

рекомендовано для
вольфрамовых
электродов

МАШИНКА ДЛЯ ЗАТОЧКИ ВОЛЬФРАМОВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

Ступенчатая регулировка
угловой заточки

Интегрированное вытягивание
шлифовальной пыли

Низкий расход вольфрамовых
электродов

3-ступенчатое использование
шлифовального диска

Быстрый процесс заточки

Низкая изнашиваемость
шлифовального диска

Заточка коротких 15-миллиметровых
вольфрамовых электродов

Регулировка крутящегося
момента для выбора
оптимальной скорости заточки

Мизерное количество
выделяемой в процессе заточки
шлифовальной пыли

Высокое качество заточки



СпецЭлектрод

Искусство объединять...

ЗАРЕГИСТРИРОВАННАЯ
ТОВАРНАЯ МАРКА

СпецЭлектрод

Электроды покрытые для ручной дуговой

739-50-84, 739-50-85, 739-50-86. Факс: (495)
www.spetselectrode.com E-Mail: postmaster@spetselectrode.com

Сварочные электроды и сварочное оборудование.

Генеральный дистрибьютер НПП "Сварка Евразии".

г. Москва
Перовская ул., 71.
+7(495)739-50-89
+7(495)739-50-85
+7(495)739-50-84
+7(495)739-50-86

г. Санкт-Петербург
наб. Обводного канала, 120
+7(812)324-71-34
+7(812)324-71-35

г. Екатеринбург
ул. Черняховского, д. 68
+7(343)258-2292
+7(343)263-8633,

URL: www.spetselectrode.ru E-Mail: postmaster@spetselectrode.ru

ГОСТ 9466-75
ГОСТ 9467-75

ОЗС-4

346-030-4-9-32
E 430 (3) - P 23

ГОСТ 9466-75

2 (36) 2012

март–апрель

Журнал выходит 6 раз в год.

Издается с мая 2006 г.

Подписной индекс **20994**
в каталоге «Пресса России»

Подписной индекс **К0103** в каталоге российской
прессы «Почта России» — персональная подписка

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий 4



Технологии и оборудование

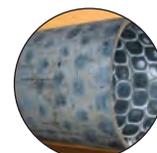
Установка УД682 для автоматической TIG сварки листовых тел в узкий зазор с магнитным управлением дугой. *В.В. Стесин, В.С. Романюк, А.В. Семенов, С.И. Великий, А.К. Полищук, В.Ю. Белоус* 6



Методы активизации решения творческих инженерных задач. *Г.И. Лашенко* ... 8

Инверторные машины для контактной микросварки.
П.Д. Федоров, Н.Я. Смирнов, Д.И. Лихачев 14

Электролитно-плазменная обработка изнашиваемых поверхностей подшипников скольжения. *Ю.Н. Тюрин, О.В. Колисниченко* 18



Применение контактной точечной сварки для изготовления элементов газоочистительного устройства парового котла.
Б.В. Федотов, В.В. Михайлов, М.Ю. Трекало 26

Сварка трением с перемешиванием алюминиевых сплавов при производстве автомобильных полуприцепов.
В.А. Бакшаев, П.А. Васильев, В.П. Трифонов, О.В. Христофоров, Р.О. Кайбышев, Д.В. Тагиров, С.С. Малофеев 28



Применение сварочного источника «Корд 1-250» при проведении ремонтных работ в особых условиях.
Р.А. Перковский, И.Ю. Ударов, И.И. Колупаев, С.Б. Усов 32

Наши консультации 38



Зарубежные коллеги 40

Охрана труда

Оптическое излучение при сварке и родственных процессах. Часть 1.
О.Г. Левченко, А.Т. Малахов 42



Выставки и конференции

Календарь выставок на 2012 г. 48

Страницы истории

Трудный путь легкого металла в ракетостроении. Контактная сварка.
А.Н. Корниенко 52



	News of technique and technologies	6
	Technologies and equipment	
	Installation УД682 for automatic TIG welding of sheet bodies in a narrow gap with magnetic management of an arch. <i>V.V.Stesin, V.S.Roman'uk, A.V.Semenenko, S.I.Velikiy, A.K.Polishchuk, V.Yu.Belous</i>	6
	Methods of activation of the decision of creative engineering tasks. <i>G.I.Lashchenko</i>	8
	Inverter machine for contact microwelding. <i>P.D. Fedorov, N.Ya. Smirnov, D.I. Likhachev</i>	14
	Electrolit-plasma processing of worn surfaces of bearings of sliding. <i>Yu.Turin, O.V.Kolisnichenko</i>	18
	Application of resistance spot welding for production of elements of gas-treating system of steam boiler. <i>B.V. Fedotov, V.V. Mikhaylov, M.Yu. Trekalo</i>	26
	Friction stir welding of aluminium alloys for automobile semitrailers production. <i>V.A. Bakshaev, P.A. Vasil'ev, V.P. Trifonov, O.V. Khristoforov, R.O. Kajbyshev, D.V. Tagirov, S.S. Malofeev</i>	28
	Application of welder power supply «Kord 1-250» during repair works at special conditions. <i>R.A. Perkovskiy, I.Yu. Udarov, I.I. Kolupaev, S.B. Usov</i>	32
	Our consultations	38
	The foreign colleagues	40
	Labour protection	
	Optical radiation at welding and related processes. Part 1. <i>O.G.Levchenko, A.T.Malakhov</i>	42
	Exhibitions and conferences	
	Calendar of exhibitions on 2012	48
	Pages of a history	
	Difficult way of easy metal in rocket building. Contact welding. <i>A.N.Kornienko</i>	52

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-24185 от 25.04.2006, выдано Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия

Издатель ООО «Центр трансфера технологий Института электросварки им. Е. О. Патона»

Главный редактор Б. В. Юрлов

Зам. главного редактора В. Г. Абрамишвили, Е. К. Доброхотова

Маркетинг и реклама А. Н. Храмчихина, Т. И. Коваленко

Верстка и дизайн Т. Д. Пашигорова

Адрес редакции 119991, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 6, стр. 7, оф. 19

Телефон +7 499 922 69 86

Факс +7 499 922 69 86

E-mail ctt94@mail.ru

URL http://www.welder.msk.ru

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 в России» обязательна.

© «ЦТТ ИЭС им. Е. О. Патона», 2012

Подписано в печать 09.04.2012. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC.

Отпечатано в ЗАО «ТДДС-Столица-8». Тираж 3000 экз.

Заказ № 3595 от 03.04.2012.

Издание выходит при содействии информационно-технического журнала «Сварщик»

Учредители Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, ООО «Экотехнология»

Издатель ООО «Экотехнология»

Главный редактор Б. В. Юрлов

Редакционная коллегия В. В. Андреев, Ю. К. Бондаренко, Ю. В. Демченко, В. М. Илюшенко, А. А. Кайдалов, О. Г. Левченко, П. П. Проценко, И. А. Рябцев

Адрес редакции 03150 Киев, ул. Горького, 66

Телефон +380 44 528 3523, 529 8651

Тел./факс +380 44 287 6502, 287 6602

E-mail welder@welder.kiev.ua, welder.kiev@gmail.com

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

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА

Подписной индекс 20994
 в каталоге «Пресса России»

Подписной индекс К0103
 в каталоге российской прессы
 «Почта России» —
 персональная подписка

ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА

Установка УД682 для автоматической TIG сварки листовых тел в узкий зазор с магнитным управлением дугой

В.В. Стесин, В.С. Романюк, А.В. Семенов, С.И. Великий, А.К. Полищук, В.Ю. Белоус

Описана установка УД682 для автоматической TIG сварки. Конструкция установки разработана и внедрена специалистами Института электросварки им. Е.О.Патона. Приведены режимы работы. Описана система управления, дана техническая характеристика установки.

Методы активизации решения творческих инженерных задач

Г.И. Лашенко

Рассмотрены методы поиска новых технологических идей и решений инженерных задач. Приведена классификация и описание методов творческого поиска. Дана краткая характеристика основных направлений активизации решения творческих задач.

Инверторные машины для контактной микросварки

П.Д. Федоров, Н.Я. Смирнов, Д.И. Лихачев

Рассмотрены традиционные инверторные машины для контактной сварки. Описана машина контактной сварки МТЧ-5.05, разработанная и изготовленная ЗАО «Технолог-С». Приведены технические характеристики машины и ее элементы.

Электролитно-плазменная обработка изнашиваемых поверхностей подшипников скольжения

Ю.Н. Тюрин, О.В. Колисниченко

Рассчитана и экспериментально проверена эффективность рельефа на поверхности вала в подшипнике скольжения. Разработана технология электролитно-плазменной обработки и изготовлено оборудование для формирования на поверхности шейки вала подшипника скольжения локальных твердых участков, имеющих толщину до 5 мм и твердость 55-62 HRC. Технология создания рельефа обеспечивает многократную экономию энергии и является экологически чистой.

Применение контактной точечной сварки для изготовления элементов газоочистительного устройства парового котла

Б.В. Федотов, В.В. Михайлов, М.Ю. Трекало

Изложена технология изготовления фильтрующих элементов с преимущественным использованием точечной контактной сварки. Даны режимы точечной контактной сварки различных сочетаний толщин деталей фильтрующего элемента. Приведены результаты испытаний опытных фильтрующих элементов и опытно-штатной партии.

Сварка трением с перемешиванием алюминиевых сплавов при производстве автомобильных полуприцепов

В.А. Бакшаев, П.А. Васильев, В.П. Трифонов, О.В. Христофоров, Р.О. Кайбышев, Д.В. Тагиров, С.С. Малофеев

Описана технология сварки трением с перемешиванием при изготовлении алюминиевых автомобильных полуприцепов, предназначенных для перевозки наливных и сыпучих грузов. Приведены результаты измерений механических свойств образцов сварных соединений. Дана характеристика строения сварного шва.

Оптическое излучение при сварке и родственных процессах. Часть 1

О.Г. Левченко, А.Т. Малахов

Представлен обзор основных вопросов, связанных с физикой оптического излучения и защитой от него при сварке и родственных процессах. Приведены термины и определения понятий, относящихся к излучениям; примеры величин освещенности в различных условиях и распределения энергии излучения в спектрах источников света. Описаны основные источники оптического излучения в сварочных и родственных процессах.

В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ...

Опыт эффективного промышленного применения плазменно-порошковой наплавки

Е.Ф. Переплетчиков

Описаны области применения плазменно-порошковой наплавки (ППН). Рассмотрена эффективность ППН при различных процессах. Даны характеристики надежности наплавленных деталей. Рассмотрены технология и оборудование для ППН, разработанные в ИЭС им. Е.О.Патона.

Раскрой круглой заготовки

М.М. Лилько

Описан опыт резки трубной заготовки на мерные длины на ООО «Завод Темп». Приведены режимы резки. Рассмотрены последовательность работ и ее особенности. Дана схема контроля и управления процессом резки заготовки.

Автоматизированная сварка монтажных стыков вертикальных цилиндрических резервуаров из рулонированных конструкций

В.М. Илюшенко, В.А. Лысенко, В.Н. Петриченко

Освещен опыт применения автоматизированной сварки монтажных стыков при изготовлении резервуаров вместимостью 10 тыс. м³. Приведена разработанная в ИЭС им. Е.О. Патона технология автоматизированной сварки с принудительным формированием металла шва для выполнения стыковых вертикальных швов.

Упрочняющая обработка металлообрабатывающего инструмента с использованием импульсно-плазменного устройства

Ю.Н. Тюрин, О.В. Колисниченко, А.Н. Тищенко

Рассмотрена импульсно-плазменная технология модифицирования рабочей кромки инструмента концентрированными потоками металлосодержащей плазмы. Описан специализированный плазмотрон. Приведены результаты экспериментов и промышленных испытаний.

Оборудование для сварки встык нагретым полимерным труб нагретым инструментом

Н.П. Нестеренко, А.Н. Гальчун, В.Ю. Кондратенко

Приведена разработанная в ИЭС им. Е.О. Патона механизированная установка для сварки встык нагретым инструментом полиэтиленовых труб диаметром 160-400 мм для работы в полевых условиях. Использован пневмопривод для перемещения труб, зажатых в центраторе, а также для механической обработки торцов свариваемых труб.

Анализ трибологических характеристик баббитовых покрытий, полученных активированной дуговой металлизацией и альтернативными методами

Ю.С. Коробов, С.В. Невежин, М.А. Филиппов, В.В. Илюшин, Б.А. Потехин, Л.В. Гоголев

Проведены сравнительные трибологические испытания по определению коэффициента трения и интенсивности изнашивания баббитовых покрытий, полученных турбулентным литьем, газовой наплавкой, плазменным напылением и активированной дуговой металлизацией. Результаты проанализированы на основе микроструктурного металлографического анализа.

Методы активизации решения творческих инженерных задач

Г.И. Лашенко

В продолжение рассмотренных методов активизации решения творческих инженерных задач рассмотрены методы морфологического ящика, метод конструирования Р.Коллера, алгоритм решения инженерных задач АРИЗ. Дан перечень типовых приемов устранения технических противоречий (40 наименований).

... И МНОГОЕ ДРУГОЕ!

Ручной рентгенофлуоресцентный анализатор металлов и сплавов ElvaX ProSpector

Ручной спектрометр — рентгенфлуоресцентный анализатор состава веществ ElvaX ProSpector компании «ЭЛВАТЕХ» прост в работе и не требует специальной подготовки оператора. Он пыле-, влагозащищен и может быть использован для проведения измерений в полевых условиях.

Анализатор питается от Li-ионного аккумулятора, заряда которого хватает



на 8 ч непрерывной работы. Карманный персональный компьютер используют для управления набором спектров и обработки результатов анализа непосредственно в процессе измерения. Время измерения до 20 с. Для возбуждения атомов пробы используют миниатюрную рентгеновскую трубку с энергией квантов до 40 кэВ. Диапазон определяемых элементов — от магния до урана. Радиационная безопасность прибора обеспечена многоуровневыми системами защиты.

Анализатор применяют для мгновенного анализа на месте без отбора проб при сортировке черных и цветных металлов; для входного контроля ферросплавов; для анализа материала деталей машин, механизмов и конструкций.

Анализатор ElvaX ProSpector можно применять в геологии и горной промышленности, при золотодобыче, в ювелирной промышленности, для экологического мониторинга, идентификации объектов и экспертизы.

Техническая характеристика

Диапазон определяемых элементов	От хлора (Z=17) до урана (Z=92)
Опция — легкие элементы	От магния (Z=12) до серы (Z=16)
Время работы от батареи	До 8 ч
Габаритные размеры, мм	242×230×78
Масса (с батареей), г	1230 (1440)

● #565
ООО «ЭЛВАТЕХ» (Киев)

Перспективы технологии электрошлакового переплава для повышения качества оборудования

В Государственном научном центре Российской Федерации ЦНИИТМАШ состоялось первое заседание Научно-технического совета (НТС) ОАО «Атомэнергомаш».

Заседание было посвящено вопросу развития технологии электрошлакового переплава (ЭШП) и электронно-лучевой сварки в машиностроительном дивизионе Госкорпорации «Росатом». В заседании приняли участие директор департамента базовых отраслей промышленности Минпромторга РФ Виктор Семенов, члены совета, пред-

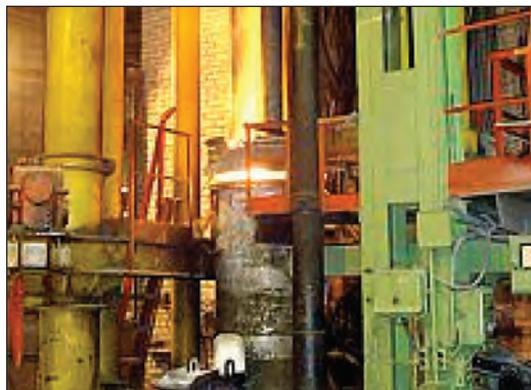
ставители дочерних, зависимых и курируемых обществ ОАО «Атомэнергомаш», а также представители Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, ЦНИИ КМ «Прометей» и ИМЕТ РАН. Провел заседание председатель НТС — генеральный директор ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» Алексей Дуб.

В процессе обсуждения докладов представителей ИЭС им. Е.О. Патона и ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» было отмечено, что применение металла ЭШП для производства изделий, используемых в энергомашиностроении, является перспективным для повышения качества и конкурентоспособности как отдельных изделий, так и всего комплекса энергетического оборудования. В ходе заседания советом был принят ряд решений и поручений представителям предприятий и членам совета.

Научно-технический совет ОАО «Атомэнергомаш» создан в 2011 г. с целью координации направлений научно-технической деятельности в области энергетического машиностроения и для повышения эффективности управления операционной деятельностью дочерних, зависимых и курируемых обществ ОАО «Атомэнергомаш».

● #566

www.i-mash.ru



Устройства местной вытяжной вентиляции

Серийный ряд местных вытяжных устройств производства «СовПлим» (Россия) и PlimoVent (Швеция) включает модели с радиусом действия от 1 до 8 м, диаметром воздуховодов 75, 100, 125, 160, 200 мм и расходом воздуха от 100 до 2000 м³/ч.

Несущие консольно-поворотные балки вытяжных устройств позволяют компактно размещать на них сварочное оборудование, кабели, пневмошланги и другой рабочий инвентарь. Всасывающие воронки укомплектованы лампами галогеновой подсветки, кнопками управления вентилятором и



Техническая характеристика вытяжных устройств:

	FLEX-MAX	LM-2	MSA
Радиус действия, м	7	2	4
Диаметр воздуховодов, мм	160	160	125, 160, 200
Рекомендуемый расход воздуха, м ³ /ч	1000–1200	800–1200	400–2000

фильтрами, датчиками с фотоэлементами, а также быстроразъемными соединениями для гибких дополнительных шлангов необходимой длины.

Вытяжное устройство эксплуатируют в составе системы вытяжной вентиляции, а также его можно подключать непосредственно к индивидуальному вентилятору или к воздушному фильтру.

Жесткие воздуховоды выполнены из металла. Гибкость устройства обеспечивают три регулируемых соединения. Вытяжное устройство можно поворачивать вокруг оси монтажного кронштейна (муфты) на 360°.

Основным достоинством вытяжных устройств является гибкость и легкость перемещения с одновременной самофиксацией в пространстве, что позволяет приближать всасывающую воронку непосредственно к зоне выделения вредных веществ. Такой способ локализации вредных веществ на сегодняшний день признан наиболее эффективным и экономичным, так как позволяет значительно снизить затраты на вентиляцию рабочих помещений и быстро окупить затраты на приобретение вентиляционного оборудования.

● #567

ЗАО «СовПлим» (Санкт-Петербург)

ММК-Метиз готовится к промышленному производству nanoарматуры для железнодорожных шпал нового поколения

Как заявил директор ММК-Метиз Владимир Лебедев, на предприятии увеличилось производство стальной арматуры с использованием инновационных технологий для выпуска железнодорожных шпал нового поколения. Гарантированные заказы на этот вид продукции в настоящее время составляют 900 т ежемесячно. В 2012 г. ОАО «ММК-Метиз» планирует получить технологию, которая позволит производить эту продукцию в промышленных масштабах.

Традиционно железнодорожные шпалы производят со струнопакетами из 44 проволок диаметром 3 мм, изготовленных из высокоуглеродистой стали. С ростом скоростей и нагрузок на транспорте обозначился переход на новую технологию с использованием всего четырех стержней диаметром 9,6–10 мм, которые по своим свойствам превосходят прежнюю конструкцию. Совместная работа экспертов ММК-Метиз и ученых Магнитогорского государственного технического университета им. Носова по механо-термической обработке позволила получить те же прочностные свойства на обычной высокоуглеродистой проволоке без добавления легирующих компонентов. Этот проект был признан лучшим на всероссийском конкурсе и получил государственную субсидию в размере 178 млн. руб. По результатам постановочных испытаний уже получено официальное заключение ВНИИ железнодорожного транспорта.

● #568

www.rusmet.ru

Установка УД682 для автоматической TIG сварки листовых тел в узкий зазор с магнитным управлением дугой

В.В. Стесин, В.С. Романюк, А.В. Семененко, С.И. Великий, А.К. Полищук, В.Ю. Белоус,
ГП ОКБТБ ИЭС им. Е. О. Патона

Установку УД682 применяли при аргонодуговой сварке с присадочной проволокой в несколько проходов. Количество проходов зависит от толщины свариваемого изделия. Толщина изделия от 20 до 110 мм (рис. 1 и 2). Изделие поступает на сварку, собранное на остающейся подкладке. Технология разработана и внедрена специалистами Института электросварки им. Е.О. Патона.



Рис. 1. Сварка образца толщиной 20 мм



Рис. 2. Сварка образца толщиной 110 мм

Напряжение дуги поддерживается системой АРНД с механизмом вертикального перемещения сварочной головки (рис. 3).

Автоматическая система слежения за положением электрода в центре шва обеспечивает управление механизмом горизонтального перемещения сварочной головки. Система может работать в двух режимах: АВТО – РУЧНОЙ.

Ручной режим: Оператор при помощи кнопок управления управляет вертикальным приводом для поддержания заданного напряжения дуги и горизонтальным приводом для удержания электрода в центре разделки. Оператор визуально оценивает степень отклонения от центра разделки на дисплее. Сигнал на дисплей поступает со специальной видеокамеры, оснащенной светофильтрами, что позволяет следить за процессом во время горения дуги.

Автоматический режим: Система АРНД работает автоматически, удерживая заданное напряжение дуги. Слежение за положением электрода в центре шва реализуется при помощи дугового сенсора. Роль датчика в процессе слежения выполняет сама дуга. Измеряется левое и правое напряжения дуги и с помощью специального блока управления подается сигнал на контроллер, который и управляет горизонтальным приводом в процессе сварки. Именно автоматическое слежение при помощи дугового сенсора делает установку уникальной.

Система управления обеспечивает также автоматическое поддержание расстояния от поверхности изделия до защитного «сапога».

Во всех режимах работы обеспечивается индикация на дисплее технологических параметров, а также возможность для оператора регулирования параметров в процессе сварки (рис. 4).

Система управления обеспечивает регистрацию параметров сварки: силы тока, напряжения, скорости сварки, скорости пода-

Техническая характеристика установки УД682:

Толщина свариваемых изделий, мм	.. 20–110
Длина свариваемых изделий, мм, не более	..... 4000
Способ сварки	.. Вольфрамовым электродом с присадочной проволокой в среде инертных газов
Диаметр присадочной проволоки, мм	..... 2,0; 2,5; 3,0
Диаметр вольфрамового электрода, мм	..... 4,0; 5,0; 6,0
Диапазон регулирования амплитуды магнитной индукции, мТл	..... 0–8
Диапазон регулирования частоты магнитного поля, Гц	..... 5–80
Максимальная сила сварочного тока, А, при ПВ=100%	..... 500
Скорость подачи присадочной проволоки, м/ч	..... 5–170
Перемещение сварочной головки, мм:	
вдоль шва	..... 4300
по вертикали	..... 250
поперек шва	..... 55
Скорость перемещения сварочной головки, м/ч:	
вдоль шва (маршевая)	..... 82
вдоль шва (рабочая)	..... 2,5–10
То же, мм/с:	
по вертикали	..... 0,1–5
поперек шва	..... 0,1–2,5
Перемещение защитного колпака по вертикали, мм	..... 115
Перемещение ручного двухкоординатного корректора, мм:	
по вертикали	..... 130
по горизонтали	..... 60
Перемещение ручного корректора цапги по вертикали, мм	..... 120
Расход аргона, л/мин, не более	..... 80
Давление аргона на входе в систему, МПа	..... 0,6–1,0
Напряжение питания, В	..... 3×380 (50 Гц)
Потребляемая мощность, кВт·А, не более:	
шкаф управления	..... 5
выпрямитель для дуговой сварки	..... 24
Габаритные размеры, мм/масса, кг:	
портал	..... 6080×1610×1720/1100
стол для сварки образцов	..... 1500×1000×1000/330
шкаф управления	..... 500×600×1800/160
выпрямитель для дуговой сварки	..... 850×520×800/325
сварочная головка	..... 280 кг



Рис. 3. Внешний вид сварочной головки



Рис. 4. Шкаф системы управления с сенсорным дисплеем

чи проволоки, частоты и индукции магнитного поля. Эти данные сохраняются и редактируются на компьютере (программа Microsoft Excel). Система управления разработана отделом «Системы управления» ГП ОКТБ ИЭС им. Е.О. Патона.

Помимо уникальной системы управления, в установке применена высококачественная сварочная часть новой конструкции. Сварочная горелка со специальным профилем сопла показала хорошую защиту в зазоре, вплоть до глубины 150 мм. Защитный «сапог», выполненный в виде трехкамерного корпуса с отдельной подачей газа, также показал хорошую защиту сварного шва. Конструкция установки была разработана и внедрена специалистами отдела сварочной аппаратуры ГП ОКТБ ИЭС им. Е.О. Патона. В установке использованы комплектующие ведущих зарубежных и отечественных производителей.

● #569

Методы активизации решения творческих инженерных задач

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

В настоящее время в нашей стране ощущается острый недостаток высококвалифицированных технологов и конструкторов, способных решать сложные инженерные задачи. Это в полной мере относится и к специалистам сварочного производства. Формирование новой генерации инженерных кадров требует, наряду с углубленным знанием имидряда специальных дисциплин, серьезного владения методами поиска новых технологических идей и решений.

Инженерная деятельность представляет собой особую сферу проявления человеческих возможностей и способностей, в которой аккумулируются разнообразные виды знаний. В современных условиях в большей мере, чем когда-либо, работа технологов и конструкторов связана с преодолением многочисленных противоречий, возникающих в сфере проектирования, производства и эксплуатации изделий.

Современные задачи приобретают все более комплексный характер, поэтому для их решения необходимо привлекать знания из различных областей науки, генерировать новые технологические идеи, ставить соответствующие эксперименты, выводить закономерности, выполнять опытно-конструкторские разработки, изготавливать и испытывать новую технику и в кратчайшие сроки начинать ее промышленное производство.

В течение долгого времени процесс выдвижения новых идей (техническое творчество) считался практически неуправляемым. Это мнение поддерживалось как учеными-психологами, так и самими разработчиками. Считалось, что новая идея (решение) возникает вдруг, спонтанно и появляется в результате некоего моментального озарения, а следовательно, доступна немногим. Однако увеличение в XX веке темпов развития технического прогресса в ряде новых отраслей (электроника, атомная энергетика, космическая техника и др.) потребовало большого количества нововведений. Поэтому появился комплекс инженерных методов поиска новых технологических идей и решений. На смену искусству поиска технических решений пришла определенная технология поиска.

Рассматривая методологию поиска новых технических решений как технологию, можно представить ее в виде системы из следующих компонентов:

- основные (рациональные) методы и средства поиска новых технических решений, опирающиеся на логику мышления и логику развития техники;
- методы и средства настройки и регулирования творческой активности, опирающиеся на приемы психологической и физиологической активизации умственного труда;
- специальное информационное обеспечение поиска новых технических решений;
- искусство синтеза поисковых стратегий, опирающихся на гармоничное использование всех средств и методов поиска;
- методы и эффективные формы организации и управления поисковой деятельностью, обеспечивающие взаимосвязь методов поиска со сферой производства и экономикой.

Укрупненная классификация основных методов поиска по степени однозначности рекомендуемых или мыслительных преобразований показана на *рис. 1*.

Алгоритмические методы предусматривают использование заранее определенных конечных последовательностей или повторения операций (поэтапного процесса) для достижения конечного результата и реализуются через математические и логические алгоритмы. Для алгоритмов характерна детерминированность, т. е. жесткость, однозначность преобразований. В алгоритме перебора рассматриваются все варианты. Для алгоритмических методов характерна достаточно высокая вероятность получения конечного результата.

Эвристические методы основаны на использовании общих правил и рекомендаций. Как утверждает польский ученый Я. Дитрих, эвристика занимается подходами к решению задач, а ее значение состоит в том, что мыслительная деятельность направляется не на простой перебор вариантов, а на отсеечение заранее тупиковых или



Рис. 1. Классификация методов творческого поиска

нерациональных путей решения задач. Ряд исследователей определяет эвристику как правила, сокращающие число потенциальных вариантов. Эвристические методы основаны на правильной постановке вопросов.

Правила являются, по сути, некоторыми обобщениями алгоритмов и эвристик. Известны правила рационального мышления, правила системного подхода и правила классификационного анализа. Правила поиска новых технологических идей и решений опираются на закономерности мышления и закономерности развития техники (существование и развитие технических объектов и систем).

Программы — это предварительно записанные комплексы действий, включающие конкретные правила и элементы алгоритмов и эвристик.

Среди методов и средств творческой настройки следует упомянуть, прежде всего, аутогенную тренировку и приемы развития творческого воображения, которые позволяют осуществить психофизиологическую активизацию умственного труда.

Иррациональные методы используют отдельные эвристики, однако в целом они опираются на методы психофизиологической активизации мозговой деятельности. Приверженцы иррациональных методов отрицают следование стереотипам и отказываются от схематизации нашего мышления. Они указывают на то, что если мы хотим

найти творческое решение, то должны рассчитывать на активизацию подсознательного мышления, должны преодолевать разделенность воображения, интуиции и логики, согласий и разногласий и искать действительно существенные приемы (способы) мышления, которые непозволительно снижать до какой-либо упрощенной модели.

Действительно, чем более конкретно и подробно изложено правило или программа действий, тем меньше (уже) круг задач, для которых они могут эффективно использоваться.

При разработке технологий, конструировании машин и проектировании различных объектов инженерам приходится решать множество творческих задач различной сложности. Скорость и эффективность решения этих задач определяются рядом факторов, важнейшими из которых являются:

- интеллектуальные способности разработчика;
- уровень знаний инженера в конкретной профессиональной области и смежных областях;
- умение разработчика мыслить системно, постоянно накапливать новую информацию о различных направлениях инженерно-технической деятельности и использовать ее в соответствующих обстоятельствах;
- организация труда разработчика и оснащенность его рабочего места средствами

вычислительной техники, различным оборудованием;

- материальное и моральное стимулирование труда разработчиков;
- взаимоотношения сотрудников в трудовом коллективе и конкретной трудовой ячейке;
- знание разработчиком методов активизации решения творческих задач и умение применять их на практике.

Последний фактор является предметом более детального рассмотрения в настоящей работе.

Подавляющее большинство методов, помогающих человеку более эффективно решать стоящие перед ним творческие задачи, предложены много лет тому назад. Учитывая, что и сегодня многие инженеры в своей работе больше опираются на опыт, интуицию, а поиск нового ведут методом «проб и ошибок», необходимо дать краткую характеристику основным направлениям активизации решения творческих задач и побудить разработчиков шире использовать их в работе.

Метод мозгового штурма. Мозговой штурм предложен американским психологом А. Осборном и как метод очень прост. Он предусматривает наличие таких этапов: подготовительный, генерация идей, анализ и оценка идеи.

Суть первого этапа состоит в организации процесса собственно мозгового штурма. Проведение этапа начинается с момента принятия решения о необходимости использования мозгового штурма для решения конкретной проблемы. Для проведения работы назначают ведущего, отвечающего за организацию и процедурную часть работы. В его функции на подготовительном этапе входят: формулировка и переформулировка задачи, подбор участников для последующего этапа работы, решение организационных вопросов (помещение, оповещение приглашенных, сбор). Важным элементом этого этапа является подбор участников. В группу генераторов идей должны входить люди с позитивной установкой к творчеству, обладающие яркой фантазией, способные быстро подхватывать чужие идеи и развивать их. В группу аналитиков должны входить лица, обладающие большим багажом знаний по исследуемому вопросу или какому-то его разделу, т. е. специалисты, способные оценить идеи, выдвинутые на этапе генерации.

Процедура выполнения мозгового штурма регламентирована несколькими правилами.

Важнейшее из них — необходимость запрета критики на этапе генерации. Критика не должна допускаться в какой бы то ни было форме, сами идеи подаются без обоснования. Допускается выдвижение заведомо нереальных, фантастических, шуточных идей. Запрещено обоснование выдвигаемых идей.

Генерирование новых идей, поощряемое ведущим, проходит, как правило, в течение 35–55 мин. Численный состав группы 6–10 чел. Все идеи записывают. Считается нормальным, когда за один цикл работы группа выдвигает 60–100 идей. На этапе анализа основным правилом является выявление рациональной основы в каждой из выдвинутых на этапе генерации идей.

Достоинство метода в его простоте, сочетающейся с потенциально большими возможностями выдвижения новых идей. В силу большой обобщенности правил он не ориентирован исключительно на технику, следовательно, его можно применять в различных областях человеческой деятельности. Известны примеры успешного применения метода при решении конструкторских, технологических, организационных, управленческих, экономических задач, при проведении экспертиз в этих областях, а также при прогнозировании.

Основная область применения мозгового штурма — это поиск решений в недостаточно исследованной области, выявление новых направлений решения проблемы. Его также рекомендуют использовать для поиска новых сфер применения уже существующего изделия, материалов или технологий, а также для выявления недостатков существующего изделия или технологии. Помимо преимуществ, метод имеет и существенные недостатки. Так, например, затраты времени на поиск решения проблемы могут быть очень велики при отсутствии гарантии нахождения сильных идей. В практике случается, что нелегко подготовить и провести мозговой штурм «по правилам», т. е. с соблюдением всех ограничений и требований. Большие затруднения иногда вызывает процесс подбора участников. Тем не менее, только осознание закономерностей процесса поиска и желаемых результатов в практике коллективной работы позволяет сделать мозговой штурм более управляемым и менее громоздким, повысить вероятность получения желаемого результата.

Вся «соль» рассмотренного выше метода мозгового штурма, вся его сила — в запрете критики. Но здесь же и его слабость: для

развития и видоизменения идеи нужно выявить ее недостатки, т. е. нужна критика.

Среди многих попыток хотя бы частично улучшить мозговой штурм следует выделить синектику, предложенную американским ученым У.Гордоном.

Слово «синектика» в переводе с греческого означает «совмещение разнородных элементов». В основу синектики положен мозговой штурм, проводимый постоянными группами. В синектические группы обычно включают людей разных специальностей. Члены этих групп постепенно привыкают к совместной работе, перестают бояться критики, не обижаются, когда кто-то отвергает их предложение. При этом постепенно накапливается опыт решения задач. Можно совершенствовать состав группы, вводя новых участников. Растет взаимопонимание, идеи схватываются с полуслова.

По У.Гордону, существуют два механизма творчества: *неоперационные* (неуправляемые) процессы — интуиция, вдохновение и т. д. и *операционные* процессы — использование разного вида аналогий. Повышение эффективности творчества возможно за счет применения операционных механизмов.

Решение задачи синектической группа начинает с ознакомления с проблемой «как

она дана». Затем группа, уточняя проблему, превращает ее в проблему «как она понимается».

Автор метода синектики считает, что для творческого процесса важно умение превращать непривычное в привычное, и наоборот. Для этого в синектике используют четыре вида аналогий.

Прямая аналогия — рассматриваемый объект сравнивают с более или менее аналогичным объектом из другой отрасли техники или с объектом из живой природы.

Личная аналогия — ее называют также эмпатией: решающий задачу человек вживается в образ совершенствуемого объекта, пытаясь выяснить возникающие при этом чувства, ощущения.

Символическая аналогия — нахождение краткого символического описания задачи или объекта.

Фантастическая аналогия — в задачу вводят какие-нибудь фантастические существа или средства, выполняющие то, что требуется по условиям задачи.

Ход синектического заседания обязательно фиксируют, затем тщательно изучают с целью совершенствования тактики решения.

● #570

Продолжение в следующих номерах журнала.

ПОЗДРАВЛЯЕМ!



М.А. Лактионову — 60

Сердечно поздравляем известного специалиста в области сварочного производства, кандидата технических наук, начальника управления главного сварщика ПАО «Сумское НПО им. М.В.Фрунзе» Михаила Александровича Лактионова с юбилеем. 1 января 2012 г. Михаилу Александровичу исполнилось 60 лет.

После окончания Киевского политехнического института по специальности «Технология и оборудование сварочного производства» Михаил Александрович в 1977 г. пришел в отдел главного сварщика ОАО «СМНПО им. М.В. Фрунзе». Вся дальнейшая его деятельность связана со сварочным производством этого объединения. Он стал высококвалифицированным специалистом: с 1983 г. — начальник отдела сварки ОАО, в 1993 г. — заместитель начальника управления главного сварщика, а в 2008 г. он возглавил это управление.

Под его руководством и при непосредственном участии в СМНПО освоены и внедрены технологии сварки ответственных конструкций из сталей различных структурных классов: углеродистых и низколегированных, аустенитных и мартенситных, повышенной прочности и высокопрочных, хладостойких и теплоустойчивых, жаропрочных и окалиностойких. Сварка цветных металлов и их сплавов (титана, никеля, алюминия, меди, циркония), а также сопутствующие процессы, такие как раскрой листового и профильного проката, гибка, вальцовка, штамповка, различные методы нанесения специальных покрытий, вакуумная высокотемпературная пайка — все это сфера деятельности и ответственности Михаила Александровича.

Широкая номенклатура изделий и разнообразие условий эксплуатации потребовали освоения сотен специальных технологических процессов, тесного сотрудничества с ИЭС им. Е.О. Патона. Характерной чертой деятельности Михаила Александровича является сочетание научных изысканий с решением производственных задач. В 1997 г. ему присвоена научная степень кандидата технических наук за разработку и внедрение технологии автоматической сварки низколегированных сталей повышенной прочности аустенитными материалами для изделий с температурой эксплуатации минус 110 °С применительно к линиям газоразделения для получения гелия.

Председатель Общества сварщиков Сумщины, международный инженер-сварщик, эксперт УАКС и председатель аттестационной комиссии сварщиков, Михаил Александрович уделяет большое внимание подготовке кадров для сварочного производства. Более 1000 сварщиков и сотни технологий аттестованы согласно требованиям Госпромгорнадзора Украины, ASME, ISO и EN, Правилам АЭУ.

Желаем Михаилу Александровичу доброго здоровья, творческих успехов и большого счастья.

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

Инверторные машины для контактной микросварки

П.Д. Федоров, ООО НПП «Сварка-Контакт-Сервис», Н.Я. Смирнов, Д.И. Лихачев,
ЗАО «Технолог-С» (Санкт-Петербург)

Промышленные образцы машин для контактной сварки с промежуточным звеном повышенной частоты появились около трех десятилетий назад. Сначала элементной базой были силовые тиристоры, а в последние годы их заменили транзисторы IGBT (от англ. Insulated-gate bipolar transistor – «биполярный транзистор с изолированным затвором»), сочетающие в себе достоинства как биполярных, так и полевых транзисторов, а также так называемые «интеллектуальные» IGBT транзисторы, имеющие встроенную внутри корпуса защиту от токовых перегрузок.

Название «с промежуточным звеном повышенной частоты» корректно отражает суть преобразований в силовой цепи контактной машины, однако оно громоздко. Кроме того, оно не закреплено ГОСТ 22990, регламентирующим сварочные термины и определения. Поэтому в контактную сварку из дуговой перекечовало название «инверторные» машины. Из дуговой сварки заимствовано и использование в условном обозначении машин МТЧ буквы «Ч», которое также не регламентировано ГОСТ 297-80 по причине отсутствия этого класса машин на момент утверждения ГОСТ. В дальнейшем в силу известных причин действие ГОСТ 297-80 продлено без внесения в него изменений.

Поскольку преобразование тока происходит по схеме: «выпрямление сетевого напряжения → преобразование (инвертирование) постоянного тока в ток повышенной частоты → трансформация/снижение напряжения и повышение силы тока → выпрямление сварочного тока», название «инверторные» не противоречит сути происходящих процессов и как более краткое имеет перспективу закрепиться в русскоязычной технической литературе.

До недавнего времени и в публикациях ИЭС им. Е.О. Патона, и в проспектах компаний КНР на русском языке использовался термин «машина с промежуточным звеном повышенной частоты». В европейских странах (ФРГ, Франция, Италия, Испания) и в США используют термин «машина средней частоты». Под «средней частотой» подразумевается частота в диапазоне 1–10 кГц. В настоящей статье будет использоваться для краткости термин «инверторная машина контактной сварки» (ИМКС).

Почему повышенная или средняя частота? Казалось бы, чем выше частота, тем больше возможностей для уменьшения трансформатора. Однако трансформаторную сталь можно эффективно использовать до частоты 1000 Гц, иногда при уменьшении толщины — до 10 кГц. Дальнейшее повышение частоты требует использования пермаллоев, аморфной стали, а на более высоких частотах — ферритовых магнитопроводов, которые не дают в силовых трансформаторах такого выигрыша, как электротехническая сталь, в основном из-за низкой индукции насыщения.

В связи с более высокой себестоимостью инверторного источника по сравнению с традиционным источником промышленной частоты для обоснования его целесообразности в технической и рекламной литературе говорят о таких преимуществах, как снижение массы при манипулировании инструментом (клещи со встроенным трансформатором) мускульной силой, манипулятором или роботом, а также о снижении активных потерь в обмотках трансформатора благодаря уменьшению средней длины витка. О технологических возможностях практически нет публикаций.

Что дает повышенная частота по сравнению с другими типами источников питания технологам, и где технологически целесообразно применять ИМКС?

В большинстве случаев (при сварке деталей толщиной более 0,1 мм из сталей и других материалов с невысокой теплопроводностью) достаточно использовать наиболее дешевые однофазные машины переменного тока, даже с глубоким фазовым регулированием силы сварочного тока (до 50% на каждой ступени трансформатора). Для цветных металлов и сплавов предпочтительнее иметь униполярный сварочный импульс с минимальными пульсациями. Для этих целей традиционно использовались конденсаторные и низкочастотные машины, затем наряду с ними — машины постоянного (выпрямленного) тока, которые при должной конструкции и соответствующем управлении могут повторить форму импульса низкочастотной машины или, во многих случаях, конденсаторной.

В сторону увеличения времени протекания сварочного тока машины с выпрямлением практически не имеют ограничений. Однако в диапазоне ма-

лых толщин свариваемых материалов, где требуемая длительность импульса сварочного тока $t_{и}$ равна или менее полупериода частоты сетевого напряжения ($t_{и} \leq 10$ мс), использование машин с выпрямлением сетевого напряжения на стороне сварочного контура теряет смысл.

ИМКС также можно отнести к машинам с выпрямлением на стороне сварочного контура, но в этом случае дискретность управления сварочным током (длительность одного полупериода) значительно сокращается. Так, при частоте 10 кГц она составляет 0,05 мс. Таким образом, ИМКС может повторить форму импульса конденсаторной машины, а в случае необходимости производить сварку током практически любой заданной формы с указанной дискретностью.

Проблема состоит в том, что новые технологические возможности ИМКС до настоящего времени фактически не исследованы и отсутствует должная теоретическая база. Это обусловлено тем, что исследователи не имели инструмента, обладающего такими возможностями, как ИМКС. Однако на ряде предприятий, освоивших ИМКС, специалисты на практике отрабатывают режимы сварки ответственных изделий, которые по стабильности качества существенно превышают результаты, получаемые при сварке на машинах с другими типами источников питания. Эти режимы не всегда становятся доступными технологам других предприятий, иногда они являются секретом производства данной фирмы и не подлежат разглашению. А часто просто популяризации достижений не уделяется должного внимания.

Для управления инверторным источником требуется специальная аппаратура управления, способная управлять процессом, контролировать его, обрабатывать сигналы различных датчиков с высоким быстродействием. Современные источники сварочного тока для ИМКС требуют современной аппаратуры управления на базе промышленных компьютеров.

Ряд зарубежных фирм серийно выпускает источники тока средней частоты (трансформаторно-выпрямительный моноблок, залитый компаундом, иногда в состав моноблока входит инвертор, либо инвертор делают отдельным блоком). Блоки управления, согласованные с источниками питания, выпускаются отдельно, обычно каждой фирмой для своего источника. В России серийное производство инверторных источников и блоков управления к ним отсутствует. При разработке и изготовлении ИМКС предприятия создают свои источники и свои блоки управления.

Стоимость микропроцессорных регуляторов существенно выше, чем стоимость привычных регуляторов цикла сварки серий РКС, РВИ и др. для машин промышленной частоты, однако находится в разумных пределах и в стоимости ИМКС составля-

ет долю, соизмеримую с долей стоимости РКС в стоимости машины промышленной частоты. Однако промышленные компьютеры имеют избыточные возможности, и, кроме управления инвертором и циклом сварки, их загружают дополнительными функциями диагностики состояния машины, контроля качества потребляемых энергоносителей, контроля параметров режима сварки, документирования каждой сваренной точки, допускового контроля и др. без удорожания системы управления.

К современным источникам и аппаратуре управления требуется и современный привод сжатия. За рубежом в клещах, особенно для роботизированной сварки, широко используют серийные электроуправляемые пропорциональные пневмоклапаны, являющиеся по сути редукторами давления сжатого воздуха с электрическим управлением. Благодаря этим клапанам можно не только изменять по команде аппаратуры управления давление сжатого воздуха (усилие сжатия пневмопривода) при переходе с одного режима сварки на другой, но и управлять усилием сжатия деталей непосредственно в процессе цикла сварки.

В конце 1980-х годов во ВНИИЭСО был разработан электроуправляемый пневмоклапан, но выпускали такие клапаны единичными экземплярами (завод «Электрик»^{*} выпускал специальные машины постоянного тока с переменным усилием сжатия с использованием этих клапанов). В последние годы зарубежная комплектация, в том числе и пропорциональные клапаны, в России стала доступной, и в некоторых машинах российского производства используют импортные управляемые электропневмоклапаны.

Технологические преимущества приводов сжатия с управляемым усилием изучены мало, как и инверторных источников тока, и по тем же причинам. Справедливости ради следует упомянуть ряд статей В.И. Колосова, посвященных сварке с понижением (вопреки каноническим требованиям повышения) усилия сжатия во время прохождения тока в цикле сварки. Несмотря на реально достигнутые результаты, широкого признания эта технология не получила. Но даже рекомендуемые режимы сварки с повышением усилия базируются, скорее, на исследованных возможностях массовых машин контактной сварки, чем на объективных закономерностях.

На современном уровне технологических знаний получаемого быстродействия управляемого пневмопривода сжатия для машин промышленной частоты достаточно, но в ИМКС динамичность системы «клапан — пневмоцилиндр — сварочная головка» оказывается ниже, чем управляемая скорость

^{*} К сожалению, ни ВНИИЭСО, переименованный в Институт сварки России, ни завод «Электрик» более не существуют.

изменения силы сварочного тока. По мере исследования и развития технологий контактной сварки в диапазонах малых толщин и микросварки инерционность привода может стать препятствием для исследования новых эффективных циклов сварки и их реализации в промышленном производстве.

Альтернативой управляемому пневмоприводу усилия сжатия является управляемый электропривод и сервопривод.

В качестве электропривода можно использовать линейные или шаговые двигатели. Сейчас разработано множество линейных двигателей, например, линейные асинхронные электродвигатели (ЛАД), линейные синхронные электродвигатели, линейные электромагнитные двигатели и другие, которые применяют, в частности, в станках (лазерных, водорезных, сверлильно-фрезерных) и другом промышленном оборудовании в составе сервоприводов (следящих приводов).

В состав сервопривода входит рабочий орган (двигатель, привод), датчик положения (скорости, усилия и т.п.) и система управления. Сигнал с датчика поступает в систему управления, которая формирует управляющий сигнал на рабочий орган с целью автоматического поддержания заданных параметров при их отклонении или на изменение и последующее поддержание на новом уровне при изменении управляющего воздействия.

В контактной сварке гидравлический сервопривод используют в современных рельсосварочных машинах производства КЗЭСО, Псковэлектросвар, разработках ИЭС им. Е.О. Патона. С конца прошлого столетия ряд зарубежных фирм (в частности, Duering, ФРГ) выпускает сварочные клещи с электрическим приводом сжатия.



Рис. 1. Машина МТЧ–5.05 для контактной сварки с электроприводом сжатия

К преимуществам сервопривода относится зависимость точности исполнения команды от свойств датчика, а не от свойств рабочего органа. Но при этом они требуют сложной и дорогой системы управления со сложной логикой обработки сигнала с датчика.

Применительно к машинам контактной сварки преимущества шаговых двигателей перед сервоприводом заключаются в отсутствии датчика перемещения, более простой системе управления — положение задается количеством шагов. Кроме того, шаговый привод дешевле, чем сервопривод. На высоких скоростях момент у шаговых двигателей снижается, но при использовании драйверов* со стабилизацией тока на основе ШИМ (широтно-импульсная модуляция) динамические характеристики двигателя улучшаются.

Наиболее эффективно сочетание преимуществ сервопривода и шагового привода при использовании шагового двигателя в сервоприводе. При этом предварительное позиционирование задается количеством шагов, после чего включается отрицательная обратная связь от датчика, в контактной машине — датчика усилия.

Указанные передовые технические решения были реализованы в машине контактной сварки МТЧ–5.05 (рис. 1) разработки и изготовления ЗАО «Технолог-С».

Машина МТЧ–5.05 предназначена для сварки деталей из нержавеющей стали, циркониевых и титановых сплавов толщиной до 0,5+0,5 мм.

Машина имеет традиционную для контактных машин малой мощности компоновку: рабочий стол с тумбой. На столе закреплена сварочная головка, в тумбе размещена аппаратура управления и силовая электрическая часть. На столешнице установлен также монитор. Монитор представляет собой стойку с размещенной в ней мини-клавиатурой Dialog, USB-разветвителем и жидкокристаллическим дисплеем LCD Eplutus EP-9500.

На экран может выводиться информация о параметрах режима сварки, диагностика состояния контролируемых параметров, сведения об отказах.

Источник сварочного тока состоит из инвертора (трехфазный выпрямитель с фильтром, инвертор на транзисторах IGBT, высокочастотный трансформатор ВТ-10-1 со встроенным в контактные колодки вторичной обмотки выпрямителем на силовых диодах ДЧ-143-800-4) и блока управления. Систем-

* Драйвер — в общем смысле этот термин употребляется для обозначения устройства преобразования каких-либо сигналов до определенных параметров. В более частном случае драйвером называют источник высоких напряжений или токов, управляемый малым напряжением или током. Такой драйвер применяется для управления электромотором, крупной светодиодной сборкой и т. д. Например, «драйвер светодиода», «драйвер мотора» (Из Википедии).



Рис. 2. Сварочная головка машины МТЧ-5.05

ный блок управления представляет собой промышленную станцию Advantech IPC-644 со специально разработанной программой управления процессом в режиме реального времени: управление инверторным источником; управление шаговым двигателем; контроль сигналов с датчиков; анализ информации и коррекция при необходимости параметров режима сварки; оценка качества сварного соединения путем сравнения контролируемых параметров с заданными технологом.

В общую цепь выпрямителя сварочного тока встроен шунт, сигнал с которого поступает в аппаратуру управления для контроля силы сварочного тока и выработки управляющих сигналов на инвертор.

Основные элементы сварочной головки (рис. 2) — корпус и рабочий привод в составе: электропривода, муфты, шарико-винтовой пары, концевой датчика, датчика усилия; пружинной развязки; электродов и хобота.

В качестве электропривода используют шаговый двигатель с ШИМ-драйвером. После перемещения сварочной головки на маршевой скорости в исходную точку с управлением по количеству шагов аппаратура управления переходит на управление по сигналу с датчика усилия.

Пружинная развязка служит для снижения инерционности привода, что является

Техническая характеристика машины МТЧ-5.05:

Номинальное напряжение питающей 3-ф. сети, В . . .	380+10%
Максимальная сила вторичного тока при коротком замыкании (амплитудное значение) при $K_{тр}=36$, кА, не менее	5,0
Номинальная сила сварочного тока (действующее значение) при $K_{тр}=36$, кА	4,0
Минимальная сила сварочного тока (действующее значение) при $K_{тр}=36$, кА, не более	0,5
Номинальная сила длительного вторичного тока, кА	1,6
Номинальная сила длительного первичного тока, А	50
Сопротивление сварочного контура, мкОм	500
Длительная потребляемая из сети мощность, не более, кВА	10
Реализуемое время сварки, мс	1–160
Максимальный ход электродов, мм	25
Номинальный вылет электродов, мм	94
Номинальный раствор, мм	28
Усилие сжатие электродов, Н:	
минимальное	5
максимальное	250
Источник тока	Инвертор
Номинальная производительность машины, свар./мин	20
Габаритные размеры, мм	900×500×1333
Масса, кг	100

существенным технологическим фактором при сварке деталей малых толщин, особенно при рельефной микросварке (например, сварка стержня с пластиной).

Шарико-винтовая пара обеспечивает безлюфтовое преобразование вращательного движения вала шагового двигателя в линейное перемещение электрода.

Для повышения динамичности привода использована линейная направляющая с циркулирующими шариками.

Машину МТЧ-5.05 в течение ряда лет эксплуатируют на одном из предприятий Росатома.

Успешное развитие машин для контактной сварки с инверторными источниками питания и электроприводом усилия сжатия позволит провести исследование процессов контактной сварки с изменением силы тока и усилия сжатия и дать теоретическую базу производителям, которые в настоящее время опытным путем находят эффективные режимы сварки деталей малых и средних толщин на ИМКС.

По мере снижения стоимости комплектации (силовые полупроводниковые элементы, промышленные компьютеры, драйверы, двигатели, различные датчики) разница в цене ИМКС и традиционных машин будет уменьшаться и спрос на них возрастать.

● #571

Как выбрать газовый резак Р1 и Р3 по внешнему виду

I. Возьмите газовый резак в руки! Невозможно сделать выбор по картинке, рекламному проспекту или только на основании цены.

II. Определитесь! Для выполнения каких работ вам необходим резак?

Например: Если вам необходимо резать металл толщиной не более 100 мм, то оптимальным выбором для вас будет газовый резак типа Р1 (с рукавом под $Dy = 6$ мм), если же предстоит резать металл толщиной более 100 мм (до 300 мм), то выбирайте газовый резак типа Р3. Определитесь с типом газа (пропан-бутан, ацетилен, метан, МАФ).

III. Обратите внимание на внешний вид газового резака:

- Наружный мундштук должен быть изготовлен из технической меди. Термическая стойкость технической меди в 3–4 раза выше стойкости латуни.



Для ацетиленового резака и внутренний мундштук должен быть изготовлен из меди!

Корпус и трубки соединений латунные, медные или из нержавеющей стали.

- Наконечник и инжекторный узел должны быть съемными и легко заменяемыми. В случае выхода из строя, засорения наконечника, инжектора, их можно быстро прочистить или заменить новыми, и не придется покупать новый резак.

- В профессиональных газовых резаках барашек вентиля режущего кислорода должен иметь диаметр не менее 40 мм или рычажный клапан. При этом удобно открывать и закрывать режущий кислород при длительной работе.



- Маховики должны вращаться с небольшим усилием (не болтаться, но и не туго вращаться), так как в случае свободного вращения возможна самопроизвольная разрегулировка состава пламени во время работы, а это неудобно и опасно. При тугом вращении маховиков неудобно настраивать пламя газового резака и его гашение или даже невозможно.

- Шпиндели узлов вентиля должны быть из нержавеющей стали. Средний срок службы таких шпинделей не менее 15000 циклов «открыто-закрыто». Изготовление их из латуни недопустимо, так как такие узлы не выдерживают более 500 рабочих циклов «открыто-закрыто», в дальнейшем они не обеспечивают герметичности запирания. Как следствие — утечки горючего газа и кислорода, что опасно и может привести к взрыву скопившейся горючей смеси.



Допускается применение комбинированных шпинделей латунь-«нержавейка», они значительно лучше по своим характеристикам, чем цельные латунные шпиндели.

- В газовых резаках Р3 (для резки металла до 300 мм) не допускается применять комбинированные 6/9 ниппели. Они уменьшают проходное сечение в 3 раза по сравнению с ниппелем 9, этого недостаточно для обеспечения необходимого количества газов.



- Предпочтительно использовать латунные ниппели, алюминиевые ниппели изнашиваются быстрее.



- Наличие запасных частей в комплекте с резаком обязательно. В противном случае вы покупаете «разовое» изделие.
- Наружное покрытие под цвет латуни или меди скрывает недостатки пайки, пороки в металле, а также вводит вас в заблуждение, выдавая алюминий за латунь или медь.

Внешний «блеск» не обеспечивает безопасность и работоспособность газового резака.

ПРАВИЛЬНОГО ВАМ ВЫБОРА!



Центр трансфера технологий Института электросварки им. Е.О.Патона

ООО «Центр трансфера технологий Института электросварки им. Е.О.Патона» — представитель Института электросварки им. Е.О.Патона (Украина) в России. Основной вид деятельности — внедрение научно-технических разработок и достижений прикладной науки в реальное производство.

Институт электросварки им. Е.О.Патона в советское время являлся ведущим институтом в области сварки и родственных технологий и до сих пор остается крупнейшим в мире центром создания ресурсосберегающих и конкурентоспособных технологий сварки, наплавки, резки, восстановления, нанесения защитных покрытий и специальной металлургии. Более чем за 70-летнюю историю существования Института лучшими учеными страны создан и накоплен значительный интеллектуальный, научно-технический и производственный потенциал, позволяющий на самом высоком уровне создавать современные технологии, материалы и оборудование для всех отраслей промышленности.

ООО «Центр трансфера технологий Института электросварки им. Е.О.Патона» предлагает технологии и услуги, направленные на оптимальное решение технических проблем с максимальным экономическим эффектом в условиях реального производства:

- технологии восстановления и продления ресурса уникальных металлоконструкций;
- проектирование и изготовление специализированного оборудования для сварочных и наплавочных работ;
- технический аудит, консалтинг применения сварочных технологий, материалов, оборудования;
- издание производственно-практического журнала «Сварщик в России», книг и брошюр по сварке и родственным технологиям.

Электролитно-плазменная обработка изнашиваемых поверхностей подшипников скольжения

Ю.Н. Тюрин, д-р техн. наук, О.В. Колисниченко, канд. техн. наук,
Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

На неустановившихся режимах работы подшипника скольжения (режим запуска и остановки машины) неизбежны нарушения условий смазывания поверхностей, как следствие, их повышенное изнашивание и разрушение. При установившейся работе подшипники скольжения работают в гидродинамическом режиме смазки.

Для повышения антифрикционных свойств поверхности вала используют термические и химико-термические методы обработки. Эти методы, как правило, имеют большую энергоемкость и не решают проблемы смазывания поверхностей трения при неустановившихся режимах.

Актуальной задачей является повышение эффективности смазки подшипников скольжения с использованием энергоэффективных, экологически чистых технологий.

Исследования показывают, что возможно формирование на поверхности вала в подшипнике скольжения оптимального рельефа, который обеспечивает жидкостный режим трения, что, соответственно, снижает потери на трение и температуру подшипника. Параметры вершин и впадин на поверхности вала, которые характеризуют рельеф, зависят от условий эксплуатации.

Для расчета характеристик оптимального рельефа на рабочей поверхности вала в подшипнике скольжения рассматривали изотермическое движение вязкой несжима-

емой жидкости в зазоре с периодически изменяющимся сечением (рис. 1).

Изменение сечения зазора между трущимися поверхностями обусловлено формой и периодичностью размещения вершин и впадин рельефа. Противоположная поверхность, внутренняя поверхность подшипника скольжения предполагается гладкой.

В данном случае движение жидкости в зазоре записывали системой нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка. Учитывая, что на вершинах рельефа толщина смазочного слоя мала (5–15 мкм), при расчете пренебрегали током жидкости поперек слоя. Исключали также объемные силы, что обусловлено их малостью по сравнению с силами вязкости. Уравнения движения жидкости записывали в частных производных с учетом гидродинамического давления в слое жидкости p (Па); динамического коэффициента вязкости μ (Па·с); составляющих скорости движения жидкости по осям $X, Y, Z - V_x, V_y, V_z$.

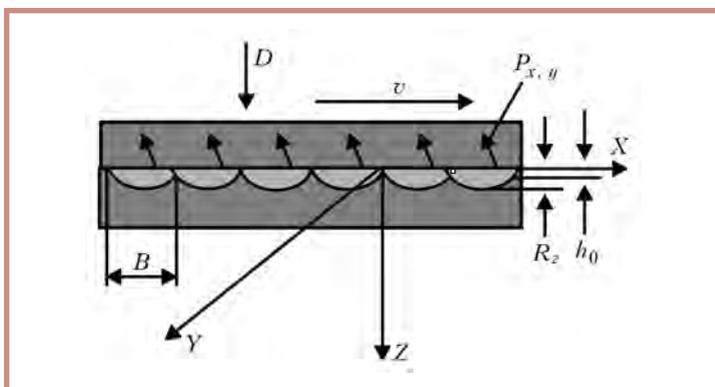
Интегрируя уравнения и подставляя значения толщины смазочной пленки h_0 и линейной скорости V , были найдены выражения для определения гидродинамического давления на поверхности каждой вершины рельефа:

$$P_{x,y} = \frac{\mu VB^2}{h_0^2 L} \left[\pi \beta^2 \sqrt{\frac{\alpha(1+2\alpha)}{1+\alpha}} - 4\alpha \right], \quad (1)$$

где $\alpha = h_0/R_z$ — относительная толщина смазочного слоя; R_z — высота вершины рельефа, мкм; $\beta = L/B$ — относительная ширина гидродинамического микроклина; B, L — продольное и поперечное расстояние между вершинами рельефа, мкм.

Анализ уравнения (1) показывает, что если α может изменяться в пределах 0,1–1, то β изменяется в пределах 1–100. Параметр $\alpha = h_0/R_z$ — гидродинамический, отражающий комплексное взаимодействие пара-

Рис. 1. Схема для моделирования и расчета гидродинамической смазки пары трения скольжения со специальным рельефом на поверхности вала



метров рельефа, смазки и условий трения. На основе экспериментальных данных этот параметр задается в пределах 0,5. Параметр $\beta=L/B$ характеризует рельеф неровностей. Для условий создания рельефа с использованием электролитно-плазменной технологии этот параметр имеет величину 1–10.

Суммарная гидродинамическая сила

$$P = \sum_1^n P_{x,y}, \quad (2)$$

где n — количество неровностей.

Площадь вершин неровностей, где развивается гидродинамическое давление, определяется по формуле $S=BL/2$.

Уравнение (1) решается для конкретного узла трения скольжения, где известно контактное давление и номинальная площадь контакта. Принимается, что суммарная гидродинамическая сила P равна нагрузке или произведению контактного давления на площадь контакта. Для решения уравнения принимаем значения динамического коэффициента вязкости, минимально допустимую толщину смазочной пленки и скорость скольжения. Уравнение решается относительно следующих параметров рельефа: высота вершин неровностей, продольное и поперечное расстояние между ними.

Проверку теории проводили на моделях. Основной характеристикой рельефа была принята высота неровностей Rz . Значение β принимали в пределах 10. Узел трения скольжения смазывали минеральным маслом «Индустриальное-45».

Измерения толщины смазочного слоя в ходе исследования показали (рис. 2), что толщина смазочного слоя h_0 на вершине неровности рельефа изменяется в зависимости от скорости скольжения и высоты Rz . Толщина слоя достигает 16 мкм. Смазочный слой увеличивается с ростом скорости скольжения (см. рис. 2).

На поверхности подшипника без рельефа ($Rz=0,6$ мкм) слой смазки не образуется. Исследования показывают, что слой смазки на поверхности вала образуется только при скорости трения 4 м/с, что объясняется гидродинамическими эффектами и вибрацией вала. Наибольшая толщина смазочного слоя составляет 8 мкм при скорости скольжения 10 м/с. При более высокой скорости толщина слоя уменьшается, что обусловлено нагревом поверхности и снижением вязкости смазочной жидкости.

В подшипнике, где поверхности вала имеет рельеф (см. рис. 1, $Rz = 6...20$ мкм),

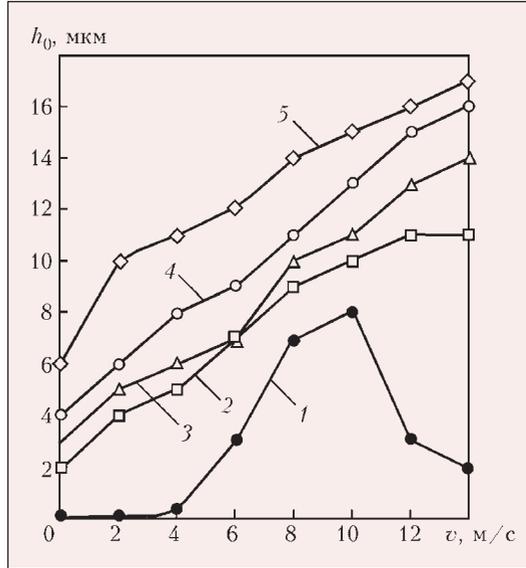


Рис. 2. Изменение толщины смазочного слоя между трущимися поверхностями в зависимости от параметров рельефа: 1 — $Rz=0,6$; 2 — $Rz=4$; 3 — $Rz=8$; 4 — $Rz=12$; 5 — $Rz=16$ мкм

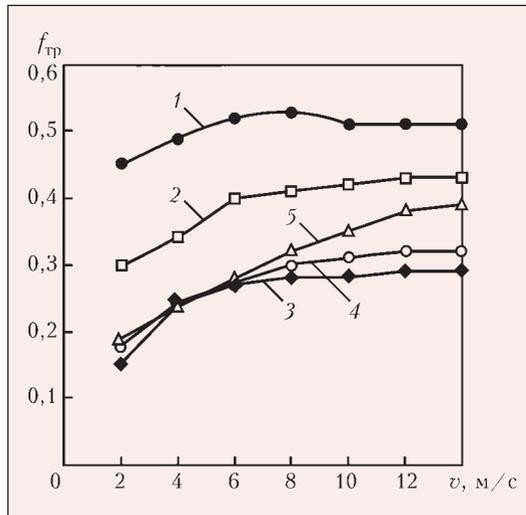


Рис. 3. Изменение коэффициентов трения в зависимости от рельефа и скорости скольжения (кривые 1–5 — см. рис. 2)

смазочный слой образуется во всем диапазоне исследуемых скоростей (см. рис. 2). Соответственно, потери на трение в 2–3 раза ниже, чем при трении в подшипнике, где вал имеет гладкую поверхность (рис. 3).

Относительная толщина смазочного слоя $\alpha=h_0/Rz$, которую измеряли на вершинах рельефа поверхности вала, зависит от скорости скольжения. Она изменяется в пределах 0,5–2. Исследования показывают, что форма вершин неровностей рельефа, которая характеризуется величиной β , имеет решающее влияние на триботехнические характеристики. Для шлифованной поверхности ($Rz=0,6$ мкм) величина β имеет значе-



Рис. 4. Общий вид изделий с рельефом, полученным электролитно-плазменной обработкой, и нагревателей: а — шейка коленчатого вала; б — нагреватель для формирования рельефа на шейке вала; в — цилиндр насоса; г — нагреватель для обработки внутренней цилиндрической поверхности

ние в пределах 0,01–0,001. Такой рельеф на поверхности вала не обеспечивает возможности для образования гидродинамического смазочного слоя в подшипнике.

При скольжении образца по поверхности с рельефом $\beta > 1$ (см. рис. 2, кривые 2–4), смазочный слой образуется во всем диапазоне исследуемых скоростей (0–14 м/с). Соответственно, в 2–3 раза снижаются потери на трение (см. рис. 3).

В Институте электросварки им. Е.О. Патона НАНУ разработали технологию электролитно-плазменного формирования специального рельефа неровностей на поверхности подшипников скольжения. По этой технологии на рабочей поверхности подшипника создают твердые участки шириной 25 мм, которые периодически чередуются с мягкими участками поверхности. На

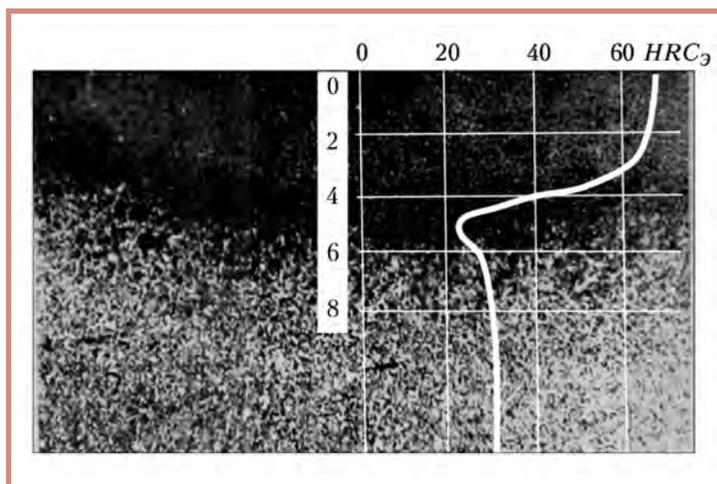
рис. 4 приведены варианты изделий с рельефом, полученным электролитно-плазменной обработкой (рис. 4, а — шейка подшипника скольжения тяжелого коленчатого вала и рис. 4, б — электролитно-плазменное устройство для создания рельефа на поверхности шейки коленчатого вала). Особенностью этого устройства является то, что оно базируется на обрабатываемой поверхности, что дает возможность вести обработку вала на стенде с электромеханическим приводом для обеспечения продольного расстояния между вершинами рельефа B , мкм.

На рис. 4, в показан цилиндр насоса для подачи раствора длиной 2 м. Электролитно-плазменное формирование рельефа осуществлялось на токарном станке с использованием специального нагревателя (рис. 4, г). Нагреватель выполнен из керамики и закреплен на длинной штанге, которая позволяет двигать его по всей длине цилиндра.

Обработка обеспечивала величину продольного расстояния между вершинами рельефа (относительную ширину гидродинамического клина) $B=25$ мм и расстоянию между вершинами рельефа $L=50$ мм.

Электролитно-плазменная обработка создает твердые участки поверхности, которые имеют микрокристаллическую структуру с плавным переходом к структуре основного металла (рис. 5). Твердость поверхностного слоя этого участка поверхности 55–60 HRC₃, толщина 5 мм. Известно, что при абразивной обработке съем материала с твердой поверхности менее интенсивный,

Рис. 5. Микрошлиф и график измерения твердости упрочненного слоя шейки вала



чем с мягкой, что и обуславливает формирование рельефа (рис. 6).

Рельеф состоит из твердых, износостойких выступов и впадин, которые имеют глубину до $Rz = 15$ мкм при ширине $B = 25$ мм. Если принять минимально допустимую толщину смазочного слоя на вершине рельефа 5 мкм, то относительная толщина смазочного слоя будет $\alpha = 0,3$.

Анализ формулы (1) показывает, что при минимальных скоростях, в момент начала движения, на вершине неровности образуется смазочный слой толщиной 5 мкм даже при контактом давлении в сотни мегапаскалей. С увеличением скорости нагрузочные возможности подшипника увеличиваются и, соответственно, увеличивается минимальная толщина смазочного слоя на вершине неровности.

При работе подшипника зазор между поверхностями скольжения заполняется смазкой. Впадины на поверхности шейки вала содержат микрообъемы с маслом. При движении поверхностей на боковых стенках впадин образуются гидродинамические клинья, грузоподъемность которых зависит в основном от вязкости смазочной жидкости, скорости скольжения и угла подъема гидродинамического клина.

Расчеты по формуле показывают, что толщина смазочного слоя над вершиной рельефа может быть от 10 до 20 мкм и зависит, главным образом, от параметров рельефа (см. рис. 5, 6). Специальный рельеф обеспечивает режим трения со смазкой даже при небольших скоростях вращения вала. В данном случае масло захватывается впадинами рельефа и перемещается в нагруженную зону подшипника, что исключает режимы трения без смазки, снижает потери на трение, температуру поверхности и износ.

Технология электролитно-плазменного формирования специального рельефа состоит в нагреве до температуры закалки участков поверхности шейки вала. Нагрев осуществляют электрическими разрядами в плазменном слое, который образуется между поверхностью изделия и жидким электродом (электролитом). В качестве электролита используют водный раствор на основе соли щелочного металла. Охлаждение нагретой поверхности осуществляется тем же электролитом.

Устройство для нагрева (см. рис. 4, б и рис. 4, г) имеет корпус из диэлектрического материала и металлический анод с характерными размерами D_a (рис. 7). В аноде вы-

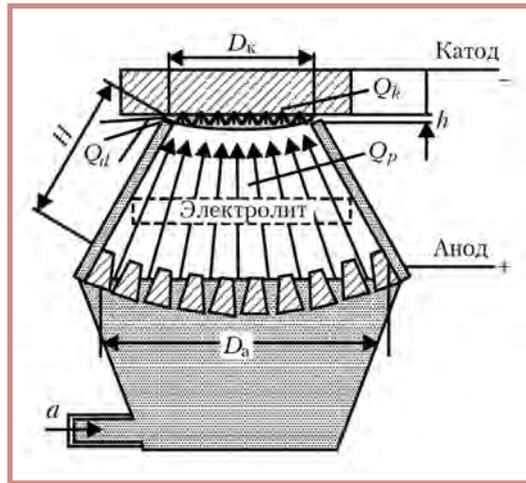
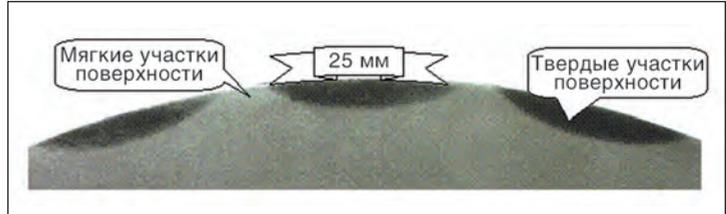


Рис. 6. Макрошлиф сечения вала после электролитно-плазменной обработки

Рис. 7. Схема электролитно-плазменного нагревателя для формирования твердых участков на поверхности вала

полнены отверстия, через которые протекает электролит к катоду (нагреваемой поверхности). Энергия в основном расходуется на нагрев катода поверхности изделия. Рассеивание энергии мало, что обусловлено малой толщиной плазменного слоя по сравнению с активной площадью нагрева и ограниченным периметром выходного сопла нагревателя (периметр $S = 300$ мм). Изменение геометрических соотношений нагревателя и электрических режимов обеспечивает управление скоростью нагрева и охлаждения поверхности изделия в диапазоне $20-500$ °C/с при удельной мощности нагрева поверхности 10^3-10^4 Вт/см².

Электролитно-плазменная обработка обеспечивает толщину упрочненного слоя от 1 до 10 мм на поверхности изделия из стали с 0,5% С. При изменении времени нагрева в процессе электролитно-плазменной обработки изменяется глубина упрочненного слоя, например, при 40 с обработки слой поверхности упрочняется на глубину до 10 мм, при 7 с — до 1 мм. Максимальная твердость упрочненного слоя (900 МПа) не зависит от его толщины и плавно снижается от максимальной твердости до твердости основы и, как правило, не зависит от времени нагрева.

Цилиндрическую поверхность упрочняли на специальном стенде. Изделие закреп-

ляли и периодически проворачивали на величину, которая равна расстоянию между упрочненными участками.

Обработку осуществляли навесным нагревателем (см. рис. 4, б), который устанавливали на обрабатываемой поверхности. Установка включает бак для электролита, насос, источник питания, систему контроля температуры.

Электролит подается к нагревателю, размещенному внутри корпуса из диэлектрического материала. В нагреватель встроен датчик, который улавливает излучение нагреваемой поверхности и подает управляющий сигнал на электрическую систему регулирования мощности нагревателя.

С пульта управления устанавливают напряжение, обеспечивающее нагрев участка поверхности свыше температуры фазовых превращений. Затем напряжение отключают, поверхность охлаждают электролитом. После охлаждения осуществляют режим отпуска, циклический нагрев участков поверхности до температуры 150–200°C и охлаждение. В процессе периодического повторения режима нагрев—охлаждение—поворот на поверхности шейки вала формируется система твердых участков. Нагрев в течение 25–35 с и охлаждение электролитом

создают на поверхности твердые прямоугольные участки 20×50 мм с глубиной закаленного слоя до 5 мм, твердостью до 60 HRC₃ (см. рис. 5–6). Этот же способ можно использовать для упрочняющей обработки внутренних поверхностей цилиндров насосов (см. рис. 4, в и рис. 4, г) и компрессоров.

Работоспособность цилиндров определяется интенсивностью износа его рабочей поверхности, способностью противостоять увеличению размера под действием давления газов и плотностью зазора между поверхностями поршня и цилиндра.

Высокие скорости трения при отсутствии смазки, а также наличие абразивной пыли, и высокие температуры приводят к быстрому износу поверхности насосов и компрессоров.

Повышение работоспособности цилиндра за счет увеличения твердости изнашиваемой поверхности объемными методами закалки недопустимо из-за высоких напряжений и потери прочности стали.

Предлагается электролитно-плазменная термоциклическая закалка электрическим током, который пропускают по плазменному слою, прилегающему к поверхности цилиндра.

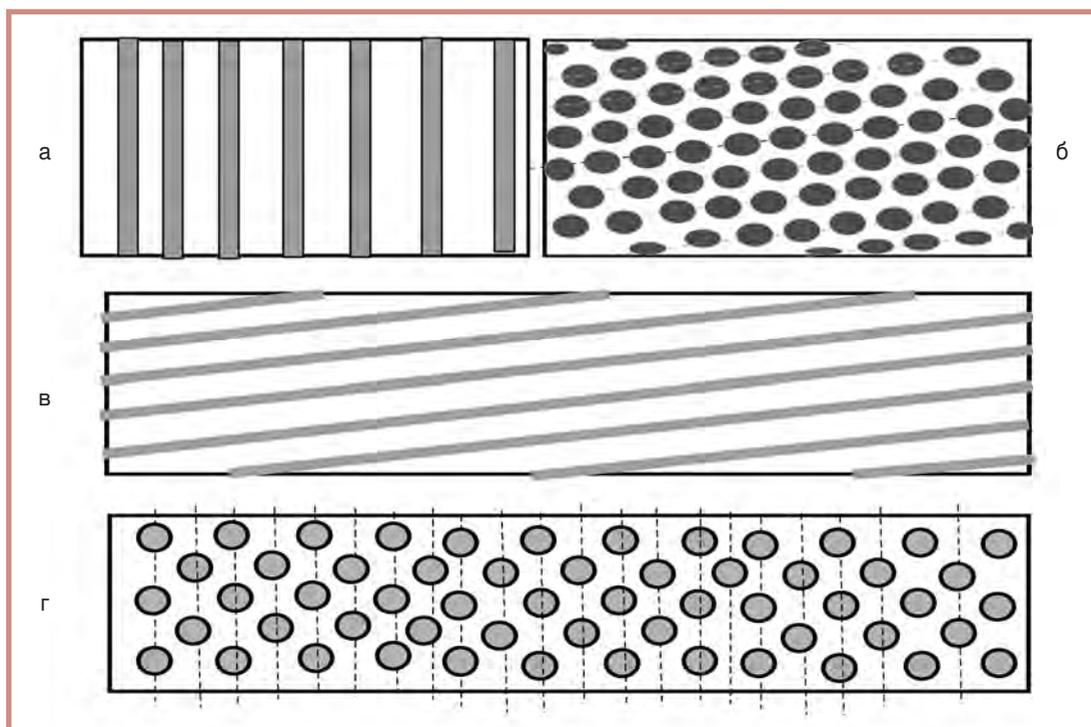


Рис. 8. Варианты упрочнения внутренней поверхности цилиндра: а — непрерывное упрочнение поперечными полосами шириной 10–25 мм; б — прерывистое упрочнение локальными пятнами диаметром 10–25 мм в виде многозаходных винтовых линий; в — непрерывное упрочнение полосами шириной 10–25 мм в виде многозаходных винтовых линий; г — прерывистое упрочнение локальными пятнами диаметром 10–25 мм в шахматном порядке

Создание закалкой на внутренней поверхности трубы-ствола системы твердых включений (рис. 4, з), воспринимающих износные нагрузки и обеспечивающих сжимающие напряжения в поверхностном слое и оптимальный микрорельеф, позволят повысить ресурс изделия. Незакаленные участки поверхности обеспечивают релаксацию напряжений, образующихся при эксплуатации.

Закаленный слой может быть круглым, квадратным, кольцеобразным или эллипсным в зависимости от конфигурации электрода-анода.

При эксплуатации на поверхности незакаленных участков цилиндра образуется система впадин с аэрогидродинамическими клиньями, которые при высоких скоростях скольжения поршня будут обеспечивать разделительный газовый/жидкостный слой и препятствовать износу схватыванием. Кроме того, резко снижается и абразивный износ, т. к. обеспечивается локализация абразива.

Эксперименты показали, что закалка изделия локальными участками на 30–40% повышает сопротивление изгибу, что позволяет использовать этот способ для упрочнения изделий, работающих при высоких изгибающих нагрузках. Создание оптимального микрорельефа снижает потери на трение при граничных режимах в 2–3 раза.

Твердость участков трубы после электролитной закалки на стали 35ХГСА — 50–55 HRC₃, на стали 40Х — 55–60 HRC₃, на стали 65Г — 60–68 HRC₃.

Возможны варианты размещения твердых включений (рис. 8). Это непрерывное

упрочнение полосами шириной 10–25 мм, которые будут выполнены в виде многозаходных винтовых линий на внутренней поверхности цилиндра, или прерывистое упрочнение локальными пятнами диаметром 10–25 мм, которые будут выполнены по винтовым линиям на поверхности цилиндра.

Возможно прерывистое упрочнение локальными пятнами диаметром 10–25 мм, выполненными на поверхности цилиндра в шахматном порядке. Этот вариант должен обеспечивать плотность зазора так же, как и вариант, который осуществляют непрерывным упрочнением полосами шириной 10–25 мм, ориентированными в виде поперечных линий на поверхности.

Анализ проведенной работы показал, что предлагаемая технология является экологически чистой и энергосберегающей. Например, по принятой ранее на производстве технологии крупногабаритный коленчатый вал (масса 1500–2000 кг) проходил процесс азотирования в камерной электропечи типа США 13.45.16/6м (загрузка печи 3 вала, время азотирования 72 ч). Затраты электрической энергии для обработки одного вала составляют 6 075 кВт·ч. Толщина упрочненного слоя достигает 0,5 мм. Для электролитно-плазменной обработки требуются гораздо меньшие затраты энергии — 30 кВт·ч. Толщина упрочненного слоя достигает 5 мм. На поверхности вала образуется рельеф, обеспечивающий гидродинамический режим работы подшипника скольжения.

● #572

Моршанские машиностроители осваивают шведское оборудование

На входящем в группу компаний «Новазем» заводе «Моршанскхиммаш» завершается монтаж стэнда для сварки кольцевых и продольных швов. Оборудование изготовлено шведской компанией ESAB Global. Оно позволит моршанским машиностроителям значительно улучшить качество выпускаемой продукции и расширить ее ассортимент.

Устанавливаемый на ООО «Моршанскхиммаш» стэнд предназначен для сварки кольцевых и продольных швов на обечайках. Новое оборудование даст возможность выполнять сварку обечайек диаметром до 4 м. Грузоподъемность роликоопор стэнда — до 37,5 т. Вращение сварочного центра вокруг своей оси на 180° увеличивает зону охвата и значительно повышает удобство использования оборудования. Важным преимуществом стэнда является наличие автоматической системы загрузки и разгрузки, что сокращает время изготовления изделий и обеспечивает оптимальный расход материалов.

Как отметил генеральный директор ООО «Моршанскхиммаш» Валерий Юханов, новый стэнд оснащен прецизионными системами обеспечения качества сварки (с высокой точностью параметров), в том числе видеоконтролем. Это значительно упрощает работу сварщика. Кроме того, автоматическое управление процессом снижает влияние человеческого фактора и обеспечивает оптимальное качество деталей.

Параллельно с монтажом сварочного стэнда специалисты завода проходят обучение на новом оборудовании. Навыкам обращения с современной техникой сварщиков учат сервис-инженеры ESAB Global.



NEW

www.i-mash.ru

Применение контактной точечной сварки для изготовления элементов газоочистительного устройства парового котла

Б.В. Федотов, канд. техн. наук, **В.В. Михайлов**, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, **М.Ю. Трекало**, СКБК «Промышленная группа» (Санкт-Петербург)

В тепловых электростанциях, а также в судовых энергетических установках используют котлы КВТЗ, обеспечивающие давление пара до 4,2 МПа и температуру до 450°С. Такой поток пара подают для вращения основных турбин. В качестве топлива в котлах указанного типа используют природный газ или мазут. Для очистки отходящие газы, часть потока которых выбрасывается в атмосферу, а часть подается для вращения вспомогательных турбин энергетических установок, проходят через блоки очистительных элементов. В каждом блоке имеется четыре или пять элементов, приваренных сверху к коллекторной трубе прямоугольного сечения аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом.

Фильтрующий элемент (рис. 1) представляет собой своеобразную четырехгранную усеченную пирамиду с прорезями (окнами) на боковых гранях (рис. 2). Верхняя часть элементов приварена к коллекторной трубе, отходящие газы подаются в нижнюю (широкую) часть.

В настоящей работе кратко изложена технология изготовления фильтрующих элементов с преимущественным использо-

ванием точечной контактной сварки (ТКС). Работа проводилась совместно лабораторией контактной сварки кафедры «Сварка и лазерные технологии» Санкт-Петербургского государственного политехнического университета и специальным конструкторским бюро котлостроения «Промышленная группа».

Боковины фильтрующего элемента (четыре на каждый элемент) собирают из двух практически одинаковых деталей, изготовленных штамповкой из листовой аустенитной нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т толщиной 1 мм, которые накладывают друг на друга. Предварительная сборка пар штампованных деталей осуществлялась на прихватках малого сечения, выполненных аргонодуговой сваркой, в центре боковых сторон штампованных деталей. Затем на отбортовке боковых сторон выполняли по две сварные точки (по краям) для окончательной сборки боковин элементов.

Все эксперименты по ТКС, а также ТКС опытных и опытно-штатных элементов выполняли на однофазной точечной контактной машине переменного тока, аналогичной по мощности машине марки МТ-1928. Режимы сварки отработывали на образцах-свидетелях, размеры литой зоны сварных точек измеряли штангенциркулем на пробе, разрушенной при испытании на скручивание. Размеры литых зон сварных точек соответствовали требованиям ГОСТ 15878. Режимы ТКС сборочных точек двух штампованных деталей боковин приведены в таблице.



Рис. 1. Общий вид фильтрующего элемента

Рис. 2. Боковина фильтрующего элемента

Наличие относительно длинных прорезей в боковинах элементов может привести в процессе выхлопа продуктов горения к повышенной вибрации узких перемычек металла, расположенных в нижней и средней части боковины, где перемычки имеют относительно большую длину, а следовательно, и высокую гибкость. Поэтому в конструкции боковин элементов предусмотрена установка так называемых крючков – гнутых деталей из полосы нержавеющей стали 12Х18Н10Т толщиной 2 мм и шириной 10 мм, приваренных ТКС к перемычкам боковин для повышения жесткости перемычек в условиях вибрации. Поскольку крючки устанавливаются только на относительно длинных перемычках в нижней и средней частях боковин, то площадь проходных окон боковин для прохода выхлопных газов уменьшается незначительно.

Сварные точки формировали на сочетании шести толщин листовых деталей: 1+1+2+1+1+2 мм (1 крючок + 2 соседние перемычки). При этом следует учитывать, что указанные в цепочке толщины 2 и 2 мм относятся к одной гнутой детали и, таким образом, имеется цепь шунтирования сварочного тока. Визуальный контроль процесса ТКС показал, что цепь шунтирования тока (изогнутая часть крючка) не нагревается до высокой температуры (до свечения). Это свидетельствует об относительно невысокой силе тока шунтирования по сравнению с установленной силой вторичного тока сварочной машины.

Необходимо учитывать, что удельное сопротивление аустенитной нержавеющей стали даже при комнатной температуре не ниже 70 мкОм·см. Простейшая расчетная оценка сопротивления цепи шунтирования дает величину около 700 мкОм (в холодном состоянии при равномерном распределении силы тока по поперечному сечению крючка), что и обеспечивает относительно невысокую силу тока шунтирования.

Следует иметь в виду, что попытка изготовления всех деталей из углеродистых или низколегированных сталей приведет к резкому возрастанию силы тока шунтирования (удельное сопротивление таких сталей, как правило, не более 20 мкОм·см).



Таблица. Режимы ТКС различных сочетаний толщин деталей фильтрующего элемента

Сочетание толщин, мм	Сила сварочного тока, кА	Время сварки, с	Сварочное усилие, даН
1+1	5,0–5,5	0,20	400
1+1+2+1+1+2	8,0–10,0	0,26	500
1+1+1+1	7,0–8,0	0,22	460

Режим ТКС листовых деталей при сочетании шести толщин также приведен в таблице.

После описанной выше операции ТКС боковин фильтрующих элементов их собирали и фиксировали в кондукторе специальной конструкции для получения собственно фильтрующего элемента в виде усеченной четырехгранной пирамиды. Затем осуществляли ТКС по отбортовке (около 10 мм шириной) боковых ребер. Фактически проваривали исходный листовый материал в сочетании четырех толщин (1+1+1+1 мм). На каждом из четырех ребер выполняли 10 сварных точек примерно с равным шагом при длине ребра несколько более 200 мм. Режим сварки деталей этого сочетания толщин также приведен в таблице. Для различных сочетаний толщин свариваемых деталей применяли различную форму рабочей поверхности электродов.

Первоначально было изготовлено и испытано несколько опытных фильтрующих элементов, а затем опытно-штатная партия из ста элементов, которые затем с помощью аргодуговой сварки были собраны в рабочие блоки по 5 элементов в каждом. Эта работа была выполнена на производстве СКБК «Промышленная группа». ● #573

Сварка трением с перемешиванием алюминиевых сплавов при производстве автомобильных полуприцепов

В.А. Бакшаев, П.А. Васильев, В.П. Трифонов, ЗАО «Чебоксарское предприятие «Сеспель»,
О.В. Христофоров, Чувашский государственный университет,
Р.О. Кайбышев, д-р физ.-мат. наук, **Д.В. Тагиров, С.С. Малофеев,**
 Белгородский государственный национальный исследовательский университет

ЗАО «Чебоксарское предприятие «Сеспель» производит алюминиевые автомобильные полуприцепы, предназначенные для перевозки как наливных, так и сыпучих грузов. Преобладающим технологическим процессом является аргонодуговая сварка. Трудозатраты составляют значительную долю в себестоимости продукции. Очевидно, что в условиях серийного производства крупногабаритных изделий наибольший экономический эффект может быть достигнут при сварке покупного листового проката в картах увеличенных размеров, а оптимальным является способ сварки трением с перемешиванием.

Выпускаемые предприятием полуприцепы — двухсекционные цементовозы модели 964818 имеют объем цистерны 34 м³ и грузоподъемность 34 т (рис. 1), четырехсекционные зерновозы модели 964827 — объем 55 м³ (рис. 2). Конструкция автоцистерн, за исключением осей, выполнена полностью из алюминиевых сплавов: обечайки — из сплава 5083 (листовой прокат 8000×2500×

5 мм), остальные детали — из сплава АМг5 (листовой прокат 7000×1500×5 мм). Треугольные несущие балки изготовлены из сплава АД31. Масса алюминиевой конструкции цементовоза составляет 2000 кг, зерновоза — 3000 кг. Загрузка автоцистерн производится через верхние люки, выгрузка — через нижние при подаче избыточного давления воздуха. Максимальный поперечный размер полуприцепов составляет 2550 мм.

Основными конструктивными элементами изделий являются обечайка, перегородки и днища. Обечайку полуприцепа изготавливают из листового алюминиевого проката путем гибки исходных листов на вальцах, сварки продольных швов и последующей стыковки и сварки кольцевых швов. Размеры заготовок для днищ и перегородок превышают поперечный размер покупного листового проката. Максимальный диаметр заготовки днища алюминиевого цементовоза составляет 3000 мм. Далее заготовку обрабатывают на станке РНС 135 ротационной вытяжки производства компании Leifeld. Качество изготовленной детали и трудозатраты определяются, в том числе, и способом сварки заготовки.

Оболочки алюминиевых цистерн изготавливают сваркой трением с перемешиванием с помощью станции, изготовленной компанией ESAB по техническому заданию предприятия. Описание конструкции станции, ее технические характеристики и выполненные специалистами нашего предприятия доработки приведены в журнале «Заготовительные производства в машиностроении» №12, 2010. Способ сварки трением с перемешиванием был предложен Ю.В. Клименко (А. с. 195846 СССР // Б. И. 1967. Вып. 10) достаточно давно, однако применять его стали в последние 15 лет. В России этот способ сварки в серийном производстве применяется в ГКНПЦ им. М.В. Хру-

Рис. 1.
Цементовоз
модели
964818

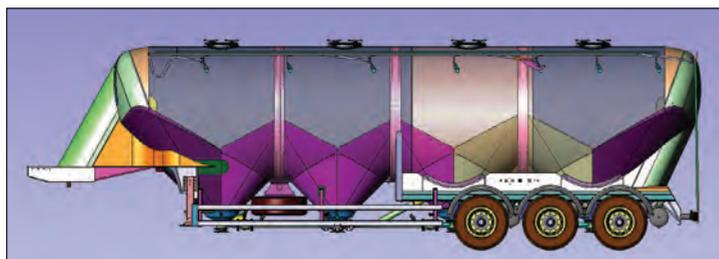


Рис. 2. Зерновоз 964827

ничева при изготовлении лайнеров высокого давления из алюминиевого сплава АМг6.

Нами освоен технологический процесс сварки алюминиевых сплавов АМг3 и АМг5 толщиной от 5 до 10 мм. Скорость сварки 50 см/мин. Листы толщиной 5,8 мм соединяют односторонней сваркой, более 8 мм – двухсторонней. Сварку выполняют инструментом производства ESAB, ресурс инструмента превышает 1000 м сварного шва. Специфической особенностью процесса является требование к минимальной величине зазора в стыке соединяемых деталей, в связи с чем необходима предварительная фрезеровка кромок (рис. 3). Высота рабочей части инструмента при односторонней сварке должна быть меньше толщины соединяемых деталей не более чем на 0,2 мм, что предъявляет особые требования к поставщику проката. Сварку выполняют в автоматическом режиме – загружают файл с записанными ранее технологическими параметрами: скоростью сварки, частотой вращения и усилием давления шпинделя, скоростью внедрения инструмента и временем выдержки перед началом движения.

Исследования механических свойств и строения сварных швов были проведены в лабораторном комплексе Белгородского государственного университета. В табл. 1 представлены результаты измерений механических свойств образцов сварных соединений из сплавов АМг5 толщиной 5 и 10 мм и АМг3 толщиной 8 мм, в табл. 2 – характеристика строения сварного шва.

На рис. 4 показан процесс сварки заготовки днища, на рис. 5 – готовые днища. На рис. 6 показана крупногабаритная деталь полуприцепа-цементовоза, изготовленная также с помощью сварки трением с перемешиванием.

С целью отработки технологических режимов сварки различных материалов и конструкции рабочего инструмента нами была изготовлена лабораторная установка для выполнения опытных работ. Лабораторная

Таблица 1. Результаты измерений механических свойств образцов сварных соединений

Образец	KCV, Дж/см ²	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_B , Н/мм ²	δ_5 , %	HB
АМг5, 5 мм	51,5	157	320	26,0	83
АМг3, 8 мм	40,2	115	228	22,7	65
АМг5, 10 мм	53	172	338	24,5	89



Рис. 3. Установка для фрезерования кромок листов



Рис. 4. Сварка заготовки днища цементовоза

Таблица 2. Характеристика строения сварного шва

Образец	Характеристика сварного шва	Строение сварного шва
АМг5 толщиной 5 мм	Односторонний, разрушение в зоне основного металла	Зерна в ядре шва равноосные со средним размером 5,7±0,5 мкм. В основном металле зерна сплюснены, средний продольный и поперечный размер около 24,2±2,3 мкм, толщина около 11,5±1,1 мкм.
АМг3 толщиной 8 мм	Односторонний, разрушение в зоне основного металла	Зерна в ядре шва равноосные со средним размером 4,5±0,5 мкм. В основном металле зерна сплюснены, средний продольный и поперечный размер около 34,5±3,5 мкм, толщина около 17,5±1,8 мкм.
АМг5 толщиной 10 мм	Двухсторонний, разрушение в зоне термического воздействия	Зерна в ядре шва равноосные со средним размером 3,9±0,4 мкм. В основном металле зерна сплюснены, средний продольный и поперечный размер около 27,5±2,5 мкм, толщина около 13,5±1,3 мкм.



Рис. 5. Днища цементовозов

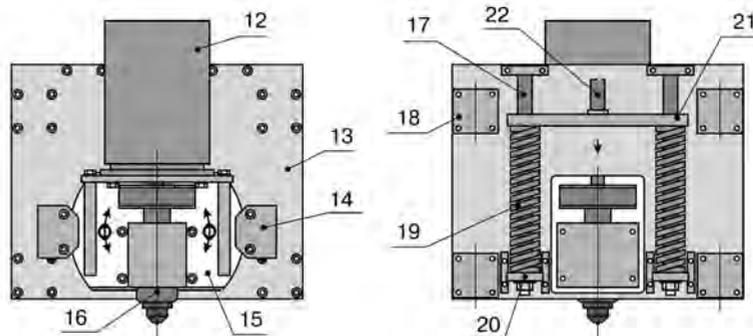
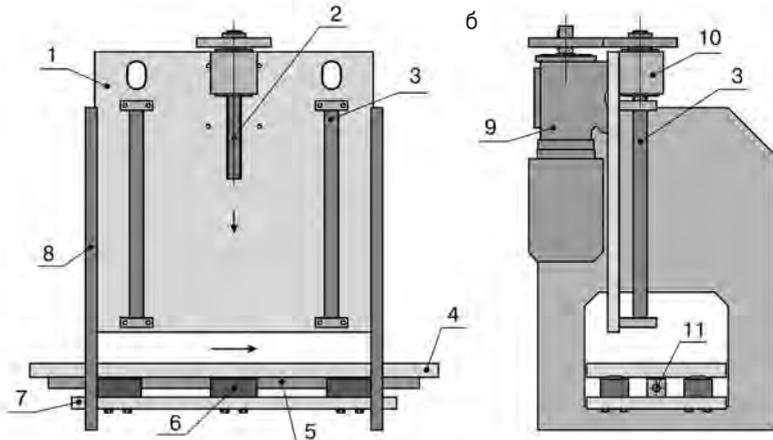


Рис. 6. Корпус цементовоза с фрагментом воронки, изготовленной с помощью сварки трением с перемещением

установка (рис. 7, а) состоит из силового каркаса (рис. 7, б) и шпиндельного узла (рис. 7, в). Силовой каркас обеспечивает необходимую жесткость конструкции. Он состоит из несущей плиты 1, установленной на боковых стенках 8 и опорной плите 7. На лицевой стороне несущей плиты располагается блок подачи 10 силового винта 2 и цилиндрические направляющие 3 типа SF30 компании SBC. На обратной стороне плиты установлен мотор-редуктор 9 типа MRD мощностью 0,75 кВт, связанный с блоком подачи посредством зубчатой передачи. На опорной плите 7 установлены каретки 6 типа HGN30 компании HIWIN, по которым перемещается подвижный стол 4 с рельсовыми направляющими 5 типа HGR30 компании HIWIN. Подача стола производится силовым винтом 11. Мотор-редуктор SF7152 компании King Right Motor с напряжением питания 24 В привода подачи на рисунке не показан. Несущим элементом шпиндельного узла (рис. 7, в) является плита 13 с фрезерованной выемкой для поворотной платформы 15, на которой смонтированы шпиндель 16 и асинхронный электродвигатель мощностью 2,2 кВт привода шпинделя 12. Передача вращения от вала электродвигателя на шпиндель осуществляется зубчатой ременной передачей. Гео-



а



в

Рис. 7. Лабораторная установка для выполнения опытных работ:
а — общий вид;
б — силовой каркас;
в — шпиндельный узел

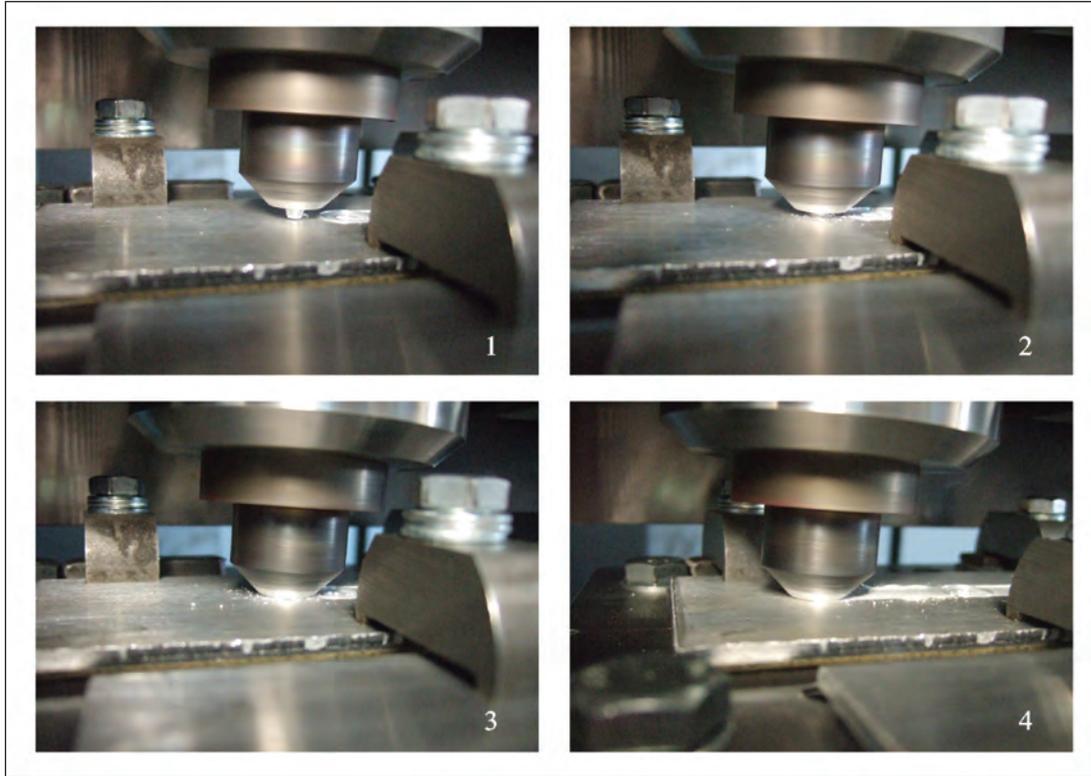
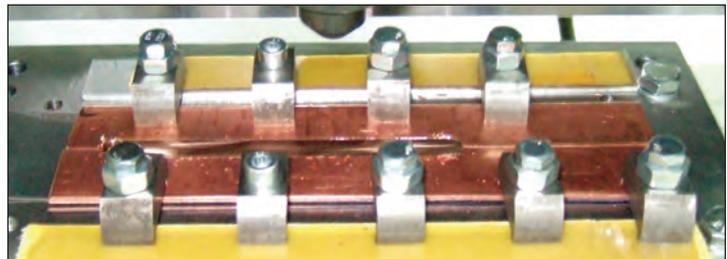


Рис. 8. Моделирование процесса сварки трением с перемешиванием на лабораторной установке

Рис. 9. Медные пластины после сварки трением с перемешиванием

метрия платформы позволяет вращение в вертикальной плоскости в пределах $\pm 2,5^\circ$. Установка шпиндельного узла на несущей плите 1 (рис. 7, б) выполнена с помощью подшипников 18 типа SCE30 компании SBC. На несущей плите 13 установлены также направляющие 17, фиксирующие в вертикальной плоскости пружины Stock Spring 19. Передача необходимого сварочного усилия от силового винта 2 на шпиндель 16 происходит по цепочке: силовой винт 2 – пластина 21 – пружины 19 – упоры 20 – плита 13 – шпиндель 16. Величина усилия контролируется косвенным способом по сжатию пружин 19. Коэффициент жесткости последних является паспортной характеристикой и равен $c = 127 \text{ Н/мм}$. Максимально достигаемое при этом усилие составляет 20 кН. Данная схема позволяет обойтись без применения гидравлической системы с контроллером давления в гидроцилиндре при проведении сварочных работ в режиме постоянного давления. Частота вращения электродвигателя привода шпинделя задается частотным преобразователем E2-8300-003H компании «Веспер». Мощности электродвигателя достаточно для сварки листов из сплава АМг5 толщиной 3 мм. Скорость подачи стола в диапазоне 8–22 см/мин задается выходным напряжением источника питания Б5-71 в пределах 10–27 В. Частота вращения мотор-редукто-



ра 9, определяющая скорость подачи силового винта 2, задается частотным преобразователем E2-8300-001H.

На рис. 8 показан процесс внедрения и последующего движения инструмента при моделировании процесса сварки алюминиевого сплава. На рис. 9 показаны пластины меди толщиной 4 мм после сварки.

Принципиальными преимуществами данного способа сварки являются следующие: отсутствие остаточных механических напряжений, отсутствие расходных материалов, отсутствие вредных выбросов и светового излучения, увеличенная скорость сварки, уменьшенное энергопотребление, возможность сварки разнородных материалов. В условиях производства крупногабаритных изделий из алюминиевых сплавов данный технологический процесс позволяет получать листы-заготовки значительных размеров, что снижает трудоемкость сварочных работ и уменьшает расход металла за счет рационального раскроя при резке.

● #574

Применение сварочного источника «Корд 1-250» при проведении ремонтных работ в особых условиях

Р.А. Перковский, И.Ю. Ударов, ЗАО «Лаборатория Электроники»,
И.И. Колупаев, ООО «Компания «КОРД», С.Б. Усов, ОАО «МОЭК»

ЗАО «Лаборатория Электроники» и ООО «Компания «КОРД» завершили разработку и начали серийное производство сварочного источника «Корд 1-250» (рисунок) для ручной дуговой сварки. При огромном разнообразии существующего на рынке сварочного оборудования для ручной дуговой сварки возникла необходимость в разработке еще одного сварочного источника, обладающего характеристиками, требующимися при проведении ремонтных работ на объектах энергетики и атомной промышленности, в газо- и водоснабжении, при ремонте крупногабаритных конструкций.

При проведении сварочных работ во время ремонта подземных коммуникаций, на высотных конструкциях, в стесненных и опасных условиях, а также при высокой

влажности невозможно подвести к месту сварки напряжение 380 В. Поэтому возникает необходимость использования длинных сварочных кабелей и обязательного применения блока снижения напряжения (БСН) холостого хода. Однако большое падение напряжения на сварочных кабелях требует применения источников с высоким выходным напряжением или значительного увеличения сечения сварочного кабеля. Как правило, выходное напряжение подавляющего числа сварочных источников лишь незначительно превышает (а на максимальных режимах часто даже и не достигает) значение $U_D = 20 + 0,04 I_{св}$, необходимое для



стабильного горения дуги. Поэтому для сварки на расстоянии до сотен метров от сварочного источника требуется использование или дорогостоящих и тяжелых сварочных кабелей большого сечения, или сварочного источника с силой номинального тока сварки, значительно превышающей требуемую силу рабочего тока. Как правило, сварочные источники с выходным значением силы тока свыше 300 А не имеют в своем составе БСН и его необходимо приобретать дополнительно. Все это увеличивает стоимость сварочного оборудования для проведения ремонтных работ в два раза и более.

Основным преимуществом сварочного источника «Корд 1-250» является высокое выходное напряжение 52 В при силе номинального выходного тока 250 А, что позволяет применять его для сварки с использованием кабелей длиной до нескольких сотен метров. Кроме того, высокое выходное напряжение позволяет эффективно вести резку металла. В таблице приведена зависимость максимальной силы тока дуги от сечения и длины сварочного кабеля (при номинальном напряжении питания 380 В).

Серьезной проблемой при применении длинных сварочных кабелей является использование пульта дистанционного управления для регулирования силы тока сварки. Применение проводного пульта, как правило, затруднено из-за сложности удлинения провода до необходимых размеров и опасности его повреждения и «запутывания». Сварочный источник «Корд 1-250» укомплектован беспроводным пультом дистанционного управления, работающим на частоте 433 МГц и позволяющим регулировать силу тока сварки на расстоянии до 400 м при прямой видимости и до 100 м внутри зданий.

Большинство ремонтных работ выполняются с помощью передвижных электростанций с высоким уровнем пульсации выходного напряжения при резком изменении нагрузки, что характерно для сварочных работ, когда нагрузка практически мгновенно изменяется от нуля до максимума. Применение сварочного источника «Корд 1-250» позволит обеспечить стабильные характеристики сварочной дуги в диапазоне питающих напряжений от минус 20% до плюс 15% от номинального значения. Источник работоспособен при снижении напряжения питания до минус 40%, что ведет к снижению выходного напряжения до 30 В. Этого до-

Таблица. Зависимость максимальной силы тока дуги, А, от сечения и длины сварочного кабеля

Длина кабеля, м	Сечение кабеля, мм ²			
	16	25	35	50
50	250	250	250	250
100	180	240	250	250
150	130	180	220	250
200	100	150	190	240
300	80	110	140	180
400	60	90	110	150

Техническая характеристика

сварочного источника «Корд 1-250»:

- Напряжение питания первичной трехфазной сети, В 380^{+20%}_{-15%}
- Максимальная потребляемая мощность, кВт 14
- Сила номинального выходного тока, А... 250
- Сила тока короткого замыкания, А..... 320
- ПН при номинальном токе, %..... 60
- ПН при силе тока 200 А, % 100
- Диапазон регулирования выходного тока, А..... 1–250
- Напряжение холостого хода, В..... 80±5
- Максимальное выходное напряжение при силе тока 250 А, В 52
- Выходное напряжение в режиме ограничения холостого хода, В Менее 10
- Наклон выходной вольт-амперной характеристики, В/А..... 0,4–2
- Вид выходной характеристики в режиме TIG Штыковая
- Параметры импульсного режима:
 - отношение силы тока паузы к силе тока импульса От 1:1 до 1:100
 - время импульса, с..... От 0,02 до 2,5
 - время паузы, с От 0,02 до 2,5
- Коэффициент полезного действия (при 200 А)..... Более 0,9
- Температура окружающей среды, °С..... –40...+45
- Габаритные размеры, мм 180×220×400
- Масса, кг 14

статочно для проведения сварки на силе тока 250 А при стандартных коротких сварочных кабелях. Силовая элементная база рассчитана на напряжение 1200 В, что позволяет сохранять работоспособность сварочного источника при бросках входного напряжения более чем на 15%. Встроенный контрол-

лер автоматически выключает источник для предотвращения выхода его из строя.

Особенностью ремонтных работ является необходимость сварки любых типов соединений из металлов различных толщин и марок в различных пространственных положениях. Это требует применения универсального сварочного источника, позволяющего работать с любыми электродами и имеющего широкий диапазон регулировок выходных параметров. Диапазон регулирования силы сварочного тока источника «Корд 1-250» от 1 до 250 А, а наклон вольт-амперной характеристики от 0,4 до 2 В/А, что позволяет использовать электроды с основным, целлюлозным или рутиловым покрытием толщиной от 1 до 7 мм. Импульсный режим дает возможность регулировать время импульса и паузы от 0,02 до 2,5 с, а сила тока паузы от 1 до 100% от силы тока импульса. При этом можно подобрать оптимальный режим сварки для любого соединения из металла толщиной свыше 0,5 мм, а также значительно облегчить сварку швов в вертикальном и потолочном положениях.

Источник «Корд 1-250» имеет следующие встроенные сервисные функции:

- «горячий старт» обеспечивает повышение силы тока дуги на 30% в течение 1 с после касания электродом изделия для облегчения зажигания дуги;
- «форсаж дуги» повышает силу тока дуги на 50% в условиях, близких к замыканию электрода о поверхность изделия, что предотвращает «залипание»;
- «антистик» отключает сварочный ток через 1 с после замыкания электрода на изделие, что позволяет безопасно оторвать залипший электрод;
- «снижение напряжения холостого хода» обеспечивает выключение сварочного источника через 1 с после окончания сварки, это снижает напряжение холостого хода до значения не более 10 В.

Применение этих функций позволяет повысить качество сварки или снизить требования к квалификации сварщика при сварке ответственных соединений.

Сварочный источник «Корд 1-250» имеет аттестат НАКС для работы на объектах КО, ПТО, ГО, НГДО, ОХНВП.

В филиале ОАО «МОЭК» уже более года используют 4 сварочных источника «Корд 1-250» в составе АРГМ (аварийно-ремонтная газовая машина). Источники применяют для ремонта в полевых условиях и в цеху теплосетей, труб, котельного оборудования, строительных конструкций, систем отопления зданий, а также при производстве крупногабаритных металлических строений. Питание от промышленной сети 380 В или от дизельной передвижной электростанции мощностью 70 кВт.

Сварку подземных коммуникаций проводили на расстоянии 200 м от колодца с помощью двух сварочных кабелей сечением 25 мм² и длиной 300 м при использовании свариваемых труб в качестве общего провода. Применение длинных и легких сварочных кабелей сечением 16 мм² позволило значительно повысить производительность труда при сварке крупногабаритных конструкций за счет экономии времени переноски и переключения сварочного источника. Универсальность сварочных источников позволила решить все поставленные задачи сварки в кратчайшие сроки и с высоким качеством.

Применение сварочного источника «Корд 1-250» дало возможность провести сложные ремонтные работы, которые невозможно было бы реализовать с помощью другого оборудования или потребовалось бы дорогостоящее вскрытие коммуникаций. Сварочные источники «Корд 1-250» показали отличные сварочные характеристики, удобство в эксплуатации и надежную работу в условиях высоких и низких температур, в крайне загрязненных и запыленных помещениях. ● #575



ООО «Компания «Корд»

*пр. Металлургов, д. 3, пос. Львовский,
Подольский р-н, Московская обл., 142155, РФ
Тел./факс: 8 (495) 996-83-07, (4967) 60 -55-61
E-mail: kord@kordp.ru www.kordp.ru*



Агрегаты с блоками снижения напряжения холостого хода и переключением полярности дуги.



- приводной двигатель Д-144 либо Д-242;
- блок срабатывает при касании электродом детали и подает на дугу высокое напряжение генератора. Блок прекращает подачу высокого напряжения после окончания сварки, а также при выходе из строя собственных элементов;
- индикаторы и органы тестирования позволяют перед началом работы убедиться в исправности блока снижения напряжения, индикаторы информируют о наличии сварочного напряжения на электроде, а также предупреждают о переходе в режим блокировки;
- возможна установка предпускового подогревателя двигателя;
- блоки не изменяют характеристики агрегатов, степени взаимовлияния постов, диапазон климатического применения, радиус действия и не влияют на сварочные свойства.

Технические характеристики (соответствуют требованиям ГОСТ Р МЭК 60974-1):

Время снижения напряжения, с	0,8 (0,5; 0,6 по заказу)
безопасное пониженное напряжение, В	12
Время срабатывания, с	0,06
Чувствительность (сопротивление сварочной цепи, вызывающее срабатывание), Ом	200

Агрегат для сварки и плазменной резки АДПР-2х2501В.



- 2 поста по 250 А ручной дуговой сварки;
- плазменная резка металлов;
- трехфазный генератор электропитания (6 кВт, 400В);
- встроенный компрессор с системой подготовки сжатого воздуха: фильтры, ресивер, спиртовой предохранитель от замерзания;
- ручной плазматрон воздушного охлаждения, с контактным зажиганием дуги, длина кабель-шланга 20 или 30 м;
- термопенал для сушки электродов;
- возможность поставки на шасси.

Технические характеристики:

Д-144

Д-242

Режим сварки:

Количество постов сварки	2
Номинальный сварочный ток, А (при ПН-60%)	250/400*
Номинальное рабочее напряжение, В	30
Пределы регулирования сварочного тока, А	30-250/50-400*
Напряжение холостого хода, В	90

Режим резки:

Максимальная толщина разрезаемого листа стали, мм	25
Ток резки при напряжении на дуге 100В, А	80
Напряжение холостого хода, В (несниженное/сниженное)	250/50

Общие данные:

Тип охлаждения двигателя	воздушный	жидкостный
Габаритные размеры агрегата на раме, мм	2420x1000x1300	2650x1000x1580
Масса агрегата, кг	1150	1400

* характеристики при параллельной работе на одну дугу

Завод сварочного оборудования ЗАО "УРАЛТЕРМОСВАР"

620017, Россия, Екатеринбург, ул. Московская, д.49, оф.67
тел/факс: +7 (343) 376-46-80, 203-14-57, 203-14-58, 203-14-59
www.uraltermosvar.ru uraltermosvar@mail.ru

Выставочные салоны-магазины "МИР СВАРКИ"

Екатеринбург, ул. Куйбышева, 4 (343) 203-17-56
Новосибирск, ул. Жуковского, 123 (383) 227-21-33 (сервис)
Тюмень, ул. Магнитогорская, 4/3 (3452) 307-947 (сервис)



IX Международный конкурс сварщиков

состоится 13–17 августа 2012 г. в Одессе (Украина)
на учебно-аттестационной базе ОИАЦ «Прометей»

На конкурс приглашаются сварщики, имеющие опыт работы,
из Украины и других стран.

Конкурс будет проходить в следующих номинациях:



ручная дуговая сварка покрытым электродом (111):

- сварка стыковых соединений пластин $t = 10$ мм из малоуглеродистой стали в потолочном положении (PE ss nb);
- сварка стыковых соединений неповоротных трубных элементов D76×4 (T/BW) из малоуглеродистой стали (H-L045 ss nb);



дуговая сварка вольфрамовым электродом в инертных газах (141):

- сварка стыковых соединений неповоротных трубных элементов D45×4 (T/BW) из высоколегированной стали (PF ss nb);
- сварка стыковых соединений неповоротных трубных элементов D42×3 (T/BW) из малоуглеродистой стали (PF ss nb);



дуговая сварка металлическим плавящимся электродом в активных газах (135):

- сварка стыковых соединений пластин $t = 12$ мм из малоуглеродистой стали в вертикальном (PF ss nb) и горизонтальном (PC ss nb) положениях.

Победители конкурса награждаются:

1. **Ценными подарками и денежными премиями.**
2. **Дипломами Общества сварщиков Украины.**
3. **Международными сертификатами сварщика «Bureau Veritas».**

Организатор конкурса: Общество сварщиков Украины

Информационная поддержка — журнал «Сварщик».

Фирмы, организации и заинтересованные лица, желающие принять участие в организации и проведении конкурса, спонсорстве и рекламе своей продукции, могут обращаться в Оргкомитет конкурса.

Полная информация о конкурсе представлена на сайте: www.tzu.od.ua

Заявки на участие в конкурсе принимаются **до 8 августа 2012 г.** по адресу:

Украина, 65003 г. Одесса, Газовый переулок, 4,
Одесское областное ОСУ, Оргкомитет конкурса
факс: +380-48-758-61-41, тел.: +380-48-758-62-12, 741-14-85, 723-37-40;
e-mail: office@tzu.od.ua; osu-odessa@ukr.net



ВСЕ ДЛЯ СВАРКИ.

ЭКОТЕХНОЛОГИЯ

**Официальный дистрибьютор
Опытного завода сварочных материалов
Института электросварки им. Е.О. Патона**

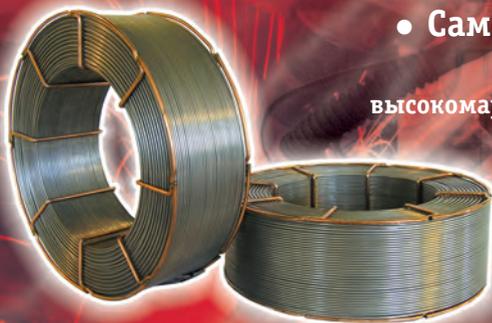
- **Покрытые электроды марки АНО-36, АНО-21, АНО-21У, АНО-6У, АНО-4, АНО-4И, МР-3**

для сварки переменным током низкоуглеродистых сталей с временным сопротивлением разрыву до 450 МПа.

- **Покрытые электроды марки УОНИ-13/45, УОНИ-13/55**

с улучшенными характеристиками для сварки постоянным и переменным током (от трансформаторов типа СТШ-СГД) низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 490 МПа и стержней арматуры сборных железобетонных конструкций из стали классов А-II, А-III.

- **Покрытые электроды марки АНВМ-1** для сварки и наплавки постоянным током высокомарганцевых сталей типа 110Г13, 60Х5Г10Л, 30Г18Х4: ремонт переводов стрелочных, крестовин, ножей и зубьев ковшей экскаваторов, щек камнедробилок, бронеплит; экономнолегированный, устойчивый к ударному износу наплавленный металл типа 30Г20Т; эффективная, экономически оправданная замена электродов марок ННИ-49Г, ОЗЛ-6 ЦНИИ-4, ЭА-981/15.



- **Самозащитная порошковая проволока ПП-АНВМ-1**

и ПП-АНВМ-2 для механизированной сварки и наплавки высокомарганцевых сталей типа 110Г13, 60Х5Г10Л, ОХ14АГ12М и 30Г18Х4: ремонт переводов стрелочных, крестовин, ножей и зубьев ковшей экскаваторов, щек камнедробилок, бронеплит; «залечивание» дефектов литья, наплавка деталей и узлов из углеродистой стали; экономнолегированный, устойчивый к ударному износу наплавленный металл типа 30Г20Т и 15Х10Г20Т.

Сварочные электроды ОЗСМ ИЭС им. Е. О. Патона — это стабильное качество и высокая производительность сварки.

Киев, 03150, ул. Антоновича (Горького), 62 E-mail: sales@et.ua

т./ф. +380 44 287-2716, 200-8050, 289-2181,
200-8056 (многоканальный)

WWW.ET.UA



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

В каких случаях необходимо применять аргонодуговую обработку границ шва в сварном соединении, и насколько она эффективна?

С.И. Христенко (Киев)

Аргонодуговая обработка границ шва получила широкое применение в 1960-70-е годы и до сих пор сохранила свою актуальность

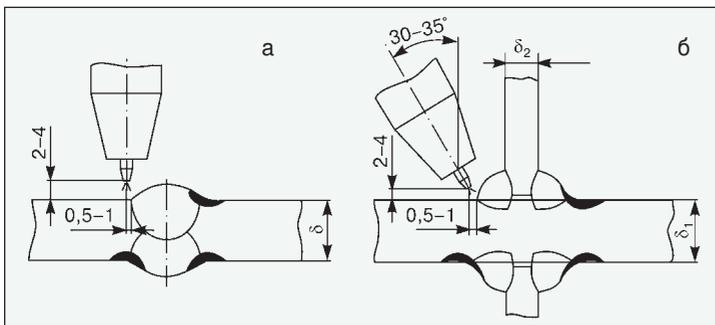


Рис. 1. Расположение электрода относительно шва при аргонодуговой обработке стыкового (а) и таврового (б) соединений

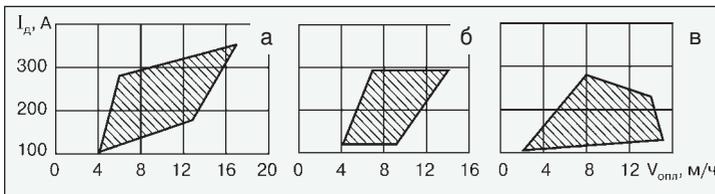


Рис. 2. Области оптимальных режимов аргонодуговой обработки швов: а — нижнее положение; б — вертикальное; в — потолочное

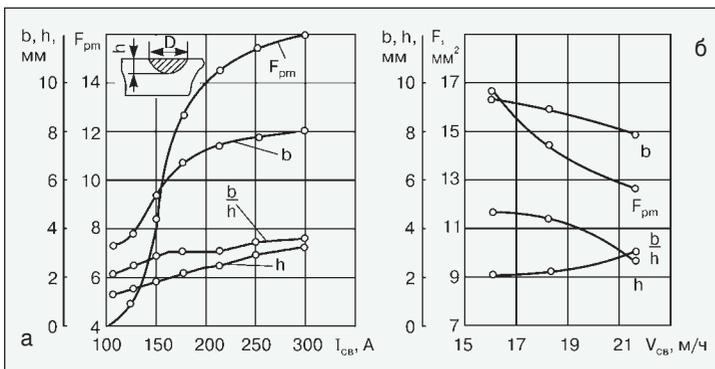


Рис. 3. Зависимость параметров сечения оплавленного металла от силы тока (а) ($U_d = 13 \text{ В}$, $v_{св} = 16 \text{ м/ч}$) и скорости аргонодуговой обработки (б) ($U_d = 12 \text{ В}$, $I_{св} = 250 \text{ А}$)

как энергосберегающая технология послесварочной обработки металлоконструкций. Как правило, ее используют для создания плавного перехода от шва к основному металлу путем оплавления границ шва неплавящимся вольфрамовым электродом без присадочной проволоки. В некоторых случаях обработку выполняют с присадочной проволокой.

На рис. 1 показано положение электрода при оплавлении стыковых и угловых швов.

К основным достоинствам аргонодуговой обработки относят возможность:

- уменьшения концентрации напряжений и повышения работоспособности сварных соединений из низкоуглеродистых, низколегированных и термически улучшенных сталей относительно простым способом;
- выполнения обработки в любых доступных местах сварной конструкции во всех пространственных положениях при относительно низких энергетических и капитальных затратах;
- повышения прочности оплавленного металла при высокой пластичности;
- устранения дефектов в виде микроподрезов, наплывов и измельчения неметаллических включений;
- уменьшения концентрации водорода в обработанном металле в 2–2,5 раза;
- перераспределения остаточных напряжений и снижения их общего уровня примерно на 20–25%.

На рис. 2 приведены области оптимальных режимов аргонодуговой обработки швов при оплавлении в аргоне мест перехода от шва к основному металлу вольфрамовым электродом диаметром 4 мм. Зависимость параметров сечения оплавленного металла (b — ширина оплавления, h — глубина оплавления, $F_{пл}$ — площадь оплавления) от силы тока и скорости аргонодуговой обработки представлена на рис. 3. При аргонодуговой обработке увеличение силы тока незначительно увеличивает провар, повышение скорости оплавления — уменьшает.

Техника оплавления включает ряд приемов, исключающих возможность образования дефектных начальных участков и кратеров в местах перехода от шва к основному металлу (рис. 4). Так, повторное зажигание дуги выполняют на расстоянии 6–10 мм позади края уже существующего валика при оплавлении в одном направлении (рис. 4, а) либо путем зажигания дуги на основном металле с переводом ее на кромку (рис. 4, б). В случае замыкания двух валиков при встречном оплавлении концы валиков с кратерами выводят на основной шов (рис. 4, в).

На качество оплавления сильное влияние оказывают окалина, наждачная пыль, ржавчина и масло, попадающие в зону обработки. Поэтому указанная зона предварительно должна быть очищена стальной щеткой и ветошью. Обычно микротвердость оплавленной зоны не превышает 350 HV. При обработке низколегированных сталей могут образоваться закалочные структуры, твердость которых превышает 350 HV. В этом случае при оплавлении применяют способ возвратно-поступательного перемещения горелки.

Установлено, что сварные соединения после аргонодуговой обработки сохраняют механические свойства на уровне свойств сварного соединения без обработки, а в некоторых случаях на сталях бейнитного класса это позволяет повысить прочность сварных соединений при отрицательных температурах. Оплавление весьма эффективно повышает ударную прочность сварных соединений.

Уменьшение концентрации напряжений в сочетании с рафинирующей обработкой на участке перехода шва к основному металлу углеродистых низколегированных сталей способствует повышению выносливости стыковых сварных соединений на 40–60%, а нахлесточных — на 11–20%. Установлено, например, что пределы выносливости стыковых швов высокопрочной стали 14ХМНДФР при повторно-ударных нагрузках на базе $2 \cdot 10^6$ циклов после аргонодуговой обработки повышаются на 45%, а долговечность тавровых соединений — в 5–6 раз.

Наиболее эффективно аргонодуговая обработка зарекомендовала себя при производстве сварных конструкций подвижного состава железных дорог. Одними из наиболее нагруженных сварных деталей являются рамы тележек, которые подвергаются при эксплуатации значительным динамическим нагрузкам. Под их действием в рамах тележек возможно накопление усталостных повреждений, образование и развитие усталостных

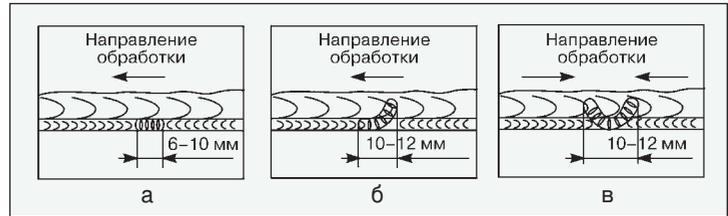
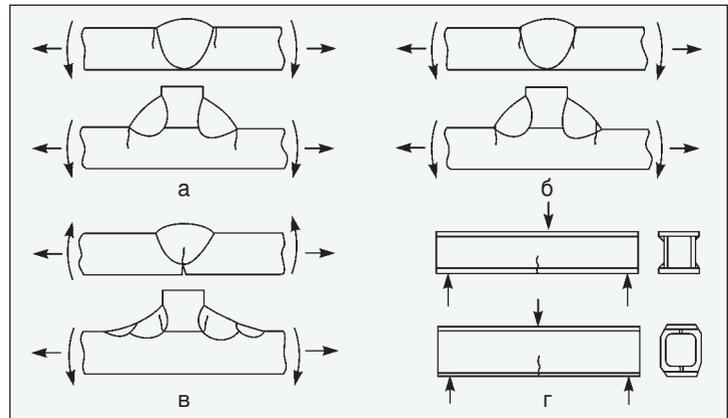


Рис. 4. Схемы оплавления: перехлест (а); зажигание дуги на шве (б); начало и окончание оплавления дуги на шве (в)



трещин. При неблагоприятном сочетании действующих нагрузок в условиях низких температур возможно также хрупкое разрушение рам тележек из-за имеющихся усталостных трещин или дефектов сварных швов.

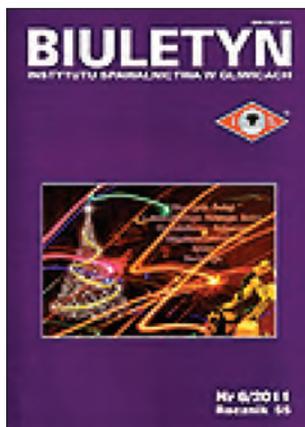
Трещины появляются в местах наибольшей концентрации напряжений на границе перехода от шва к основному металлу (рис. 5, а) или в корне стыковых, угловых, нахлесточных и тавровых соединений (рис. 5, в, г). При наложении мягких сварных швов, прочность которых меньше прочности основного металла и зоны термического влияния, и создании плавного перехода на границе шва с основным металлом усталостные трещины могут возникать на наружной поверхности шва на расстоянии 0,5–1,0 мм от границы перехода к основному металлу (рис. 5, б). Наиболее часто очагом возникновения усталостных трещин является граница перехода от шва к основному металлу.

Установлено, что основной причиной возникновения усталостных трещин в рамах тележек электропоездов является высокий уровень концентрации напряжений на границе переходов от шва к основному металлу.

Есть данные, что ресурс работы рам тележек, сварные швы которых прошли аргонодуговую обработку, существенно выше, чем ресурс работы рам с необработанными швами и рам, подвергнутых высокому отпуску.

Сегодня аргонодуговая обработка применяется в ремонтных технологиях подвижного состава киевского метрополитена. ● #576

Рис. 5. Места возникновения усталостных трещин в сварных соединениях



Содержание №6–2011 журнала «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша)

J. Rykala, T. Pfeifer. Влияние технологических условий MIG/MAG сварки на перенос металла в сварочной дуге

E. Turyk, A. Zydzik-Bialek, M. Bormann, A. Jastrzebiowski, M. Koscielniak, T. Kuzio, B. Czworkog. Ремонтная сварка элементов надписи ARBEIT MACHT FREI на главных воротах бывшего концлагеря Auschwitz

M. Jomozik. Исследование структурных превращений в конструкционных сталях в условиях термических циклов сварки на новой измерительной установке в Институте сварки

A. Winiowski, M. Rozanski. Вакуумная пайка нержавеющей стали серебряными припоями, содержащими никель и олово

A. Klimpel. Оценка целесообразности использования труб из стали X70 и X80 для стратегических газопроводов большого диаметра с учетом свариваемости этих сталей

Новые книги

Новое оборудование и материалы



Содержание №11–2011 журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша)

P. Baryliszyn, K. Janus, T. Noack, J. Nowacki. Современная концепция регулирования параметров точечного нагрева сопротивлением

A. Pietras, A. Weglowska, B. Rama, M. Weglowski. Новая технология нагрева трением труб с покрытием

M. Nowak, M. Nowicki. Направления развития техники и технологии нагрева на примерах решений фирмы Теспа

M. Nowak, D. Wisniewski, A. Thomas. TAWERS — новая генерация сварочных роботов фирмы Panasonic



Содержание №12–2011 журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша)

J. Pilarczyk, M. Banasik, S. Stano, J. Dworak. Лазерная сварка с использованием присадочного материала и механической системы слежения за качеством шва

Z. Mirski, K. Granat, S. Stano. Возможности соединения тугоплавких металлов со сталью с помощью лазерного луча

M. Weglowski, T. Chmielewski, K. Kudla. Оценка возможности применения при сварке низкоэнергетичного процесса SpeedRoot в позиции PG

J. Gorka. Свойства соединений термомеханически обработанной стали с высокой степенью пластичности

L. Tuz, A. Kolasa, T. Pfeifer. Структура и механические свойства стыковых соединений магниевых сплавов, выполненных MIG сваркой

M. Burda, T. Kik, K. Koziol, A. Gruszczuk. Отработка методов использования углеродных нанотрубок для выполнения сварных соединений

G. Gontarz, T. Chmielewski, D. Golanski. Модификация напыленных алюминиевых покрытий, нанесенных на сталь, концентрированным тепловым источником

T. Chmielewski, D. Golanski, G. Gontarz. Измерение остаточных напряжений в термически напыленных покрытиях

A. Miklaszewski, M. Jurczyk, M. Jurczyk. Модификация поверхности биоматериалов на примере титана методом плазменного плавления



Содержание №4–2011 журнала «Zvarac» (Словакия)

J.Koukal, M.Sondel, D.Schwarz. Корреляция свойств моделированных и реальных сварных соединений

F.Kolenic, E.Lechovic. Гибридная сварка с использованием комбинации CO₂-лазер — MAG-сварка

M.Klucik, F.Duchon, L.Jurisica, A.Vitko, A.Babinec. Обнаружение сварочных пятен при автоматизированной сварке сосудов большой вместимости и труб

А.А.Кайдалов, А.Н.Гаврик. Эффективность применения защитных газовых смесей при дуговой сварке сталей

Ю.Н. Тюрин, С.Г. Поляков, О.В. Колисниченко, Л.И. Ныркова, И.М. Дуда, О.Н. Иванов, М.Г. Ковалева, О.Н. Марадудина, Я.В. Трусова. Защита поверхности металлов нанокomпозиционными покрытиями на основе титана



Содержание №3–2011 журнала «Warilna Tehnika» (Словения)

Новости

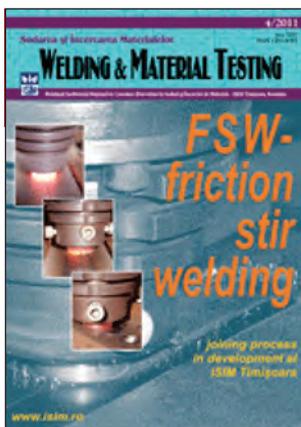
Японские роботы в Словении

Школа сварки. Продолжение

Линия трехмерной роботизированной сварки элементов трубных конструкций — практические примеры

Z.Bergant, J.Grum. Микроструктура покрытия на никелевой основе после термической обработки с дополнительным плавлением в печи

A.Koves. Проблемы обучения в области сварки



Содержание №4–2011 журнала «Welding&Material Testing» (Румыния)

D. Cioclov. Структурный анализ. Новая парадигма в оценке структурной целостности

M. Kutin, S. Ristic, M. Puhari. Использование термографии при диагностике металлов в условиях динамической погрузки

D.R. Pascu, R. Rosu, V. Deac. Химический состав, структура, механические свойства и коррозионная стойкость труб для добычи природного газа

R. Cojocar, V. Verbitchi, L. Botila, C. Ciuca, A. Perianu. Мониторинг и методы контроля сварки трением с перемешиванием

Оптическое излучение при сварке и родственных процессах. Часть 1

О.Г. Левченко, д-р техн. наук, А.Т. Малахов, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

Избыточное оптическое излучение (ОИ) является одним из основных вредных факторов воздействия на рабочий персонал при выполнении работ, связанных со сваркой, резкой и наплавкой металлов. Неслучайно сварщики традиционно изображают с защитной маской, снабженной окошком-фильтром, снижающим световой поток от сварочной дуги до безопасного уровня.

Анализ существующих публикаций показал, что вопросы защиты от ОИ изложены недостаточно полно или без учета специфики сварочных процессов. Цель данной работы — обзор основных вопросов, связанных с физикой оптического излучения и защитой от него при сварке и родственных процессах.

Физическая сущность и основные характеристики оптического излучения. Поскольку ОИ является частью диапазона электромагнитного излучения (ЭМИ), целесообразно рассмотреть общие характеристики, присущие всему диапазону ЭМИ. Среди электромагнитных полей вообще, порожденных электрическими зарядами и их движением, принято относить собственно к излучению ту часть переменных электромагнитных полей, которая способна распространяться наиболее далеко от своих источников, постепенно затухая.

ЭМИ принято делить по частотным диапазонам: радиоволны, инфракрасное, види-

мое, ультрафиолетовое, рентгеновское, гамма излучение. Между диапазонами нет разрывов, они иногда перекрываются, а границы между ними условны. Поскольку скорость распространения ЭМИ в вакууме или воздушной среде постоянна, то частота колебаний жестко связана с длиной волны: $\lambda = cT = c/\nu$, где $c = 3 \cdot 10^8$ м/с — скорость распространения электромагнитных волн в вакууме.

В узком смысле термин *оптическое излучение* применяют для обозначения излучения в видимой части спектра. В более широком смысле оптическое излучение охватывает три диапазона: инфракрасное (ИК), видимое и ультрафиолетовое (УФ) излучение. Физические свойства ОИ этих диапазонов и методы исследования характеризуются значительной степенью общности. Учитывая некоторую размытость границ диапазонов длин волн, желательно иметь стандартные определения этих диапазонов. В стандарте ДСТУ ISO/CIE 10526:2007 «Источники света стандартные МКО» (Международной комиссии по освещению) для колориметрии термин свет (видимое излучение) «зарезервирован» для длины волн лучистой энергии в диапазоне 400–760 нм, которые вызывают зрительную реакцию на сетчатке глаза. Термин ОИ определен ГОСТ 25645.321-87 «Стойкость полимерных материалов радиационная. Термины и определения» (табл. 1).

Условность границ диапазонов излучения часто вызвана тем, что тип излучения определяется не длиной волны, а источником возникновения излучения. Например, излучение в переходной области относят к рентгеновскому, если оно генерируется рентгеновской трубкой, и к ультрафиолетовому, если оно генерируется другими источниками. Часто тип излучения определяют по вызываемому им действию, например, ионизирующее ЭМИ. К этой группе традиционно относят рентгеновское и гамма-излучение, хотя, строго говоря, ионизировать атомы может и УФ излучение

Таблица 1. Термины и определения понятий, относящихся к излучениям

Термин	Определение
Оптическое излучение	Оптическое излучение состоит из:
	а) переходной области рентгеновского излучения (диапазон длин волн от 1 до 100 нм);
	б) ультрафиолетового излучения (диапазон длин волн от 100 до 400 нм, в том числе УФ-А — от 315 до 400 нм, УФ-В — от 280 до 315 нм, УФ-С — от 100 до 280 нм; иногда область от 100 до 200 нм обозначают как область вакуумного ультрафиолета — ВУФ);
	в) видимого излучения света (диапазон длин волн от 380–400 до 760–780 нм);
	г) инфракрасного излучения (диапазон длин волн от 780 нм до 1 мм, в том числе ИК-А — от 780 до 1400 нм, ИК-В — от 1,4 до 3 мкм, ИК-С — от 3 мкм до 1 мм).

(УФИ) и даже видимый свет. В дальнейшем в определении диапазонов и поддиапазонов длин волн ОИ будем придерживаться данных *табл. 1*, указывая в случае отличий диапазон, приведенный в литературном источнике.

В ряде случаев при рассмотрении явлений, связанных с ОИ, удобно использовать так называемую квантовую природу излучения, представив его в виде потока квантов с энергией: $W = h \cdot \nu$, где $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с — постоянная Планка. В этом проявляется корпускулярно-волновой дуализм природы излучения, когда некоторые явления можно рассматривать с учетом волновых свойств излучения, а другие — с учетом квантовых эффектов.

При оценке воздействия ОИ на различные объекты живой и неживой природы обычно используют такие характеристики, как плотность потока энергии (ППЭ) и реже — плотность энергии (ПЭ) излучения. *Плотность потока энергии (I, q)* — физическая величина, численно равная потоку энергии ЭМИ через единичную площадку, перпендикулярную направлению потока. Фактически это мощность ЭМИ (энергия в единицу времени), проходящего через единицу площади поверхности. ППЭ в СИ выражают в Вт/м². Иногда эту величину называют интенсивностью излучения (облучения), уровнем энергетической (оптической, тепловой) облученности и др. *Плотность энергии* излучения — физическая величина, численно равная суммарной энергии ЭМИ, падающей в течение определенного времени на единичную площадку, перпендикулярную направлению потока. ПЭ излучения в СИ выражают в Дж/м². При поглощении излучения соответствующую величину называют плотностью дозы облучения. При постоянной по времени величине ППЭ величина ПЭ = ППЭ· t , где t — время воздействия излучения.

В видимой части спектра ОИ при оценке воздействия на органы зрения (глаза) человека обычно используются *фотометрические* методы. С точки зрения фотометрии, свет — это излучение, способное вызывать ощущение яркости при воздействии на человеческий глаз. Такое ощущение вызывает излучение с длинами волн примерно от 380 до 780 нм, причем самым ярким представляется излучение с λ около 555 нм. Поскольку чувствительность глаза к разным длинам волн у людей неодинакова, Международной комиссией по освещению (МКО) введено понятие «стандартного наблюдателя» как некоего среднего для людей с нормальным восприятием. Этот эталон МКО — не что иное, как таблица значений относительной световой эффективности излучения с длинами волн в диапазоне от 0,380 до 0,780 мкм через каждые 0,001 мкм. Яркость, измеренная в соответствии с эталоном МКО, называется фотометрической яркостью или просто яркостью.

Таблица 2. Примеры величин освещенности в различных условиях

Условия	Освещенность, лк
Солнечные лучи в полдень	100000
Открытое место в пасмурный день	1000
Рабочий стол для тонких работ	400–500
Чтение	30–50
Ночное небо в безлунную ночь	0,0003

Мерой силы света принята международная единица, названная канделой. *Кандела* (cd, кд, от лат. *candela* — свеча) — одна из семи основных единиц измерения СИ, равна силе света, испускаемого в заданном направлении источником монохроматического излучения частотой $540 \cdot 10^{12}$ Гц ($\lambda = 555$ нм), энергетическая сила света которого в этом направлении составляет (1/683) Вт/ср. Выбранная частота соответствует зеленому цвету. Человеческий глаз обладает наибольшей чувствительностью в этой области спектра. Если излучение имеет другую частоту, то для достижения той же силы света требуется энергетическая интенсивность большей величины. *Люмен* (лм) — единица измерения светового потока в СИ. Один люмен равен световому потоку, испускаемому точечным изотропным источником, с силой света, равной одной канделе, в телесный угол величиной в один стерадиан (1 лм = 1 кд·ср). *Освещенность* — физическая величина, численно равная световому потоку, падающему на единицу поверхности (*табл. 2*). Единицей измерения освещенности в СИ служит *люкс* (1 лк = 1 лм/м²). Освещенность в фототехнике определяют с помощью экспонометров и экспозиметров, в фотометрии — с помощью люксметров. В системе энергетических величин аналогичная величина называется ППЭ (Вт/м²).

В отличие от освещенности, выражение количества света, отраженного поверхностью или испускаемого протяженным источником света, характеризуется яркостью (фотометрической яркостью). *Яркость* — это поток, посылаемый в данном направлении единицей видимой поверхности в единичном телесном угле или отношение силы света в каком-либо направлении к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную этому направлению. Единица измерения в СИ — нит (1 нт = 1 кд/м²). Типичная яркость дисплея компьютера 200–300 нт. В системе энергетических величин аналогичная величина называется энергетической яркостью и измеряется в Вт·ср⁻¹·м⁻².

Спектр излучения (эмиссионный спектр, спектр испускания) — относительная интенсивность ЭМИ объекта исследования по шкале частот. Сильно нагретые вещества обычно излучают в ИК, видимом и УФ диапазонах. Спектр излучения вещества пред-

Таблица 3. Распределение энергии излучения в спектрах источников света, %

Источник света	Зоны		
	УФ	Видимая	ИК
Пламя парафина	0	0,8	99,2
Газонаполненная электролампа	0,4	5,6	94
Солнечные лучи после прохождения атмосферы	3	47	50

Таблица 4. Степень черноты ϵ некоторых материалов

Материал поверхности	ϵ
Ламповая сажа	0,96
Полированный алюминий	0,039–0,057
Сильно окисленный алюминий	0,2–0,31
Полированное железо	0,14–0,38
Железо, грубый слиток	0,87–0,95
Нагретая и покрытая толстым окисным слоем медь	0,78
Полированная медь	0,023–0,052

ставляют либо в виде горизонтальной цветовой полосы — результат расщепления света от объекта призмой, либо в виде графика относительной интенсивности, либо, например, в виде таблицы (табл. 3). График спектра излучения твердых и жидких тел обычно имеет вид гладкой непрерывной кривой; спектр излучения газов дополняется еще характерными пиками (линиями) интенсивно излучения на определенной длине волны.

Тепловое излучение — ЭМИ с непрерывным спектром, испускаемое нагретыми телами за счет их тепловой энергии. Примером теплового излучения (ТИ) является свет от лампы накаливания или от сильно нагретого куска металла. Основные свойства теплового излучения: ТИ происходит по всему спектру частот от нуля до бесконечности; интенсивность ТИ неравномерна по частотам и имеет явно выраженный максимум при определенной частоте; с ростом температуры общая интенсивность ТИ возрастает и его максимум смещается в сторону больших частот; ТИ характерно для тел независимо от их агрегатного состояния. Тепловое излучение

является одним из трех элементарных видов переноса тепловой энергии (помимо теплопроводности и конвекции). Мощность ТИ объекта, удовлетворяющего критериям абсолютно черного тела, описана законом Стефана-Больцмана. В реальности интегральная величина ППЭ от тел из различных материалов: $q_e = \epsilon \cdot C_0(T/100)^4$, где ϵ — коэффициент излучения (или степень черноты) материала; $C_0 = 5,67 \text{ Вт/м}^2$; T — абсолютная температура тела, К.

Спектр ТИ абсолютно черного тела имеет максимум интенсивности при длине волны, определяемой по закону смещения Вина: $\lambda_{\text{max}} = b/T$, где $b = 0,2897 \text{ см} \cdot \text{К}$ — постоянная; T — абсолютная температура излучающего тела. Закон Вина объясняет, почему при понижении температуры нагретых тел в их спектре все сильнее преобладает длинноволновое излучение (например, переход белого каления в красное при остывании металла). Степень черноты некоторых материалов приведена в табл. 4.

Чтобы яснее представить, каким температурам тел соответствует спектр ОИ и какими процессами это излучение может быть вызвано, составим таблицу, в которой с длиной волны сопоставим температуру по формуле Вина и энергию кванта излучения в эВ (табл. 5).

Как видно, спектральный максимум ТИ тел с температурами 1000–3000°C, характерными для процессов сварки металлов, лежит в ИК области. Видимое же излучение составляет незначительную часть суммарного потока излучения и лежит в периферийной красной части спектра.

Яркостная температура T_b — эффективная величина, характеризующая спектральную плотность излучения тел, имеющих непрерывный спектр. Она равна температуре абсолютно черного тела того же углового размера, что и излучающее тело, и дающего такой же поток излучения с волной данной длины. Это понятие применяется в оптической пирометрии для бесконтактного измерения температуры тел с помощью соответствующих приборов — пирометров.

Часто при оценке интенсивности воздействия излучения и его спектральных характеристик необходимо учитывать его *поглощение* в среде, находящейся между источником и объектом (приемником

Таблица 5. Характерные температуры абсолютно черного тела и энергия квантов, соответствующие длинам волн ЭМИ оптического диапазона

Параметр	Диапазон излучения		
	ИК	Видимый	УФ
Длина волны, λ	1 мм–780 нм	780–400 нм	400–100 нм
Абсолютная температура, К, соответствующая максимуму интенсивности излучения с длиной волны λ	3–3710	3710–7240	7240–28970
Температура, °С, соответствующая максимуму интенсивности излучения с длиной волны λ	270–3440	3440–6970	6970–28700
Энергия кванта, эВ, соответствующая длине волны излучения λ	$1,2 \cdot 10^{-3}$ –1,59	1,59–3,11	3,11–12,4

излучения). В нашем случае это воздушная среда. Ослабление параллельного монохроматического пучка света при распространении его в поглощающей среде определяет закон Бугера-Ламберта — Бера: $I = I_0 \cdot e^{-k_\lambda \cdot x}$, где I_0 — интенсивность входящего пучка; x — толщина слоя вещества, через которое проходит свет; k_λ — коэффициент поглощения. Коэффициент поглощения связан с безразмерным показателем поглощения k формулой: $k_\lambda = 4\pi \cdot k / \lambda$. Показатель поглощения характеризует свойства вещества и зависит от длины волны поглощаемого света. Эту зависимость называют спектром поглощения вещества. При $\lambda < 200$ нм УФ-лучи хорошо поглощают молекулы кислорода, которых в атмосферном воздухе много. Особенно сильно такое излучение поглощает озон. С увеличением λ коэффициент поглощения молекулярным кислородом быстро падает. Молекулы же азота, которых в атмосфере больше всего, вообще пассивны и в поглощении этого излучения практически участия не принимают. Также следует отметить, что поток ИК-излучения (ИКИ) поглощают окружающие предметы, но он не нагревает воздух. Это происходит потому, что коэффициент поглощения ИКИ воздухом очень низок (молекулы азота и кислород воздуха сами по себе ИКИ не поглощают, а лишь несколько ослабляют в результате рассеяния). Поэтому вся энергия от ИК-излучателя практически без потерь достигает предметов и людей в зоне его действия.

Основные источники ОИ в сварочных и родственных процессах. Перечень опасных и вредных производственных факторов представлен в ГОСТ 12.0.003-74.ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». В частности, перечислены физические опасные и вредные факторы, прямо связанные с ОИ. Здесь рассмотрим только факторы, связанные с повышенным уровнем ОИ (повышенная яркость света, повышенный уровень УФ-радиации, повышенный уровень ИК-радиации).

В ГОСТ 12.3.003-86.ССБТ «Работы электросварочные. Требования безопасности» и ДСТУ 2456-94 «Зварювання дугове і електрошлакове. Вимоги безпеки», а также в пособии О.Г. Левченко «Охорона праці у зварювальному виробництві» (Левченко О.Г. *Охорона праці у зварювальному виробництві: Навчальний посібник*. — К.: Основа, 2010. — 240 с.) систематизирован перечень опасных и вредных производственных факторов в зоне пребывания рабочего для следующих видов сварки и наплавки:

- 1) ручная дуговая (без подогрева, с подогревом изделия или многопроходная, механизированная);
- 2) дуговая под флюсом (механизированная, автоматическая, автоматическая с подогревом или многопроходная);
- 3) дуговая в защитных газах (без подогрева, с подогревом, механизированная, механизированная с подогревом, автоматическая);

- 4) электрошлаковая;
- 5) контактная (точечная, шовная, стыковая, рельефная) и др.

Повышенная яркость света характерна для всех перечисленных выше видов сварки и наплавки, за исключением дуговой под флюсом и трех видов контактной сварки (точечная, шовная, рельефная). Повышенный уровень УФ-радиации не характерен для дуговой сварки и наплавки под флюсом, а также контактной сварки. Повышенный уровень ИК-радиации не характерен для дуговой и дуговой под флюсом сварки и наплавки за исключением многопроходных и связанных с предварительным подогревом, а также контактной сварки, кроме стыковой. Следует отметить, что повышенный уровень ОИ во всех трех диапазонах характерен для всех видов дуговой сварки и наплавки в защитных газах, а также электрошлаковой сварки и наплавки.

ГОСТ 12.3.003-86.ССБТ «Работы электросварочные. Требования безопасности» и ДСТУ 2456-94 «Зварювання дугове і електрошлакове. Вимоги безпеки» не распространяются на электросварочные работы, выполняемые под водой, в шахтах, рудниках, космосе, вакууме, взрывом и лазером, сварку неметаллических материалов, а также на газовую и термическую электродугую резку и плазменную обработку металлов на установках, генерирующих низкотемпературную плазму.

Виды сварки и резки, не входящие в данные стандарты, для которых характерны опасные и вредные факторы, прямо связанные с ОИ, следующие: газовая сварка, кислородная резка, воздушно-дуговая резка, воздушно-плазменная резка, лазерная сварка и обработка, термитная сварка.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением ослепительно ярких световых лучей и невидимых глазом УФ- и ИК-лучей. Спектр излучения включает участок ИК-волн (3430–760 нм), видимый участок (760–400 нм) и УФ-участок (400–180 нм). Интенсивность лучистой энергии в основном зависит от силы сварочного тока и величины напряжения. Очень мощное УФ-излучение наблюдается при сварке в среде защитных газов. Так, при аргонодуговой сварке неплавящимся электродом это излучение в два раза, а при аргонодуговой сварке плавящимся электродом в 5–30 раз больше, чем при электродуговой сварке покрытым электродом. При современных способах сварки тепловая радиация на рабочем месте может составлять 0,35–4,2 кВт/м². Источниками ТИ являются дуга и в меньшей степени нагретый металл. При этом доля ИК-лучей составляет от 30 до 70% всей энергии излучения дуги. Интенсивность ТИ свариваемых изделий и сварочной ванны зависит от температуры предварительного подогрева изделий, их габаритов и конструкции, а также от температуры и размеров сварочной ванны.

● #577



weldex РОССВАРКА

12-я Международная специализированная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий

23 – 26 октября 2012 года
Москва, ВЦ «Сокольники»

+7 (495) 935 81 00

более 200 компаний из 15 стран мира!



промышленная выставка мирового уровня!

www.weldex.ru

подайте заявку на участие на сайте www.weldex.ru

Организатор:



В составе группы компаний ПТЕ
Тел.: +7 (495) 935 81 00
E-mail: Medvedeva@mvk.ru

При поддержке:

Министерства Промышленности и Торговли РФ
Правительства Московской области
Московской Межотраслевой Ассоциации Главных Сварщиков

Под патронатом:

Торгово-промышленной палаты РФ
Правительства Москвы
Московской Торгово-Промышленной палаты

Генеральный
информационный
партнер:



Журнал
«Сварочное производство»

При содействии:



Российское
научно-техническое
сварочное общество

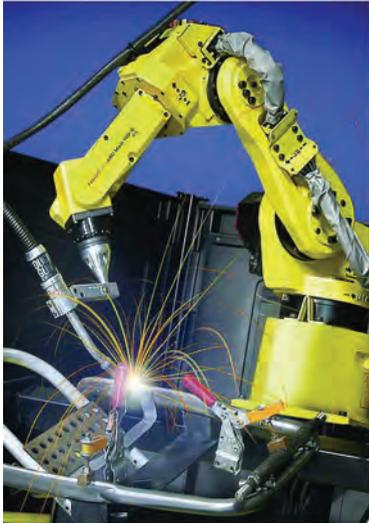


European Welding Association

НАВКО-ТЕХ

Automatic machines and robots for arc welding

Автоматические установки и роботы для дуговой сварки и наплавки



УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ ШВОВ

УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ

РОБОТТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ СВАРКИ

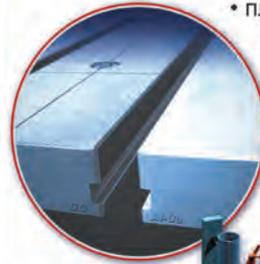
СВАРОЧНАЯ АППАРАТУРА



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

<http://www.navko-teh.kiev.ua> E-mail: info@navko-teh.kiev.ua

Гибкая 3D система сварочных столов



- плавное перемещение креплений по T-образным пазам

- поверхность столов из серого чугуна устойчива к сварочным брызгам

- поверхность столов из Al/Si сплава для сварки нержавеющей стали

- поверхность столов может комбинироваться с подъемной, поворотной и наклонной функциями

- поверхность столов может видоизменяться



FÖRSTER
WELDING SYSTEMS

Устройства для профессионалов
www.сварочные-столы.рф

OrbiMAG – ДОСТУПНАЯ ОРБИТАЛЬНАЯ СВАРКА



- Аттестованные квалифицированные сварщики не требуются!
- Автоматическая сварка неповоротных стальных труб методом MAG диаметром более 100 мм
- Строительство трубопроводов, газопроводов, нефтепроводов, водопроводов, теплотрасс и т.п.
- Сварка корневого шва с зазором без медной подкладки по инновационной немецкой технологии EWM-pipeSolution®
- Сварка заполняющих и лицевых слоёв рутиловой порошковой проволокой
- Высокая производительность, средний расход присадочных материалов на уровне 3 кг/час
- Plug & Weld. Эксплуатировать может любой грамотный специалист
- Доступная цена, короткий срок окупаемости

Больше информации на www.otm-co.net



OTM компания
ул. Чернышевская 13, Харьков
тел./факс: +380 (57) 7807081

ЧАО «АРТЕМОВСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

VISTEC ВИСТЕК



- Производство электродов:
АНО-4; АНО-21; АНО-36; VISWELD E6013
MP-3; УОНИ-13/45; УОНИ-13/55



ул. Артема, 6, г. Артемовск,
Донецкая область, 84500, Украина
Тел.: +38 (062) 340-19-11, 341-13-42; (0627) 44-02-50
Факс: +38 (062) 340-19-10; +38 (0627) 44-02-50
e-mail: office@vistec.dn.ua

www.vistec.com.ua



Календарь выставок на 2012 г.

Россия

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
15.05–18.05	Санкт-Петербург, Выставочный центр «Ленэкспо»	Сварка-2012	Международная специализированная выставка	«Ленэкспо» http://www.lenexpo.ru
28.05–01.06	Москва, Экспоцентр	Металлообработка. 2012	13-я Международная специализированная выставка «Оборудование, приборы и инструменты для металлообрабатывающей промышленности»	Экспоцентр http://www.exposentr.ru
28.05–01.06	Москва, Экспоцентр	Металлургия-Литмаш	Международная выставка машин, оборудования, технологий и продукции металлургической промышленности	Экспоцентр http://www.exposentr.ru
28.05–01.06	Москва, Экспоцентр	Трубы. Россия- 2012	Международная выставка трубной промышленности и трубопроводов	Экспоцентр http://www.exposentr.ru
28.05–01.06	Москва, Экспоцентр	Алюминий/Цветмет-2912	Международная выставка по алюминию, цветным металлам, материалам, технологиям и продукции	Экспоцентр http://www.exposentr.ru
19.06–21.06	Казань, ВЦ «Казанская ярмарка»	ТехноСварка — 2012	Специализированная выставка	ОАО «Казанская ярмарка» www.expo-kazan.ru
19.06–21.06	Казань, ВЦ «Казанская ярмарка»	Машиностроение. Металлообработка. Казань — 2012	Международная специализированная выставка	ОАО «Казанская ярмарка» www.expo-kazan.ru
26.06–29.06	Нижний Новгород, ВК «Нижегородская ярмарка»	Машиностроение. Станки Инструмент	11-я Международная выставка	ВЗАО «Нижегородская ярмарка» www.yarmarka.ru
26.06–29.06	Нижний Новгород, «Нижегородская ярмарка»	Сварка 2012	16-я Специализированная выставка	ВЗАО «Нижегородская ярмарка» www.yarmarka.ru
11.09–13.09	Саратов, ВЦ «Софит-Экспо»	Техноэкспо. Станки. Приборы. Оборудование–2012	11-я Специализированная промышленная выставка	ВЦ «Софит-Экспо» www.vmost.ru
04.09–06.09	Санкт-Петербург	Дефектоскопия. Неразрушающий контроль и диагностика в промышленности	13-я специализированная выставка	www.restec.ru
18.09–21.09	Ижевск, Культурно-оздоровительный центр «Здоровье»	Машиностроение. Металлургия. Металлообработка — 2012	11-я Международная специализированная выставка	Выставочный Центр «Удмуртия» http://www.vcudmurtia.ru
19.09–21.09	Санкт-Петербург, Конгрессный центр «ПетроКонгресс»	«Мир мостов–2012»	IX Международный форум	www.restec.ru
25.09–28.09	Санкт-Петербург, выставочный комплекс «Ленэкспо»	Российский промышленник 2012	Международный промышленный форум. Специализированные выставки: «Промэкспо», «Техноэкспо», «Субконтрактинг», «Машиностроение. Станки. Металлообработка», «Инструмент и техоснастка», «Нанотехнологии», «Автомаш», «Ярмарка комиссионного оборудования»	«Ленэкспо» http://www.lenexpo.ru
25.09–28.09	Санкт-Петербург, выставочный комплекс «Ленэкспо»	Stockmash 2012	V Международная специализированная ярмарка подержанного производственного оборудования	«Ленэкспо» http://www.vmost.ru
25.09–27.09	Москва, Экспоцентр	Термообработка-2012	6-я международная специализированная выставка технологий и оборудования для термообработки	Экспоцентр http://www.exposentr.ru
09.10–12.10	Новокузнецк	Сибирский промышленный форум–2012	Выставки: Машиностроение–2012 Металлургия–2012 Сварка–2012	«Кузбасская ярмарка» www.exponet.ru
23.10–26.10	Москва, ЭЦ «Сокольники»	Weldex / Россварка–2012	12-я Международная специализированная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий	Выставочный холдинг MVK Компания «Элсвар» www.weldex.ru

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
16.10–19.10	Иркутск, Иркутский международный выставочный комплекс «СибЭкспоЦентр»	ТехМашЭкспо Сварка–2012	Выставка технологий, оборудования, оснастки, инструментов для различных отраслей промышленности, автоматизации производства и неразрушающего контроля	СибЭкспоЦентр www.exponet.ru
16.10–19.10	Новосибирск, ВК «Новосибирск Экспоцентр»	Сибполитех 2012	Всесибирский промышленный форум	Международный Выставочный Центр «ITE Сибирская ярмарка»
22.10–25.10	Москва, Экспоцентр	MASHEX–12	15-я международная специализированная выставка оборудования, комплектующих, материалов, технологий и услуг для металлообработки и машиностроения	Экспоцентр http://www.expoctr.ru www.mashex.ru
07.11–09.11	Уфа, Уфимский дворец спорта	Уральский промышленный форум–2012	Промышленный форум	ООО ВЦ «БашЭКСПО» www.bashexpo.ru
14.11–16.11	Волгоград, Волгоградский дворец спорта профсоюзов	Промышленная неделя 2012	III Специализированная выставка оборудования и технологий металлургической, машино-строительной, энергетической, электротехнической, нефтегазовой отраслей	ВЦ «Царицынская ярмарка» www.vmost.ru
27.11–29.11	Казань, ВЦ «Казанская ярмарка»	Нанотехнологии. Казань–2012	Специализированная выставка	ОАО «Казанская ярмарка» www.expo-kazan.ru
04.12–06.12	Екатеринбург, МВЦ «Екатеринбург-Экспо»	Сварка	Международная специализированная выставка-конференция	ВО «Уральские выставки» www.uv2000.ru
04.12–06.12	Екатеринбург, МВЦ «Екатеринбург-Экспо»	Металлообработка. Инструменты	Специализированная выставка металлообрабатывающих технологий, оборудования	ВО «Уральские выставки» www.uv2000.ru
04.12–06.12	Екатеринбург, МВЦ «Екатеринбург-Экспо»	Сварка. Контроль и диагностика–2012	12-я Международная специализированная выставка-конференция	ВО «Уральские выставки» www.uv2000.ru
11.12–13.12	Тюмень, Выставочный зал	Сварка 2012	Специализированная выставка	ОАО «Тюменская ярмарка» www.vmost.ru

Научно-техническая конференция «Современные проблемы металлургии и технологии сварки и наплавки сталей и цветных металлов»

25–26 октября 2012 г. (Киев)

**К 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки и техники,
проф. Д.М. Рабкина и докт. техн. наук, проф. И.И. Фрумина**

Организаторы конференции: Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины,
Общество сварщиков Украины

Тематика конференции:

- исследование физико-металлургических процессов при сварке и наплавке
- современные технологические процессы сварки и наплавки
- новые высокоэффективные сварочные и наплавочные материалы
- развитие способов нанесения покрытий и модифицирования поверхностей
- изготовление и ремонт сварных конструкций в промышленности с применением современных технологий

Желающие принять участие в конференции должны до 1 июня 2012 г. направить в адрес Оргкомитета предложения по теме доклада и составу участников.

Условия участия в работе конференции можно уточнить в Оргкомитете.

Контактные телефоны:

(044) 200-5406; 200-6357; 200-2466; 200-8277
e-mail: office@paton.kiev.ua; tzu@e-mail.ua

Международные выставки

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
09.05–12.05	Болонья, Италия	LIMIERA 2012	Международная выставка машин и оборудования для обработки листового металла, труб, сварочных работ, обработки поверхности, нанесения покрытий	www.rikexpo.ru
15.05–18.05	Целье, Словения	Welding & Cutting Fair 2012	Технология сварки, сварочное оборудование, обработка металла, режущие инструменты, основные материалы	Celjski Sejem d.d. Deckova 1 3102 Celje Fon: +386-3-5433000 · Fax: +386-3-5419164 http://www.ce-sejem.si info@ce-sejem.si
15.05–18.05	Брно, Чехия	Varjenje in rezanje 2012	Международная выставка по сварке и резке	www.rikexpo.ru
22.05–25.05	Нитра, Словакия	Eurowelding 2012	Международная выставка по сварке и сварочным технологиям	Agrokomplex-Vystavnictvo Nitra Vystavna 4 949 01 Nitra Slovakia +421 37 6572 111
29.05–01.06	Познань, Польша	Welding-2012	Международная выставка сварочных технологий	Poznan International Fair Ltd. ul. Glogowska 14 60-734 Poznan Fon: +48-61-869-2000 Fax: +48-61-869-2999 http://www.mtp.pl
29.05–01–06	Познань, Польша	Metalforum 2012	Выставка металлургии, литейного дела и металлообрабатывающей промышленности	Poznan International Fair Ltd. ul. Glogowska 14 60-734 Poznan Fon: +48-61-869-2000 Fax: +48-61-869-2999 http://www.mtp.pl
04.06–07.06	Шанхай, Китай	Beijing Essen Welding&Cutting	Специализированная выставка. Сварка резка и наплавка	www.rikexpo.ru
12.06–14.06	Штутгарт, Германия	LASYS	Международная выставка решений для лазерной обработки материалов	Landesmesse Stuttgart GmbH Messepiazza 1 70629 Stuttgart Fon: 0711-18560-0 Fax: 0711-18560-2440 http://www.messe-stuttgart.de info@messe-stuttgart.de
09.09–11.09	Дюссельдорф, Германия	Aluminium 2012	Международная выставка алюминиевой индустрии	www.rikexpo.ru
10.09–14.09	Брно, Чехия	Welding Brno 2012	Международная выставка сварки	Brno Trade Fairs and Exhibition Vystaviste 1 64700 Brno Czech Republic +420 541 151 111 +420 541 153 070
18.09–22.09	Штутгарт, Германия	AMB 2012	Международная выставка металлообработки	www.rikexpo.ru
Октябрь	Стамбул, Турция	TATEF 2012	Международная выставка технологий обработки металла	www.rikexpo.ru
Октябрь	Краков, Польша	Blach-Tech-Expo	Международная выставка по металлообработке	www.rikexpo.ru
09.10–11.10	Штутгарт, Германия	Composites Europe 2012	7-я Европейская выставка-форум композитных материалов, технологий и их применения	www.rikexpo.ru
12.10–15.10	Вена, Австрия	Schweissen Join-Ex 2012	Международная специализированная выставка сварочных технологий, резки, обработки поверхности, контроля качества материалов	www.rikexpo.ru
23.10–27.10	Ганновер, Германия	EuroBLECH 2012	Международная выставка по обработке листового металла	www.rikexpo.ru
30.10–01.11	Мумбаи, Индия	India Essen Welding&Cutting	5-я Международная специализированная выставка. Сварка. Резка. Наплавка	www.rikexpo.ru
Ноябрь	Каир, Египет	Machech 2012	Международная выставка по машиностроению, сварке и резке	www.rikexpo.ru
06.12–09.12	Бурса, Турция	Bursa Sheet Metal Technologies	Технологии обработки листового металла	Tuyap Fairs and Exhibitions Organization Inc. E5 Karayolu Gurpınar Kavsaoy Buyukcekmece Istanbul Turkey +90 (212) 867 11 00 +90 (212) 886 93 99



15-18.05.2012



СВАРКА 2012 WELDING



ПРИ СОДЕЙСТВИИ
НАЦИОНАЛЬНОГО КОМИТЕТА ПО СВАРКЕ РАН
НАЦИОНАЛЬНОГО АГЕНТСТВА КОНТРОЛЯ СВАРКИ (НАКС)
АЛЬЯНСА СВАРЩИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА
И СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ, MESSE ESSEN GMBH
CHINESE MECHANICAL ENGINEERING SOCIETY (CMES)



XV МЕЖДУНАРОДНАЯ СВАРОЧНАЯ ВЫСТАВКА
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ +7 812 3212631/2722 WWW.WELDING.LENEXPO.RU

Трудный путь легкого металла в ракетостроение

Контактная сварка

А.Н. Корниенко

С самого начала работы ИЭС им. Е.О. Патона в области ракетостроения Б.Е. Патон выбрал несколько направлений создания технологий изготовления крупногабаритных конструкций из алюминиевых сплавов. Несмотря на то, что способы, основанные на дуговых процессах, заняли лидирующие позиции и обеспечили производство в СССР ракетно-космической техники, контроль и творческое участие директора института в продвижении контактной и электронно-лучевой сварки не ослабевали. Новые технологии обеспечили высокое качество соединений из высокопрочных алюминиевых сплавов.

На протяжении второй половины XX в. продолжалось совершенствование алюминиевых сплавов и технологий их обработки. Повышение эксплуатационных качеств в первую очередь, прочности, новых алюминиевых сплавов с литием достигалось нагартовкой и термической обработкой, поэтому задача сужения зоны термического влияния оставалась актуальной. Перед сварщиками ставилась задача разработать технологии с минимальной зоной разогрева. При этом, как правило, с добавлением в сплав нового компонента, повышающего прочность, жаро- и криогеностойкость, ухудшалась свариваемость.

ИЭС им. Е.О. Патона и другие организации СССР успешно решали все проблемы ракетостроения, совершенствуя и создавая новые технологии, основанные на дуговых процессах. Сложнее обстояли дела с кон-

тактной и электронно-лучевой сваркой, несмотря на то, что к середине 1950-х в ИЭС им. Е.О. Патона впервые в мире на основании кольцевого трансформатора были созданы машины для стыковой контактной сварки рельсов и стыков труб. Однако с мягкими алюминиевыми сплавами, да еще и с раскатанными в тонкий широкий лист, возникали проблемы, например, прилипание к зажимам, неравномерный токоподвод и др. История поиска решений составит отдельную книгу, результаты научных исследований изложены в десятках статей, технологии и конструкции зарегистрированы в многочисленных авторских свидетельствах и патентах. А о темпах решения и внимании, которое уделялось этим проблемам, можно судить по десяткам протоколов совещаний у директора. Например, таких:

Протокол №374 от 4.10.63 г. «О проектировании и изготовлении специализированной машины для стыковой сварки крупных профилей из сплава АЦМ».

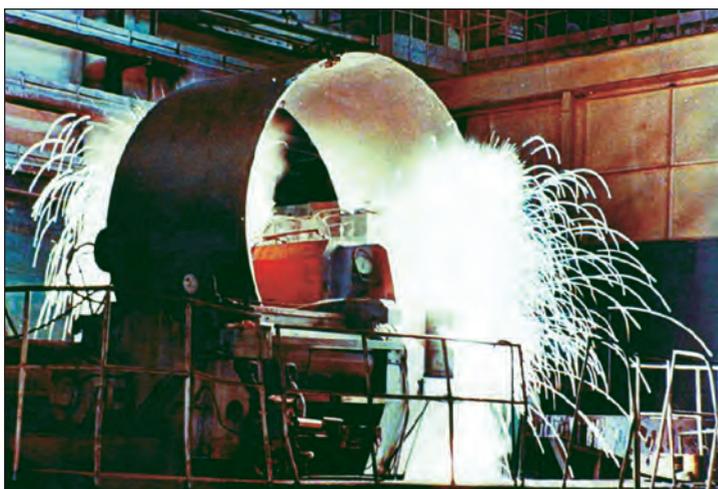
Протокол №439 от 26.10.63 г. «Рассмотрение схем машины для контактной стыковой сварки сложных кольцевых профилей из сплава АЦМ. Обязать т. Кучука-Яценко решить в Москве на заводе «Хруничева» вопрос энергопитания установки мощностью 4000 кВА».

Протокол №485 от 18.11.63 г. «Об утверждении эскизного проекта машины для стыковой сварки сложных профилей алюминиевых сплавов на заводе им. Хруничева и организационных мероприятиях по дальнейшей работе».

Протокол №41 от 18.01.64 г. «О работе по контактной сварке изделия из алюминиевых сплавов. Отметить успешную разработку технологии контактной сварки профилей из сплавов алюминия, которая благодаря прессэффекту обеспечивает конструктивную равнопрочность сварных соединений».

Протокол №147 от 2.03.64 г. «Рассмотрение эскизного проекта машины для прессовой сварки алюминиевых колец для организации п/я 186. /Днепропетровск/».

Контактная
стыковая
сварка
обечайки



И так далее. В результате за короткое время были выполнены исследования и созданы технологии (руководитель отдела С.И. Кучук-Яценко) и разработаны установки (руководитель отдела В.А. Сахарнов) для сварки колец из прессованных профилей, плит и поковок высокопрочных алюминиевых сплавов диаметром более 500 мм, листов шириной до 2000 мм, толщиной до 50 мм.

Сергей Иванович Кучук-Яценко еще на преддипломной практике начал изучать процессы плавления при контактной сварке и после окончания в 1953 г. Киевского политехнического института был направлен на работу в ИЭС им. Е.О.Патона. Свой трудовой путь от инженера до заведующего отделом и заместителя директора института по научной работе он начал с успешного запуска в эксплуатацию опытного экземпляра машины для сварки стыков трубопроводов. С того времени он сделал значительный вклад в создание технологий и оборудования для сварки трубопроводов, рельсов и других изделий различного назначения из многих конструкционных материалов. Эти разработки являются предметом экспорта и продажи лицензий многим зарубежным фирмам. Результаты исследований профессора, академика НАН Украины С.И. Кучука-Яценко физико-химических процессов при сварке в твердой фазе известны во всем мире.

О внедрении первых машин для сварки шпангоутов (К393) и сварки листов и обечаек сечением до 100 000 мм² (К767) из высокопрочных сталей рассказал академик Российской Академии космонавтики им. К.Э.Циолковского бывший главный инженер ЮМЗ В.А.Андреев: «К мировым лидерам в производстве ракетно-космической техники, безусловно, относятся ПО «Южмашзавод» им. А.М.Макарова, КБЮ им. М.К.Янгеля... Сварочное производство в ракетостроении — один из важнейших технологических переделов. Здесь решаются вопросы, которые определяют прочность, герметичность, эксплуатационную надежность, экономичность летательных аппаратов. Новые научно-технические проблемы в каждом поколении ракет требовали постоянного повышения уровня технологий и оборудования... По техническому уровню сварочных технологий и сварных конструкций изделия Южмаша и КБЮ занимали самые передовые позиции. Приведу один из примеров. Напряженные 60-е годы. Создаются новые тяжелые межконтинентальные баллистические ракеты на жидких компонентах («Сатана»). Обострены проблемы герметичности и надежности топливных систем ракет в условиях повышенного срока эксплуатации в заправленном состоянии. Топливные баки ракет — крупногабаритные сварные сосуды из алюминиевых сплавов, которым присущи известные проблемы сварки. Одним из основных направлений повышения стабильности качества, исключение субъективных отрица-



Контактная стыковая сварка шпангоута

тельных факторов есть механизация и автоматизация производственных процессов... К началу серийного производства ракет удалось освоить механизированные способы сварки всех сварных швов баков, которые определяют герметичность, кроме одного — на стыках шпангоутов, ответственных конструктивных элементов, выполняемых ручной аргодуговой сваркой. Уже к этому времени имелся факт появления негерметичности в эксплуатируемой ракете на одном из таких швов. Главный сварщик В.В.Бородин обращается к Б.Е. Патону и получает предложение о начале освоения на заводе принципиально новой для алюминиевых сплавов технологии контактного стыковой сварки с полной автоматизацией, программированием процесса и записью параметров, которые подтверждают качество. В те годы в институте этим процессом занимались академик В.К.Лебедев, член-корреспондент С.И.Кучук-Яценко, д.т.н. В.Т.Чередничек, к.т.н. В.А.Сахарнов, к.т.н. Г.П. Сахацкий, к.т.н. В.И. Тищура, старший научный сотрудник Л.А. Семенов, другие ученые и специалисты. Инженеры-сварщики КБЮ и Южмаша, в число которых входили В.В.Бородин, Л.Г.Чепур, А.Ф. Гриценко, В.А. Андреев, В.И. Москаленко, А.М.Юрковский и другие, развернули работы по изготовлению оборудования и освоению технологии.

К концу 1967 г. технология контактной стыковой сварки шпангоутов ракет совместными усилиями была освоена в производстве Южмаша. Сварены первые крупногабаритные детали. Наступил ответственный этап принятия решения, которое и побудило автора этого рассказа вспомнить и зафиксировать момент истины.

Это было не простое решение. Оно было сложным для генерального конструктора и представителя заказчика, поскольку ракета находилась фактически уже в серийном производстве. Оно было не простым для завода и Института электросварки им. Е.О. Патона, так как нужно было иметь абсолютную уверенность, что новшество, имеющее очевидные преимущества, полностью отработано в производстве, все в нем изучено, надежно и в тече-

ние долгих лет в эксплуатации не возникнут никакие непредвиденные ситуации. Краеугольным документом, поставившем точки в этом решении, явилось ответственное заключение академика Б.Е.Патона, давшего соответствующие гарантии. С этого момента началась новая эпоха в производстве сварных корпусов ракет на Южмаше. «Повезло» этой технологии, повезло специалистам завода и института, которые отдали ей много лет своей творческой жизни. «Повезло» ракетам, которые стали одними из самых надежных в мире. Это было только начало вхождения технологии контактной стыковой сварки в ракетно- и авиастроении. Она была освоена на ведущих предприятиях отрасли... К середине 1970-х годов в отрасли был накоплен большой научный и практический опыт применения этой технологии. Наступил период формирования технологических решений для нового (последнего в истории) поколения ракет СС-18 — распространить технологию контактной стыковой сварки на продольные швы обечаек, обеспечивая практически равнопрочность их с укрепленным нагартовкой основным металлом. Только специалисты по проектированию и производству ответственных емкостей, которые работают под давлением агрессивных продуктов и экстремальных условий полетов, могут оценить смелость и эффективность этого предложения.

Мне пришлось быть участником технического обсуждения этой идеи у Б.Е.Патона. Все понимали, насколько оно ответственно, сложно в осуществлении. По сути, для обеспечения прочностных, а следовательно, весовых характеристик корпусов ракет предлагалось совсем новое решение... В изобретательстве такие шаги принято называть пионерскими. Понадобились и соответствующие новые подходы в разработке и создании стыковочной машины (индекс К-767), новые решения в энергетическом обеспечении процесса. А главное было в том, что этот, связанный с риском шаг, был только первым на пути создания новой более мощной ракеты. Снова и снова в кабинете академика Б.Е.Патона рассматривали и принимали ответственные решения. В результате напряженной работы коллектива завода и института решение было найдено! Это была огромная победа. Благодаря повышению конструктивной прочности и надежности, резкому повышению производительности

сти работы был полученный большой технический и экономический эффект».

Один из главных заказчиков — министр общего машиностроения СССР и министр тяжелого машиностроения СССР С.А. Афанасьев так оценил результат создания и внедрения контактной сварки: «Ракетные комплексы стратегического назначения (РКСП) созданы в нашей стране с применением большого объема электросварочных работ. Головной организацией, которая разрабатывала и внедряла все многообразие электросварочных работ, был украинский Институт электросварки им. Е.О.Патона, директором которого является Борис Евгениевич Патон. Он лично руководил разработкой и внедрением новейших технологических процессов электросварки на днепропетровском Южном машиностроительном заводе (Южмаш). Разрабатывался и четко выполнялся план общих работ Института электросварки, КБЮ и завода Южмаш — по каждой ракете. Была отработана система: НИР — ОКР — серия... Такая система себя оправдала и была применена при работе с другими организациями. При контактной сварке шпангоутов прочность сварного шва и основного металла практически была близкая. (Ракета «Протон»). Американцы, будучи на этом заводе, когда пришли в цех сварки, стали вдруг делать зарисовки и записи в своих книжках. Когда их спросили: «Что вас заинтересовало?», они ответили: «Это грандиозно, у нас такого нет!».

До сих пор технологии и оборудование для контактной стыковой сварки обечаек ракет являются беспрецедентными и пользуются огромным вниманием и уважением специалистов ракетостроительных компаний всего мира. По электросварке ракетно-космическая отрасль страны шагнула далеко вперед, и это заслуга талантливого ученого, директора Института электросварки им. Е.О.Патона, президента Академии наук Украины. Колоссальная заслуга Бориса Евгениевича Патона в том, что ни одна стоявшая на боевом дежурстве ракета не потекла, в том числе и «Сатана» Р-36. Так был создан ракетно-ядерный щит нашей Родины.

Первый секретарь ЦК КПСС Н.С. Хрущев, который посетил Южмаш, характеризуя уровень технологии и организации ракетного производства, сказал, чтобы припугнуть Запад, что мы делаем ракеты как сосиски».



Сувениры напоминают о вкладе в ракетостроение

Контактная сварка разработана в ИЭС им. Е.О.Патона не только для изделий из сплавов на основе алюминия, но и для изделий из сплавов магния, титана, нержавеющей и жаропрочных сталей, которые также применяются в ракетно-космической технике. Особое значение для усовершенствования ответственных конструкций имеет контактная сварка композитных материалов с высоким термическим КПД, малыми припусками и соединением разных материалов. Пригодилась для целей обороны и контактная сварка рельсов.

В начале 1960-х годов, после создания ракеты БРСД Р-12, в ОКБ-586 были проведены проектные изыскания по разработке на ее основе боевого железнодорожного ракетного комплекса (БЖРК). Однако возникли многочисленные научно-технические проблемы, которые решались под руководством

Главного конструктора академика В.Ф. Уткина. (Известно, что в США отказались от разработки такого оружия, когда подсчитали стоимость решения задач, возникших на пути реализации подобной идеи). Среди таких проблем — вес ракетного комплекса с пусковым контейнером составлял 126 т, а вместе с вагоном достигал 200 т. Чтобы не намного превышать разрешенные нормы, была спроектирована специальная сцепка из трех вагонов, на которой и «растянули» комплекс. Извне поезд, где, кроме ракетного комплекса, размещалась сложная аппаратура управления, другое оборудование и помещения для боевой команды, ничем не отличался от обычных пассажирских поездов. (Рассказывали, что один обходчик, простукивая колеса, уловил, что «пассажирские» вагоны перегружены). Так как нагрузка на рельсы все же оставалась

больше нормы, для обеспечения движения БЖРК на десятках тысяч километров путей были заменены рельсы, шпалы, стрелочные переводы. Под руководством С.И.Кучука-Яценко была разработана технология контактной сварки рельсов усиленного профиля. На базе Павлоградского механического завода создали базу для строительства железнодорожных ракетных поездов. В соответствии с постановлением Совета Обороны СССР от 9 августа 1983 г. были созданы ракетные комплексы РТ-23УТТХ (РС-22В, SS-24) с трехступенчатой твердотопливной ракетой 15Ж61 с десятью боеголовка-

Подготовка к старту завершается



Старт ракеты 15Ж61

ми индивидуального наведения на цели. (Американцы называют БЖРК «Scalpel», а командир гвардейской ракетной дивизии гвардии генерал-майор Г.Д.Баженов получил псевдоним «Хирург»).

Первый ракетный поезд вышел из Павлоградского завода 20 октября 1987 г. Выход поездов с этого секретного вокзала можно было заметить, но вскоре они «терялись» на протяженных дорогах страны и становились

неуязвимыми. Первый ракетный полк (с базой в Костроме) встал на боевое дежурство уже в декабре этого же года. Всего было развернуто три таких ракетных дивизии.

В 1991 г. президент Российской Федерации Б.Н. Ельцин по просьбе США загнал полки с БЖРК на известные для них базы без права выезда. А от уникального производства в Украине остались только тысячи тонн ядовитого ракетного топлива. Впрочем, мероприятия по улучшению железных дорог способствовали повышению их грузоподъемности и пропускной способности.

● #578

ХІ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2012

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ



**МЕТАЛЛО-
ОБРАБОТКА**

МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРПЛАСТ
ТЕХ**

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
И ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТМАСС



**ГИДРАВЛИКА
ПНЕВМАТИКА**



**УКРПРОМ
АВТОМАТИЗАЦИЯ**

ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ



**ОБРАЗЦЫ, СТАНДАРТЫ,
ЭТАЛОНЫ, ПРИБОРЫ**

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ,
ЛАБОРАТОРНОЕ И ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ



**БЕЗОПАСНОСТЬ
ПРОИЗВОДСТВА**

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ, БЕЗОПАСНОСТЬ
РАБОЧЕЙ ЗОНЫ



**УКРМАШ
ТЕХ**

ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРВТОР
ТЕХ**

КОМИССИОННАЯ ТЕХНИКА,
ОБОРУДОВАНИЕ



ПОДШИПНИКИ



УКРСВАРКА

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ
И МАТЕРИАЛЫ



**ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ
СКЛАДСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**



СУБКОНТРАКТЫ

РАЗМЕЩЕНИЕ ЗАКАЗОВ ПО КООПЕРАЦИИ

Генеральные
информационные партнеры:



Технический партнер:



ОРГАНИЗАТОР

Международный выставочный центр

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

*Государственного агентства Украины по управлению
государственными корпоративными правами и имуществом
Украинской Национальной Компании "Укрстанкоинструмент"*

**20-23
НОЯБРЯ 2012 г.**



+38 044 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58

e-mail: lilia@iec-expo.com.ua

www.iec-expo.com.ua

www.tech-expo.com.ua

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



26-29

ИЮНЯ 2012
Нижний Новгород

**XI Международная
специализированная выставка
МАШИНОСТРОЕНИЕ
СТАНКИ
ИНСТРУМЕНТ**

MaDIn

**XVI Международная
специализированная выставка**

СВАРКА-2012

Всероссийское ЗАО "Нижегородская ярмарка"
603086, г. Нижний Новгород, ул. Совнаркомовская, 13
тел. (831) 277-54-96, 277-55-89 факс: 277-55-86
E-mail: kaa@yarmarka.ru, levin@yarmarka.ru
<http://www.yarmarka.ru>

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: **119991, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 6, стр. 7, оф. 19, «Сварщик в России».**

493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504
505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516
517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528
529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540
541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552
553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564
565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576

Ф. И. О. _____
Должность _____
Тел. (_____) _____
Предприятие _____
Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2012 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 _____

Заполняется печатными буквами

Тарифы на рекламу на 2012 г.

На внутренних страницах		
Площадь	Размер, мм	Стоимость, руб.
1 полоса	210×295	20000
1/2 полосы	180×125	10000
1/4 полосы	88×125	5000
На страницах основной обложки		
Страница	Размер, мм	Стоимость, руб.
1 (первая)	215×185	45000
8 (последняя)	210×295 (после обрезки 205×285)	30000
2		28000
7		26000
На страницах внутренней обложки		
Страница	Размер, мм	Стоимость, руб.
3, 1 полоса	210×295	25000
4, 1 полоса	210×295	23000
3 и 4, 1/2 полосы	180×125	12000
5 и 6, 1 полоса	210×295	22000
5 и 6, 1/2 полосы	180×125	11000

- Изготовление оригинал-макета**
- 10% стоимости рекламной площади
- Статья на правах рекламы**
- 1 стр. — 7500 руб.
- Прогрессивная система скидок**
- | Количество подач | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------|----|-----|-----|-----|-----|
| ● Скидка | 5% | 10% | 13% | 17% | 20% |

Тарифы на рекламу универсальные для журналов «Сварщик в России» и «Сварщик» (Украина). При размещении рекламно-информационных материалов одновременно в журналах «Сварщик» и «Сварщик в России» предоставляется скидка 5%.

Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»:
формат журнала после обрезки 205×285 мм;
до обрезки 210×295 мм; **внутренние поля для текста и информативных изображений не менее 20 мм.**
Цветные: TIF CMYK 300 dpi или EPS Illustrator for PC 5–11, include placed images (CMYK 300 dpi или bitmap 600 dpi, текст в кривых), или CorelDraw 9–12, текст в кривых.
Сопроводительные материалы: желательна распечатка с названием файла и точными размерами макета. Размеры макета должны точно соответствовать вышеуказанным.
Носители: CD-ROM, или DVD, или флэш-диск.

Подача материалов в очередной номер — до 15-го числа нечетного месяца (например, в № 6 — до 15.11).

Руководитель рекламного отдела: **В. Г. Абрамишвили**
тел./ф.: +380 44 287-66-02, +380 50 413-98-86 (моб.)
e-mail: welder.kiev@gmail.com
www.welder.kiev.ua, www.welder.msk.ru



THE LINDE GROUP

Linde

Промышленные газы
Сварочные смеси
Сварочное оборудование

Мировой лидер
газовой продукции

ОАО «Линде Газ Рус»

Центральный регион:
Балашиха, ул. Беякова, д.1А
тел.: (495) 7777-047
факс: (495) 7777-048

Северо-Западный регион:
Санкт-Петербург,
пос. Металлострой, дорога на Металлострой, д.5., литер «Ю»
тел.: (812) 332-03-57, факс: (812) 332-03-88

www.linde-gas.ru

Ведущий специализированный
производитель порошковых проволок
для сварки, наплавки и напыления.



Производственная база
ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» — это
единственный в Украине
комплекс с полным техноло-
гическим циклом изготовления
порошковых проволок
мощностью до 5000 т/год.

*Качество продукции
подтверждается
количеством партнеров.*

03680, г. Киев, Украина,
ул. Боженко 15, оф. 303, 507

тел. (044) 200-86-97
факс (044) 200-84-85

office@veldtec.ua
www.veldtec.ua



TECHNOLOGY FOR THE WELDER'S WORLD.

ROBO



ABICOR
BINZEL®



IBG
GROUP

ООО «АБИКОР БИНЦЕЛЬ Сварочная Техника»
129343, г. Москва, ул. Уржумская, д. 4
Тел.: (495) 221-84-81, 221-84-82, факс: 510-64-70

www.binzel-abicor.com