibas 70/20-FD, Nibas 70/20 PW-FD</p>	20.07.2010
Фирма «Soudokay S.A.»	Бельгия	<p>Электроды: Phoenix 120 K, Phoenix SH Ni 2 K 130, Phoenix Chromo 5, Phoenix 6013 Phoenix SH Schwarz 3 K, Phoenix Chromo 9 V, Phoenix 7018, Phoenix SH Schwarz 3 K Ni, Thermanit MTS 3, Phoenix K 50, Phoenix SH Schwarz 3 KR, Thermanit MTS 4, Phoenix K 50 R, Phoenix SH Schwarz 3 MK, Thermanit MTS 616, Phoenix K 50 R Mod., Phoenix SH Schwarz 3 T, Thermanit MTS 911, Phoenix SH Chromo 2 KS, Phoenix SH Schwarz 3 TR, Thermanit Nico 182, Phoenix SH Kupfer 1 K, Thermanit 17/15 TT, Thermanit Nico 82, Phoenix SH Kupfer 1 KC, Thermanit 19/15 H, Thermanit Nimo C, Phoenix SH Kupfer 1 TR, Phoenix Blau Mo, Thermanit Nimo C 22, Phoenix SH Kupfer 3 K, Thermanit 21/33 So, Thermanit Nimo C 24, Phoenix SH Kupfer 3 KC, Thermanit 22/09, Thermanit Nimo CW, Phoenix SH Grun K 70, Thermanit 25/22 H, Phoenix NiMo 100, Phoenix SH V 1, Thermanit 30/40 E, Thermanit 20/25 CuW, Phoenix SH V 370, Thermanit 617, Thermanit 21/33, Phoenix SH Lila R, Thermanit 625, Thermanit 20/25 Cu, Phoenix SH Ni 2 K 70, Phoenix Chromo 1, Thermanit 35/45 Nb, Phoenix SH Ni 2 K 90, Phoenix Cromo 1 K, Thermanit 25/35 R, Phoenix SH Ni 2 K 100, Phoenix Chromo 2 V, Thermanit 13/65 TTW 150, Thermanit CM, Phoenix Chromo 3 V Проволока Thermanit 13/04 Si, Thermanit MTS 3, Thermanit GE-316L Si, Thermanit 17/15 TT, Thermanit MTS 4 Si, Thermanit GE-316L, Thermanit 19/15 H, Thermanit MTS 616, Thermanit C Si, Thermanit 20/25 Cu, Thermanit MTS 911, Union SG 2-H, Thermanit 21/33 So, Thermanit ATS 4, Union SG 3-H, Thermanit 22/09, Thermanit HE, Thermanit 1720, Thermanit 25/14 E-309L, Thermanit HE Si, Thermanit 1740, Thermanit 25/22 H, Thermanit 14 K, Thermanit JE-308L Si, Thermanit 30/40 E, Thermanit Nico 82, Thermanit JE-308L, Thermanit 617, Thermanit Nimo C, Thermanit 18/17 E, Thermanit 625, Thermanit Nimo C 22, Thermanit 20/10, Thermanit 686, Thermanit Nimo C 24, Union I 1, 2 Ni, Thermanit A, Thermanit X, Union I 2, Thermanit A Si, Union S2, Union I 2, 5 Ni, Thermanit H Si, Thermanit 35/45 Nb, Union I 52, Thermanit H-347, Thermanit 25/35 R, Union I CrMo Флюсы UV 306, UV 421 TT, Marathon 431, UV 400, Marathon 543, UV 480 TT, Marathon 213, Marathon 444</p> <p>Проволока порошковая: SK 14Mn-O, SK 089-O, SK 162-O, SK 19.17.5L-O, SK 218-O, SK 219-S, SK 228-G, SK 228-O, SK 240-O, SK 242-O, SK 242-S, SK 250-G, SK 252-O, SK 252-S, SK 255-O, SK 255-S, SK 256-O, SK 257-O, SK 258 TIC-G, SK 258L-O, SK 258L-SA, SK 258-O, SK 258-SA, SK 258TIC-O, SK 260-M, SK 262-M, SK 263-SA, SK 275-O, SK 307-G, SK 309Mo-O, SK 309-O, SK 350-G, SK 350-O, SK 370-O, SK 385-SA, SK 402-G, SK 402-O, SK 402-S, SK 410C-G, SK 410NiMo-SA, SK 415-O, SK 415-SA, SK 420-M, SK 420-O, SK 420-SA, SK 430C-SA, SK 430-G, SK 430NiMo-SA, SK 430-O, SK 450-G, SK 460-O, SK 461-SA, SK 500-G, SK 519-G, SK 600-G, SK 624-O, SK 625-G, SK 650-G, SK 740-SA, SK 741-G, SK 741-O, SK 785-O, SK 795-O, SK 797-O, SK 820-O, SK 825-M, SK 828-M, SK 830-MF, SK 835-G, SK 840-MF, SK 845-G, SK 848-M, SK 850-MF, SK 856-G, SK 858-M, SK 860-MF, SK 865-G, SK 866-O, SK 868-M, SK 878-M, SK 900 NI-G, SK 900-O, SK A 43-S, SK A 45-S, SK A 70-G, SK A12-O, SK A40-O, SK A43-O, SK A45-O, SK A45W-O, SK A46-O, SK A67-O, SK AP-G, SK AP-O, SK AP-OSP, SK AP-S, SK BU-0, SK BU-C1, SK BU-S, SK CrMo15-SA, SK CrNi-25-4-G, SK D 35-S, SK D11-G, SK D12-G, SK D15-G, SK D16-G, SK D20-G, SK D25-G, SK D35-G, SK D40-G, SK D7-G, SK D8-G, SK FN-G, SK FNMG, SK FNMS-G, SK NiCr3-G, SK SOUDOCORE 55-NIO, SK STELKAY 1 G, SK STELKAY 12 G, SK STELKAY 21-G, SK STELKAY 21L-G, SK STELKAY 25-G, SK STELKAY 50-G, SK STELKAY 6 AG, SK STELKAY 6 G, SK TOOL-ALLOY C-G, SK TOOL-ALLOY Co-G, SK TUBINOX-G307, SK U520Co-G, SK U520-G, SK U520-G SP.</p> <p>Флюсы: RECORD SB, RECORD 13 BLFT, RECORD CuAIW, RECORD CuNi30T, RECORD CuNiW, RECORD EST 122, RECORD EST 122 Mo, RECORD EST 126, RECORD EST 136, RECORD EST 200, RECORD EST 201, RECORD EST 236, RECORD EST 259, RECORD EST 308-1, RECORD EST 316-1, RECORD EST 317-1, RECORD EST 347-1, RECORD EST 385-1, RECORD EST 400, RECORD EST 423, RECORD EST 426, RECORD EST 452, RECORD IN, RECORD IND 24, RECORD IND 24-F, RECORD IND 27, RECORD INT 101, RECORD INT 101 Mo, RECORD INT 102, RECORD INT 109, RECORD INT 316, RECORD NFT 201, RECORD NiCr3TQ5, RECORD NiCrW, RECORD NiCrW 412, RECORD NiCuT, RECORD NiCuW, RECORD NIT, RECORD R250, RECORD R400S, RECORD RT 146, RECORD RT 152, RECORD RT 157, RECORD RT 159, RECORD RT 162, RECORD RT 178, RECORD RT 182, RECORD RT 250, RECORD RT 350, RECORD RT 400 D, RECORD S 46T, RECORD SA, RECORD SF, RECORD SK, RECORD SNI, RECORD SO, RECORD SR.</p>	11.03.2009

СЕРТИФИКАЦИЯ И КАЧЕСТВО

Предприятие	Город, страна	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
		Ленты: Soudotape A, Soudotape 20.25.5 LCu, Soudotape 21.11 LNb, Soudotape 21.13.3 L, Soudotape 22.11 L, Soudotape 22.6.3 L, Soudotape 22.9.3 L, Soudotape 24.12 LNb, Soudotape 308 L, Soudotape 309 L, Soudotape 310 MM, Soudotape 316 L, Soudotape 347, Soudotape 410 L, Soudotape 410 NM, Soudotape 420, Soudotape 430, Soudotape 430 L, Soudotape 430 LNи, Soudotape 625, Soudotape 825, Soudotape B, Soudotape CuNi30, Soudotape NiCr3, Soudotape NiCr3H, Soudotape NiCrMo22, Soudotape NiCrMo4, Soudotape NiCrMo59, Soudotape NiCrMo7, Soudotape NiCu7, Soudotape NiTi, Soudotape S 258, Soudotape S 307, Soudotape S 309 LNb, Soudotape S 32.27, Soudotape SCoCr21, Soudotape SCoCr6, Soudotape SCrNi26.22Mn, Soudotape SCrNi32.27Mn	
Фирма «UTP Schweibmaterial GmbH & Co. KG»	Германия	Проволока стальная сварочная: UTP A 32, UTP A 34N, UTP A47, UTP A48, UTP A 63, UTP A 68 MoLC, UTP A 68 LC, UTP A 80 Ni, UTP A 80 M, UTP A 320, UTP A381, UTP UP 63, UTP A387, UTP A495, UTP A 651, UTP A 660, UTP A 661, UTP A 673, UTP A 1915 HST, UTP A 2535 Nb, UTP A 5520 Co, UTP UP 651, UTP A 6170 Co, UTP A 6222 Mo, UTP A 6225 Al, UTP A 6824 MoLC, UTP A 7015 Mo, UTP A Celsit 706, UTP A Celsit 712, UTP A DUR 250, UTP A DUR 350, UTP A DUR 600. Проволока порошковая: UTP AF 068 HH, UTP AF A7, UTP AF CELSIT 721, UTP AF CELSIT 706, UTP AF CELSIT 712, UTP AF CELSIT 701, UTP AF BMC, UTP AF LEDURIT 60, UTP AF LEDURIT 68, UTP AF Antinit DUR 300, UTP 1 M, UTP 1 MR, UTP 11 M, UTP 11 MR, UTP AF LEDURIT 70, UTP AF LEDURIT 76, UTP AF DUR 250, UTP AF DUR 350, UTP AF DUR 600, UTP AF DUR 600 MP, UTP AF DUR 650, UTP AF DUR 650 MP, Thermanit 19/15H, UTP AF Antinit DUR 500, UTP 6 M, UTP 6 MR, UTP 2 M, UTP 2 MR, UTP 7 M, UTP 3034 M, UTP 3040 M, UTP 3044 M, UTP 306 M, UTP 31 NM, UTP 3 M, UTP 3046 M, UTP 57 Pa, UTP 570 Pa, UTP 573 Pa, UTP Neosil M, UTP Neosil MR. Электроды: UTP 8, UTP 32, UTP 34, UTP 34N, UTP 39, UTP 47, UTP 48, UTP 49, UTP 63, UTP 68 LC, UTP 68 MoLC, UTP 73 G2, UTP 73 G3, UTP 73 G4, UTP 75, UTP 80M, UTP 80Ni, UTP 82Ko, UTP 86 FN, UTP 83 FN, UTP 85 FN, UTP 8 C, UTP 88 H, UTP 8 NC, UTP 888, UTP 8 Ko, UTP 84 FN, UTP 81, UTP 807, UTP 5D, UTP 5E, UTP 1817, UTP 68 H, UTP 68 Kb, UTP 6820, UTP 6805 Kb, UTP 68 HKb, UTP 6809 MoKb, UTP 320, UTP 343, UTP 387, UTP 389, UTP 485, UTP 673, UTP 690, UTP 694, UTP 702, UTP 776 Kb, UTP 1915 HST, UTP 2133 Mn, UTP 2522 Mo, UTP 2535 Nb, UTP 3422, UTP 5520 Co, UTP 6225 Al, UTP 6824 MoLC, UTP 6824 LC, UTP 6824, UTP 6635, UTP 63 Kb, UTP 6302, UTP 68, UTP 6820 Nb, UTP 6820 LC, UTP 68 Mo, UTP 6820 MoNb, UTP 6820 MoLC, UTP 683 LC, UTP 68 TiMo, UTP 1925, UTP 684 MoLC, UTP 6808 Mo, UTP 6808 MoKb, UTP 6809 Mo, UTP 6810 MoKb, UTP 6807 MoCuKb, UTP 7000, UTP 7010, UTP 7015, UTP 7015 Mo, UTP 7200, UTP BMC, UTP CELSIT 721, UTP CELSIT 706, UTP CELSIT 712, UTP CELSIT 701, UTP GNX-HD, UTP Antinit DUR 300, UTP Antinit DUR 500, UTP CHRONOS, UTP CELSIT V, UTP CELSIT SN, UTP 63, UTP 630, UTP 65, UTP 65 D, UTP 651, UTP 653, UTP 3033 W, UTP 3545 Nb, UTP 2949 W, UTP 5048 Nb, UTP 6202 Mo, UTP 6802 Mo, UTP 66, UTP 6615, UTP 660, UTP 6655 Mo, UTP 684 LC, UTP 68 MoLCHL, UTP 68 LCKb, UTP 68 NbKb, UTP 68 MoLCKb, UTP 68 MoNbKb, UTP DUR 250, UTP DUR 300, UTP DUR 350, UTP DUR 400, UTP DUR 600, UTP DUR 650 Kb, UTP 068 HH, UTP LEDURIT 60, UTP LEDURIT 61, UTP LEDURIT 65, Thermanit 19/15H, UTP 670, UTP 67 S, UTP 82, UTP 82 AS, UTP 68 HH, UTP 7015 NK, UTP 6218 Mo, UTP 665, UTP 672, UTP 661, UTP 711 B, UTP 7100, UTP 700, UTP 7008, UTP 3127 LC, UTP 759 Kb, UTP 4225, UTP 7015 HL, UTP 7017 Mo, UTP 7013 Mo, UTP 703 Kb, UTP 704 Kb, UTP 722 Kb, UTP 32 W, UTP 750, UTP 730, UTP 6809 MoCuKb	15.05.2008
Фирма «Drahtzug Stein wire & welding»	Германия	Электроды: MEGAFL 710 M, MEGAFL 713 R, MEGAFL 731 B, MEGAFL 822R, SDA 2, SDA S2	01.09.2005
«Castolin GmbH»	Германия	Проволока сплошного сечения: CastoMag 45640 Ti, CastoMag 45250, CastoMag 45252, CastoMag 45253, CastoMag 45254, CastoMag 45255, CastoMag 45257, CastoMag 45258, CastoMag 45273, CastoMag 45500 S, CastoMag 45503 S, CastoMag 45505 S, CastoMag 45505 S, CastoMag 45507 S, CastoMag 45513 S, CastoMag 45515, CastoMag 45516, CastoMag 45516 S, CastoMag 45519, CastoMag 45520, CastoMag 45552 S, CastoMag 45553 S, CastoMag 45554 S, CastoMag 45612, CastoMag 45651, CastoMag 45653, CastoMag 45654, CastoMag 45655, CastoMag 45656, CastoMag 45657, CastoMag 45660, CastoMag 45301, CastoMag 45303, CastoMag 45305, CastoMag 45351, CastoMag 45352, CastoMag 45353, CastoMag 45354, CastoMag 45355, CastoMag 45701, CastoMag 45703, CastoMag 45704, CastoMag 45706, CastoMag 45709, CastoMag 45710, CastoMag 45751, CastoMag 45752, CastoMag 45754, CastoMag 45756, CastoMag 45758, CastoMag 45801, CastoMag 45802, CastoMag 45803, CastoMag 45805, CastoMag 45806, CastoMag 45807, CastoMag 45810, CastoMag 45513 WS, CastoMag 45515 W, CastoMag 45516 WS, CastoMag 45517 W, CastoMag 45518 W, CastoMag 45519 W, CastoMag 45520 W, CastoMag 45523 W, CastoMag 45552 WS, CastoMag 45553 WS, CastoMag 45554 WS, CastoWig 45612 W, CastoWig 45651 W, CastoWig 45653 W, CastoWig 45654 W, CastoWig 45655 W, CastoWig 45656 W, CastoWig 45657 W, CastoWig 45660 W, CastoWig 45301 W, CastoWig 45303 W, CastoWig 45305 W, CastoWig 45308 W, CastoWig 45318 W, CastoWig 45351 W, CastoWig 45352 W, CastoWig 45353 W, CastoWig 45355 W, CastoWig 45401 W, CastoWig 45406 W, CastoWig 45412 W, CastoWig 45421 W, CastoWig 45701 W, CastoWig 45703 W, CastoWig 45704 W, CastoWig 45706 W, CastoWig 45707 W, CastoWig 45708 W, CastoWig 45709 W, CastoWig 45710 W, CastoWig 45751 W, CastoWig 45758 W, CastoWig 45761 W, CastoWig 45801 W, CastoWig 45802 W, CastoWig 45803 W, CastoWig 45805 W, CastoWig 45806 W, CastoWig 45807 W, CastoWig 45859 W, CastoWig 45860 W, 45273 LA, 45303 LA, 45351 LA, 45355 LA, 45366 LA, 45367 LA, 45368 LA, 45553 LA, 45802 LA, 45860 LA. Прутки для WIG-сварки: CastoMag 45252 W, CastoMag 45253 W, CastoMag 45255 W, CastoMag 45273 W, CastoMag 45500 WS, CastoMag 45503 WS, CastoMag 45505 WS, CastoMag 45507 WS.	08.07.2009

СЕРТИФИКАЦИЯ И КАЧЕСТВО

Предприятие	Город, страна	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
Фирма «Castolin» «M.P.I.Metal Powders International»)	Ирландия	<p>Проволока порошковая: CastoDur EG 7465, CastoDur EG 7466, CastoDur EG 7467, EnDOtec DO 65S, EnDOtec DO 66S, EnDOtec DO 265S, EnDOtec DO 266S, EnDOtec DO267, Castodur EG7428, EnDOtec DO 24S, EnDOtec DO 25S, EnDOtec DO 28S, EnDOtec DO 65S, EnDOtec DO 66S, EnDOtec DO 265S, EnDOtec DO 266S, EnDOtec DO 267, CastoDur EG 7428, EnDOtec DO 24 S, EnDOtec DO 25 S, EnDOtec DO 28 S, EnDOtec DO 29, EnDOtec DO 69, EnDOtec DO 55, E+C TeroMatec AN 4226, E+C TeroMatec AN 2010.</p> <p>Прутки для пайки: Castolin 14 DR, Castolin CP 21255, Castolin UltraMax 111, Castolin XuperMax7111, Castolin Xuper DrilTec 8800, Castolin Ultimium 8888.</p> <p>Порошки: EuTroLoy 16313, EuTroLoy 16316, EuTroLoy 16410, EuTroLoy 16604, EuTroLoy 16606, EuTroLoy 16659, EuTroLoy 16670, EuTroLoy PG 6501, EuTroLoy 16221, EuTroLoy 16223, EuTroLoy 16224, EuTroLoy 16262, EuTroLoy 16454 A, EuTroLoy 16494, EuTroLoy 16495, EuTroLoy 16496, EuTroLoy 16497, EuTroLoy 16618, EuTroLoy 16625, EuTroLoy 16625 M, EuTroLoy 1626, EuTroLoy 16800, EuTroLoy PG 6503, EuTroLoy PG 6504, EuTroLoy PG 6505, EuTroLoy 16001, EuTroLoy 16002, EuTroLoy 16006, EuTroLoy 16008, EuTroLoy 16012, EuTroLoy 16019, EuTroLoy 16025, EuTroLoy PG 5218.</p> <p>Электроды: Castolin 71D, EutecTrode 6666N, EutecTrode 35056, EutecTrode 35066, EutecTrode 35076, EutecTrode 35077, EutecTrode 35078, EutecTrode 35086, EutecTrode 35088, EutecTrode 35089, EutecTrode 35200, EutecTrode 35253, EutecTrode 35273, Castolin CP 33516, Castolin CP 33800, Castolin 6825, Castolin 5088, Castolin Xuper Abratec 6088, EutecTrode E307-17, EutecTrode E308L-17, EutecTrode E308L-17/VD, EutecTrode E309L-17, EutecTrode E309Mol-17, EutecTrode E310-17, EutecTrode E312-17, EutecTrode E316L-17, EutecTrode E316L-17VD, EutecTrode E317L-17, EutecTrode E318-17, EutecTrode E347-17, EutecTrode E383-17, EutecTrode E385-17, EutecTrode E2209-17</p> <p>Порошки: BoroTec 10009, Eutalloy PE 5435, Eutalloy RW 10212, EutroLoy 16001, Proxon 21021, Gritalloy 10011, Eutalloy PE 5436, Eutalloy RW 12112, EutroLoy 16002, Proxon 21022, CobalTec 10092, Eutalloy PE 6220, Eutalloy RW 12494, EutroLoy 16006, Proxon 21031, TungTec 10112, Eutalloy SF PE 8213, Eutalloy RW 12495, EutroLoy 16008, Proxon 21032, NiTec 10224, Eutalloy SF PE 8214, Eutalloy RW 12496, EutroLoy 16012, Proxon PR 3029, UltrAloy 10611, Eutalloy SF PE 8215, Eutalloy RW 12497, EutroLoy 16221, PM Powders PM 5460, ChromTec 10680, Eutalloy SF PE 8216, Eutalloy RW 12525, EutroLoy 16223, EutroLoy PM 5482, Eutalloy 10146, Eutalloy SF PE 8217, Eutalloy RW 12999, EutroLoy 16224, CoroResist 19300, Eutalloy 10185, Eutalloy SF PE 8225, Eutalloy RW PE 1238, EutroLoy 16316, HardTec 19400, Eutalloy 10186, Eutalloy SF PE 8235, Eutalloy RW PE 1525, EutroLoy 16454, DuroTec 19910, Eutalloy 10675, Eutalloy SF PE 8261, Eutalloy RW 17525, EutroLoy 16481, LubroTec 19985, Eutalloy PE 10819 WS, Eutalloy PE 8731, Eutalloy RW 12535, EutroLoy 16494, Proxon 21023, Eutalloy 10900, Eutalloy PE 8735, Eutalloy RW 53606, EutroLoy 16495, Proxon 21071, Eutalloy 10911 FL, Eutalloy PE 8740, Eutalloy RW PE 3307, EutroLoy 16496, Ultra Bond 51000, Eutalloy PE 115, Eutalloy CP 8901FL, Eutalloy RW PE 3308, EutroLoy 16497, Rototec 19310, Eutalloy PE 1202, Eutalloy PE 8901, Eutalloy RW PE 3309, EutroLoy 16604, Rototec 19404, Eutalloy PE 1203, Eutalloy PE 8904, Eutalloy RW PE 3361, EutroLoy 16606, Rototec 19800, Eutalloy PE 1204, Eutalloy PE 8911, Eutalloy RW PE 8010, EutroLoy 16659, Rototec 19850, Eutalloy PE 1212, Eutalloy PE 8913, Eutalloy RW PE 8014, EutroLoy 16800, Rototec 19868, Eutalloy PE 1218, Eutalloy PE 8922, Eutalloy RW PE 8015, EutroLoy PG 4298, Rototec 19940, Eutalloy PE 1227, Eutalloy PE 8928, Eutalloy RW PE 8033, EutroLoy PG 4881, Rototec 19999, Eutalloy PE 1229, Eutalloy PE 8935, Eutalloy RW PE 8040, EutroLoy PG 5218, Rototec 21055, Eutalloy SF 15211, Eutalloy SF 15285, Eutalloy PE 8950, Eutalloy RW PE 8045, EutroLoy PG 5964, Rototec 29011, Eutalloy SF 15285, Eutalloy PE 8960, Eutalloy RW PE 8050, EutroLoy PG 6503, Rototec 29012, Eutalloy SF 15296, Eutalloy PE 8961, Eutalloy RW PE 8060, EutroLoy PG 6504, Rototec 29013, Eutalloy 15535, Eutalloy PE 8979, Eutalloy RW PE 8093, EutroLoy PG 6505, Rototec 29021, Eutalloy 15999, Eutalloy PE 8980, Eutalloy RW PE 8096, EutroLoy PG 6516, Rototec 29029S, Eutalloy PE 3305, Eutalloy PE 8981, Eutalloy RW PE 8097, EutroLoy PG 6550, Rototec 29061, Eutalloy PE 3306, Eutalloy PE 8985, Eutalloy RW PE 8902, Rototec 29079, Eutalloy PE 3583, Eutalloy PE 9001, Metaceram 28010, Rototec 29096, Eutalloy 52606, Metaceram 28020, Rototec 29220LT, Eutalloy PE 5400, Metaceram 28030, Rototec 29230LT, Eutalloy PE 5404, Metaceram 28060, Rototec 29240 LT, Metaceram 28085, Metaceram 28095 XHD6817, Castinox E316L-17, EutecTrode 6, EutecTrode EC 4044, EutecTrode 2222M, EutecTrode XHD6868, Castinox E316L-17/VD, EutecTrode 640, EutecTrode EC 7330D, EutecTrode XHD2222, EutecTrode X686, Castinox E 317L-17, EutecTrode 6450, EutecTrode EC4022, EutecTrode 690SF, Castinox E 347-17, EutecTrode XHD646, EutecTrode 6800, EutecTrode EC7220, Castinox E 383-17, EutecTrode XHD 6710, EutecTrode XHD6822, Castinox ALH, EutecTrode 6715, EutecTrode XHD6865, Castinox BLH, EutecTrode 6804, EutecTrode XHD6899, Castinox D, EutecTrode 6806, XuperNucleoTec 2222, EutecTrode 6807, EutecTrode E7625, EutecDur N700, EutecDur N6070.</p> <p>Проволока порошковая: EnDOtec DO 55, TeroMatec 3952, EnDOtec DO 60, EnDOtec DO 02, EnDOtec DO 322, TeroMatec 4297, EnDOtec DO 66 S, EnDOtec DO 70, EnDOtec DO 04, EnDOtec DO 327, TeroMatec 4415, EnDOtec DO 80, EnDOtec DO 05, EnDOtec DO 332, TeroMatec 4601, EuTronic Arc 501, EnDOtec DO 85, EnDOtec DO 06, EnDOtec DO 340, TeroMatec 4625, EuTronic Arc 502, EnDOtec DO 09, EnDOtec 7431 EG, TeroMatec 4630, EuTronic Arc 508, EnDOtec DO 22, EnDOtec XDO 11, EnDOtec CAVITEC GMA, TeroMatec 4660, EuTronic Arc 509, EnDOtec DO 83, EnDOtec DO 13, TeroMatec 688 OA, TeroMatec 5091EG, EuTronic Arc 532, EnDOtec DO 84, EnDOtec DO15, TeroMatec 690 OA, TeroMatec 5254, EnDOtec DO 16, TeroMatec 2010, ARC 501 ARC, EnDOtec DO 53, EnDOtec DO 23, TeroMatec 3110, ARC 502 ARC, EnDOtec DO 30, TeroMatec 3205, ARC 509 ARC, EnDOtec DO 31, TeroMatec 3220, EnDOtec DO 33, TeroMatec 3302, EnDOtec DO 26, EnDOtec DO 48, TeroMatec 3530.</p>	08.07.2009

СЕРТИФИКАЦИЯ И КАЧЕСТВО

Предприятие	Город, страна	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
		Электроды: EutecTrode XHD2100, EutecTrode EC 7910, EutecTrode 1850, Xuper 1608, EutecDur N102, EutecTrode 2101S, EutecTrodeEC 7935, EutecTrode 1851, Xuper 1616, EutecTrode EC3292, EutecTrode 2103, EutecTrode EC 7938, EutecTrode XHD 1855, EutecTrode CP33000, EutecTrode CP35200, EutecTrode EC 4001, EutecTrode EC 7940, EutecTrode 1868, EutecTrode CP33033, EutecTrode EC4002, EutecTrode XHD7938, EutecTrode 285, EutecTrode CP33273, EutecTrode EC4004, Xuper 2226, Eutec Dur N9010, EutecTrode EC4085, EutecTrode CP33300, EutecTrode EC4010, Xuper 2240, EutecTrode N9025, Xuper 2800, EutecTrode CP33500, EutecTrode EC4015, EutecTrode XHD 2230, EutecTrode N9060, EutecTrode CP33700, EutecTrode EC4046, EutecTrode 223, EutecTrode N9080, EutecTrode 6600, Castinox E307-17, EutecTrode EC4050, EutecTrode 224, EutecTrode N9120, EutecTrode 6601, Castinox E308L-17, Xuper AbraTec5006, EutecTrode 225, EutecTrode 6666, Castinox E308L-17/VD, XuperTurboTec5300, EutecTrode 244, CutTrode 01, EutecTrode Automatic, Castinox E309L-17, EutecTrode 6006, EutecTrode XHD 2480, Chamfertrode 03, Castinox E309MOL-17, EutecTrode 6055, EutecTrode 27, Chamfertrode 04, EutecTrode 680N, Castinox E310-17, EutecTrode XHD6080, EutecTrode EC 4023, EutecTrode EC4000, EutecTrode X680S, Castinox E312-17, EutecTrode N6200, EutecTrode EC 4040, EutecTrode X2220, EutecTrode.	
Фирма «Castolin France»	Франция	Проволока для сварки: MIG и MAG CastoMag 45612, CastoMag 45515, CastoMag 45252, CastoMig 45706, CastoMig 45806, CastoMag 45654, CastoMag 45516, CastoMag 45254, CastoMig 45707, CastoMig 45002, CastoMag EG 5216, CastoMag 45520, CastoMag 45257, CastoMig 45750, CastoMig 45351, CastoMag 45002L, CastoMag 45552, CastoMag 73395, CastoMig 45751, CastoMig 45612, CastoMag 45500, CastoMag 45554, CastoMag 73499, CastoMig 45802, CastoMig 45654, CastoMag 45503, CastoMag 45250, CastoMig 45701, CastoMig 45803, CastoMig 45655, CastoMag 45505, CastoMag 45251, CastoMig 45703, CastoMig 45805, CastoMig 45656, CastoMag 45513. Прутки и проволока для сварки: TIG Casto TIG 45507W, Casto TIG RB 3229, Casto TIG 45707W, Casto TIG 45301W, Casto TIG 45421W, Casto TIG 45612W, Casto TIG RB 5248, Casto TIG 45801W, Casto TIG 45303W, Casto TIG 45425W, Casto TIG 45654W, Casto TIG 45701W, Casto TIG 45802W, Casto TIG 45305W, Casto TIG 45612W, Casto TIG 45500W, Casto TIG 45703W, Casto TIG 45805W, Casto TIG 45355W, Casto TIG 45654W, Casto TIG 45503W, Casto TIG 45704W, Casto TIG 45806W, Casto TIG 45406W, Casto TIG 45655W, Casto TIG 45516W, Casto TIG 45706W, Casto TIG 45412W, Casto TIG 45656W, Casto TIG 45513W, Casto TIG 45660W, Casto TIG 45515W, Casto TIG 45520W, Casto TIG 45552W, Casto TIG 45252W, Casto TIG 45255W. Прутки для пайки: Castolin 1030 F, Castolin 181, Castolin 800, Castolin 14F, Castolin RT 5217, Castolin 1020 XFC, Castolin 1030 XFC, Castolin 181 F, Castolin 801, Castolin 16, Castolin RT 5241, Castolin 1700, Castolin 1020 F, Castolin 804, Castolin 16F, Castolin 185, Castolin 1702, Castolin 1020 XFC, Castolin 806, Castolin 16XFC, Castolin 185 F, Castolin 1802 F, Castolin 1655, Castolin 808, Castolin 18, Castolin 185 XFC, Castolin 1802 XFC, Castolin 1655 F, Castolin 808 G, Castolin 18F, Castolin 186, Castolin 1802 G, Castolin 1665, Castolin 1803D, Castolin 18 XFC, Castolin 186 F, Castolin Xuper 1802, Castolin 1665 F, Castolin 1805, Castolin 146, Castolin E7620, Castolin 1810 F, Castolin 1665 XFC, Castolin RB 3204, Castolin 146 F, Castolin E7621, Castolin 3217, Castolin 1666, Castolin RB 4242, Castolin 146 XFC, Castolin E7622, Castolin RB 4240, Castolin 1666 XFC, Castolin RB 4270, Castolin 146 XFG, Castolin 7888 SH, Castolin 4240 NF, Castolin 1703, Castolin RB 5246, Castolin 73350, Castolin 7888 T, Castolin 4268 NF, Castolin Xuper 1800, Castolin RB 5280, Castolin 157, Castolin CastoDrill 8800, Castolin 5230 NF, Castolin 1806, Castolin RB 5283, Castolin 157 BN, Ultimum 8811, Castolin RB 5234, Castolin RB 5286, Castolin 1827, Castolin 21 F, Castolin RF 5234, Castolin RT 3232, Castolin 190, Castolin 4299 G, Castolin 210, Castolin 38240 F. Электроды: Castolin E 316L-17, Castolin 6666N, Castolin 2, Castolin 244NC, Castolin 640, Castolin E 318-17, Castolin 1868, Castolin 6, Castolin XHD 2230, Castolin 646 XHD, Castolin E 385-17, Castolin EC 4085, Castolin N 102, Castolin XHD 2480, Castolin 680S, Castolin E 2209-17, Castolin EC 4001, ULTIMIUM 112, Castolin EC 4023, Castolin 686, Castolin 1602S, Castolin CuTrode 01, Castolin EC 3292, Castolin EC 4024, Castolin 690, Castolin 1610S, CastolinExoTrode ou 3 EX, Castolin EC 4004, Castolin EC 4040, Castolin 690 SF, Castolin 1616, Electrodes Arcair, Castolin EC 4050, Castolin EC 7330D, Castolin CP 3922, Castolin CP 33000, Castolin N 700, Castolin 6055, Castolin CP 3981, Castolin EC 33226, Castolin EC 4010, Castolin 6806, Castolin EC 4022, Castolin EC 33273, Castolin EC 4015, Castolin CP 35200, Castolin EC 4046, Castolin EC 33300, Castolin EC 4541, Castolin 54355, Castolin 6825, Castolin CP 33500, Castolin 5006, Castolin EC 3279, Castolin 6868 XHD, Castolin EC 3218, Castolin N 6060, Castolin CP 3922, Castolin 7220, Castolin EC 4102, Castolin 6065, Castolin EC 4022, Castolin 54690, Castolin EC 4108, Castolin N 6070, Castolin EC 4104, Castolin E 307-17, Castolin EC 4109, Castolin 6825, Castolin E 308L-17, Castolin EC 4257, Castolin EC 7910, Castolin E 309 Mol-17, Castolin 6464, Castolin EC 7935, Castolin E 310-17, Castolin 6601, Castolin EC 7938, Castolin EC 7940 12031, MetaCeram 28030, Eutroloy 16604, RotoTec 19310, Eutalloy 10027, Eutalloy 12039, MetaCeram 28085, Eutroloy 16606, RotoTec 19400, Eutalloy 10036, Eutalloy 12045, MetaCeram 28095, Eutroloy 16648, RotoTec 19800, Eutalloy 10112, Eutalloy 12057, Eutroloy 6503, RotoTec 19850, Eutalloy 10185, Eutalloy RW 12112, Eutroloy 16001, Meca Tec Express, RotoTec 19868, Eutalloy 10224, Eutalloy RW 12494, Eutroloy 16006, Meca Tec III, RotoTec 19940, Eutalloy 10611, Eutalloy RW 12495, Eutroloy 16008, Meca Tec A5, RotoTec 19985, Eutalloy 10680, Eutalloy RW 12999, Eutroloy 16012, Meca Tec A5HT, RotoTec 19999, Eutalloy 5404, Eutalloy RW 17496, RotoTec 29230, Eutalloy 8985, Eutalloy RW 17497, RotoTec 29240, Eutalloy 9001, Eutalloy RW 17535, ProXon 21021, ProXon 21023, ProXon 21031, ProXon 21071.	08.07.2009

СЕРТИФИКАЦИЯ И КАЧЕСТВО

Предприятие	Город, страна	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
Фирма «ESAB AB»	Швеция	Сплавы в форме порошка: RotoTec 51000, Eutalloy 10009, Eutalloy 15685, CastoPlast 31200, Euroloy 16025, RotoTec 51990, Eutalloy 10011, Eutalloy 15999, MetaCeram 28020, Euroloy 16221, RotoTec 19200, Eutalloy 10020, Eutalloy Электроды: OK 21.03, OK 46.00, OK 48.00, OK 48.04, OK 48.05, OK 48.08, OK 53.38, OK 53.70, OK 55.00, OK 73.05, OK 73.08, OK 73.68, OK 74.46, OK 74.70, OK 74.78, OK 75.75, OK 75.78, OK 76.18, OK 76.28, OK 76.35, OK 76.96, OK 83.28, OK 84.58, OK 84.78, OK 86.28, OK Femax 33.80, OK Femax 38.65, OK Femax 38.95, KV 5L, PIPEWELD 6010 (plus), PIPEWELD 7010 (plus), PIPEWELD 8010, OK 61.30, OK 61.35, OK 61.85, OK 61.86, OK 63.20, OK 63.30, OK 63.85, OK 67.15, OK 67.45, OK 67.50, OK 67.55, OK 67.60, OK 67.70, OK 67.75, OK 68.15, OK 68.25, OK 69.33, OK 86.28, OK 92.18, OK 92.26, OK 94.25, OK 94.55, OK 96.10, OK 96.20, OK 96.50, OK 92.60, OK 94.25, OK 94.55, OK 96.10, OK 96.20, OK 96.50. Флюсы: OK Flux 10.05, OK Flux 10.37, OK Flux 10.40, OK Flux 10.61, OK Flux 10.62, OK Flux 10.70, OK Flux 10.71, OK Flux 10.74, OK Flux 10.81, OK Flux 10.92, OK Flux 10.93. Проволока, прутки сплошного сечения: OK Autrod 12.10, OK Autrod 12.20, OK Autrod 12.22, OK Autrod 12.24, OK Autrod 12.32, OK Autrod 12.34, OK Autrod 12.50, OK Autrod 12.51, OK Autrod 12.63, OK Autrod 12.64, OK Autrod 13.09, OK Autrod 13.10, OK Autrod 13.12, OK Autrod 13.13, OK Autrod 13.20, OK Autrod 13.22, OK Autrod 13.26, OK Autrod 13.28, OK Autrod 13.29, OK Autrod 13.43, OK Autrod 16.10, OK Autrod 16.11, OK Autrod 16.12, OK Autrod 16.21, OK Autrod 16.30, OK Autrod 16.32, OK Autrod 16.52, OK Autrod 16.53, OK Autrod 16.70, OK Autrod 16.86, OK Autrod 16.88, OK Autrod 18.01, OK Autrod 18.04, OK Autrod 18.15, OK Autrod 18.16, OK Autrod 18.22, OK Tigrod 12.60, OK Tigrod 12.64, OK Tigrod 13.09, OK Tigrod 13.22, OK Tigrod 13.32, OK Tigrod 16.11, OK Tigrod 16.12, OK Tigrod 16.30, OK Tigrod 18.01, OK Tigrod 18.04, OK Tigrod 18.09, OK Tigrod 18.15, OK Tigrod 18.16, OK Tigrod 18.22. Проволока порошковая: OK Tubrod 14.12, OK Tubrod 14.20, OK Tubrod 14.22, OK Tubrod 14.27, OK Tubrod 14.31, OK Tubrod 14.33, OK Tubrod 14.37, OK Tubrod 15.13, OK Tubrod 15.14, OK Tubrod 15.31, OK Tubrodur 15.43, OK Tubrodur 15.52, OK Tubrodur 15.65, OK Tubrodur 15.73, Filarc PZ6113S, Filarc PZ6113, Filarc PZ6114S, Filarc PZ6130, Filarc PZ6138, Filarc PZ6166	18.04.2008
ASKAYNAK Kaynak Teknigi Sanayi ve Ticaret A.S.	Турция	Электроды: AS R-116, AS DA-771, AS Oluk Acma, AS R-132, AS DA-774, AS Kesme, AS R-143, AS DA-777, STARWELD KARBON, AS R-144, AS DA-778, AS SD-CR 10, AS R-146, AS P-307, AS SD-CR 13, AS B-204, AS P-308 L, AS SD-60, AS B-235, AS P-308 Mn, AS SD-65, AS B-248, AS P-308 Mo, AS SD-300, AS B-255, AS P-309 L, AS SD-350, AS B-268, AS P-309 Mo, AS SD-HSS, AS S-6010, AS P-310 R, AS SD-MANGAN, AS S-6011, AS P-312, AS SD-MANGAN 165, AS S-7010 Mo, AS P-316 L, AS SD-ABRA Nb, AS S-8010 Ni, AS P-316 S, AS SD-ABRA Cr, AS DT-165, AS P-318 Super, Kobatek 111, AS DT-180, AS P-347, Kobatek 46, AS DA-708, AS AISI 5, Kobatek 418, AS DA-710, AS AISI 12, Kobatek 458, AS DA-731, AS Bronz, Kobatek 213, AS DA-735, AS Plik 55, Kobatek 250, AS DA-737, AS Plik 65, AS DA-753, AS Plik 98 Super. Проволока: AS SG2, AS SG3, AS S1, AS S2, AS S2 Si, AS S2 Mo, STARWELD MW-308LSi, STARWELD MW-316LSi, STARWELD TW-308L, STARWELD MW-316Li	20.07.2010

Н. А. Проценко, аудитор, руководитель группы сертификации материалов, ГП НТИ «СЕПРОЗ» НАНУ

Производители сварочных материалов,

имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный ГП «Запорожский РГЦСМС» (по состоянию на 09.06.2005)

Предприятие	Город, страна	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
ЗАО «Запорож-энергомонт»	Запорожье	Электроды: МР-3, АНО-4, ЗЭРДСК-55, УОНИ-13/55С, Т-590	11.01.2006
ЗАО «Запорожэлектрод»	Запорожье	Электроды: МР-3, АНО-4, УОНИ-13/55	30.01.2007
ООО ЗНПАФ «Орнитоф»	Запорожье	Электроды: МР-3, АНО-4, УОНИ-13/55, ЦЧ-4, АНР-2М	13.03.2007

А. В. Омельянович, зам. руководителя ОС продукции

Производители сварочных материалов,

имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный ГП «Днепростандартметрология» (по состоянию на 23.06.2005)

Предприятие	Город, страна	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
ООО «Завод Днепроэлектрод»	Днепродзержинск	Электроды: МР-3, АНО-4	09.02.2006
ЗАО «Оргпромстрой»	Днепропетровск	Электроды: МР-3, АНО-4, УОНИ-13/55	30.03.2006
ООО «ПКФ «Метиз»	Днепропетровск	Проволока: Св-08, Св-08А	03.03.2006

А. К. Вяткин, заместитель генерального директора ГП «Днепростандартметрология»

Тарифы на рекламу

На внутренних страницах

Площадь	Размер, мм (гор.-верт.)	Цена			
		Гривни*	Евро**	Ч/б	Цветн.
1 полоса	180×254	1580	2380	315	480
1/2 полосы	180×125	880	1320	180	270
1/4 полосы	88×125	530	800	110	160
1/8 полосы	88×60	330	500	75	100

На страницах обложки

Страница	Размер, мм	Цена	
		Гривни*	Евро**
Последняя	205×285	4244	665
Другие	205×285	3168	498

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

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

Изготовление оригинал-макета –

10% стоимости рекламной площади

Статья на правах рекламы –

50% стоимости рекламной площади

Прогрессивная система скидок

Количество подач 2 3 4 5 6 и более

• Скидка 5% 10% 15% 20% 25%

Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»:

формат журнала после обрезки 205×285 мм;
до обрезки 215×295 мм; внутренние поля для текста
и информативных изображений не менее 12 мм.

Черно-белые: TIF grayscale не менее 300 dpi для фотоизображений, EPS Illustrator for PC от 5 версии, include placed images (EPS-файлы placed images отдельно, текст в кривых), или CorelDraw 9 – 10, текст в кривых.

Цветные: TIF CMYK 300 dpi или EPS Illustrator for PC от 5 версии, include placed images (EPS-файлы placed images отдельно — EPS CMYK 300 dpi или bitmap 600 dpi, текст в кривых), или CorelDraw 9 – 10, текст в кривых.

Сопроводительные материалы: распечатка файла обязательна, для цветных макетов — цветная, с названием файла и точными размерами макета. Размеры макета должны точно соответствовать указанным редакцией.

Носители: дискеты 3.5" — 2 копии файла или архива, или ZIP, или CD-ROM.

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».

560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571
572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583
584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595
596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607
608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619
120 621 622 623 264 625 626 627 628 629 630 631
632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643
644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2005 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 _____

ТАЛОН-ЗАКАЗ

на специализированную литературу
издательства «Экотехнология»

Название книги	Цена (грн.)
<i>Г. И. Лашенко. Плазменная резка металлов и сплавов.</i> 2003. — 64 с.	12
<i>Г. И. Лашенко. Вибрационная обработка сварных конструкций.</i> 2001. — 56 с.	12
<i>Г. И. Лашенко. Плазменное упрочнение и напыление.</i> 2003. — 64 с.	12
<i>В. М. Бернадський, О. С. Осика, Л. О. Симоненко, Л. С. Філоненко. Російсько-український словник зварювальної термінології.</i> <i>Українсько-російський словник зварювальної термінології.</i> 2001. — 224 с.	30
<i>В. М. Бернадський, О. К. Маковецька, Л. С. Філоненко, Б. В. Юрлов. Вчені і фахівці України в галузі зварювання і споріднених технологій.</i> Довідник. 2002. — 144 с.	18
<i>А. Е. Анохов, П. М. Корольков. Сварка и термическая обработка корпусного энергетического оборудования при ремонте.</i> 2003. — 88 с.	20
<i>В. И. Лакомский, М. А. Фридман. Плазменно-дуговая сварка углеродных материалов с металлами.</i> 2004. — 196 с.	24
<i>И. А. Рябцев. Наплавка деталей машин и механизмов.</i> 2004. — 160 с.	20
<i>В. Я. Кононенко. Технологии подводной сварки и резки.</i> 2004. — 136 с.	40
<i>А. А. Кайдалов. Электронно-лучевая сварка и смежные технологии.</i> Издание 2-е, переработанное и дополненное. 2004. — 260 с.	60
<i>О. С. Осика, Н. Г. Хоменко, Л. С. Філоненко, Л. О. Симоненко. Англо-український словник зварювальної термінології.</i> <i>Українсько-англійський словник зварювальної термінології.</i> 2005. — 256 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, 62** или по факсу: (044) 287-6502.

Цены на книги указаны без учета НДС и стоимости доставки.

Открыта подписка-2005 на журнал «Сварщик»

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

Город	Название подписанного агентства	Телефон
Винница	ЗАО «Блиц-Информ»	(0432) 27-66-58
	«Баланс-Клуб»	(056) 370-44-23
Днепропетровск	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
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0612) 63-91-82
Запорожье	ЧП ККК «Пресс Сервис»	(0612) 62-52-43
Ивано-Франковск	ЗАО «Блиц-Информ»	(03422) 52-28-70
	ООО «Бизнес Пресса»	(044) 248-74-60
	ЗАО «Блиц-Информ»	(044) 205-51-10
Киев	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
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0322) 39-28-69
Львов	«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
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0512) 47-10-82
Николаев	ООО «Ноу Хай»	(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
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0652) 24-93-00
Симферополь	ДП «САММИТ-Крым»	(0652) 44-36-95
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0542) 27-52-09
Сумы	ООО «Диада»	(0542) 37-03-55
Тернополь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0352) 43-08-10
Ужгород	ЗАО «Блиц-Информ»	(03122) 2-38-16
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0572) 17-13-27
Харьков	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
Черкассы	ЗАО «Блиц-Информ»	(0472) 47-05-51
Черновцы	ЗАО «Блиц-Информ»	(03722) 2-00-72
Чернигов	ЗАО «Блиц-Информ»	(04622) 4-41-61