

ГАЗОПЛАМЕННАЯ АППАРАТУРА МАРКИ «НОРД-С»®

Самая совершенная, эффективная и безопасная газорезательная техника в России
- проверено и подтверждено многолетним опытом практической работы.



СДЕЛАНО В РОССИИ

РУЧНОЙ ГАЗОВЫЙ РЕЗАК

ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ
МАРКИ «НОРД-С»®

**ВЫБОР
УГЛА НАКЛОНА
90°, 110°, 180°**
модернизированной
головки с коническим
смесителем и мундштуком

**МОНОБЛОЧНАЯ
РУКОЯТКА**
надежность
и долговечность

- повышенная взрывобезопасность и долговечность
- повышенная чистота реза (отсутствие нагара и наплывов)
- умеренная ширина реза (2-3 мм)
- высокая экономичность (экономия горючего газа и кислорода на 30-40%)
- универсальность (эффективная работа на любой горючей смеси кислорода с ацетиленом, пропан-бутаном, природным газом и т.д.)
- ремонтпригодность

Длина рабочего инструмента резака

стандартный	535 мм
укороченный	455 мм
удлинённый	800 мм
длинный	1000 мм

материал корпуса
редуктора
ЛАТУНЬ

Рекомендуем использовать резаки
в комплекте с редуктором «НОРД-С»®

Модификации редукторов «НОРД-С»®

Характеристики редуктора,
наибольшие значения

пропановый БПО-5-3

ацетиленовый БАО-5-3

кислородный БКО-50-3

пропускная способность, м³/ч

5

5

50

давление газа на входе, МПа

2,5

2,5

25

рабочее давление, МПа

0,3

0,15

1,25

габариты, мм

160x130x100

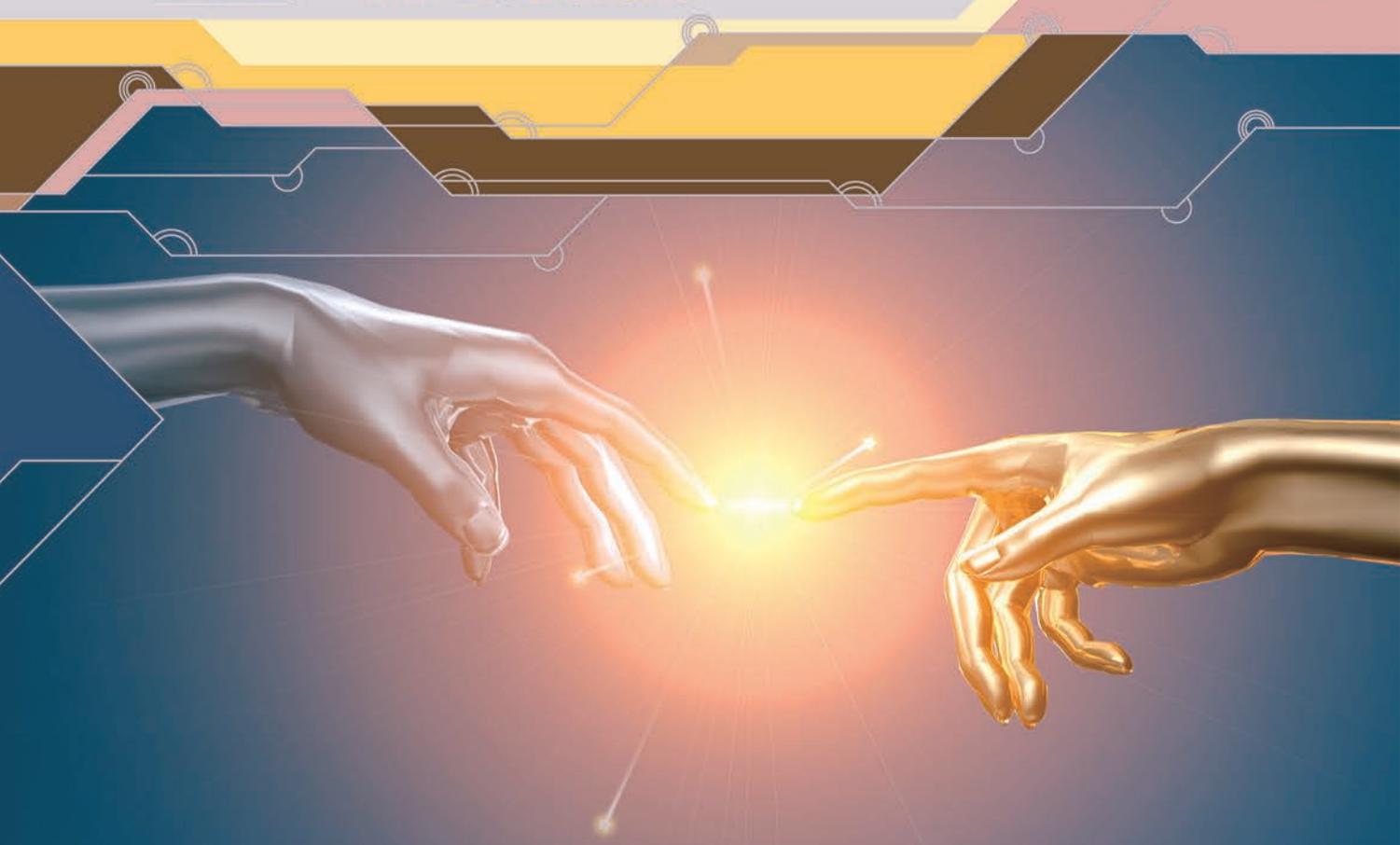
210x130x100

150x120x100

www.nord-s.com



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 80-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.

2 (48) 2014
март–апрель

Журнал выходит 6 раз в год.

Издается с мая 2006 г.

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

Подписной индекс **K0103** в каталоге российской
прессы «Почта России» — персональная подписка

информационно-технический журнал
Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

В России

2–2014

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий	6
Производственный опыт	
Ремонт центральной поперечной опоры рамы автосамосвала CAT 785C <i>В. Д. Позняков, А. А. Гайворонский, Ю. В. Демченко, А. И. Панфилов</i>	8
Газопламенная поверхностная закалка. <i>В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко, С. А. Чумак, С. Л. Зеленский, В. А. Белинский, С. Л. Василенко, Т. Б. Золотопупова, Т. В. Литвинова</i>	12
Наши консультации	18
Технологии и оборудование	
Основы разработки технологии сварки плавлением. 1. Способы сварки. <i>Г. И. Лащенко</i>	20
Тяжеловесы вытяжной техники. Центральные фильтровентиляционные системы с сертификатом IFA. <i>А. А. Ильиных</i>	24
Особенности сварки алюминиевых сплавов лазерным, микроплазменным и гибридным способами. <i>В. Д. Шелягин, В. Ю. Хаскин, А. А. Чайка, О. В. Долянская, А. М. Оришич, А. Г. Маликов</i>	26
Технологии Lindoflamm® для предварительного подогрева изделий перед сваркой. <i>А. Васильев</i>	32
Опыт создания и освоения станов аргодуговой сварки тонкостенных труб в России и за рубежом. <i>В. А. Васильев, Е. М. Донской, В. Е. Кудряшов, В. М. Тюшевский</i>	35
Зарубежные коллеги	40
Охрана труда	
Разработка трудоохранных мероприятий в сварочном производстве на основании оценки риска профзаболеваемости <i>О. Г. Левченко, Ю. А. Полукаров</i>	41
Выставки и конференции	
Календарь выставок на 2014 г.....	46



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 Т. И. Коваленко

Верстка и дизайн В. П. Семенов

Адрес редакции 119049, 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

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», 2014

Подписано в печать 20.02.2014. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC.

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

Заказ № П000005525 от 14.04.2014.

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

Адрес редакции 03150 Киев, ул. Горького, 62Б

Телефон +380 44 200 5361

Тел./факс +380 44 200 8014

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 K0103
 в каталоге российской прессы
 «Почта России» —
 персональная подписка

News of engineering and technologies 6

Production experience

Repair of the central cross support of a frame dump track CAT 785C. *V. D. Pozn'akov, A. A. Gayvorovskiy, Yu. V. Demchenko, A. I. Panfilov 8*

Gas-Flame superficial hardening. *V. M. Litvinov, Yu. N. Lisenko, S. A. Chumak, S. L. Zelenskiy, V. A. Belinskiy, S. L. Vasilenko, T. B. Zolotopupova, T. V. Litvinova 12*

Our consultations 18

Technologies and equipment

Bases of development of technology of fusion welding. 1. Ways of welding. *G. I. Lashchenko 20*

The heavyweights air-ejector technics. Central filter-ventilation systems with the certificate IFA. *A. A. Il'in 24*

Features of welding of aluminium alloys by laser, microplasma and hybrid ways. *V. D. Shel'agin, V. Yu. Haskin, A. M. Orishich, A. G. Malikov, A. A. Cha'ika 26*

Technologies Lindoflamm® for preliminary heating of products before welding. *A. Vasil'ev 32*

Experience of creation and development argon-arc welding of thin-walled pipes in Russia and abroad. *V. A. Vasil'ev, E. M. Donskoy, V. E. Kudryashov, V. M. Tyushevskiy 35*

The foreign colleagues 40

Labour protection

Development of work- protection actions in welding manufacture on the basis of an estimation of risk industrial disease. *O. G. Levchenko, Uy. O. Polukarov 41*

Exhibitions and conferences

Calendar of exhibitions on 2014 46

ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА

Ремонт центральной поперечной опоры рамы автосамосвала CAT 785C

*В.Д. Позняков, А.А. Гайворонский,
Ю.В. Демченко, А.И. Панфилов*

Рассмотрена технология ремонта рамы 130-тонного автосамосвала CAT 785C путем замены элемента ее центральной поперечной опоры. Описаны современные сварочные материалы и способы, которые учитывают конструктивные особенности изделия и сложные условия нагружения при эксплуатации.

Газопламенная поверхностная закалка

*В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак,
С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко,
Т.Б. Золотопупова, Т.В. Литвинова*

Описан разработанный Бюро газопламенной обработки металлов ПАО «НКМЗ» совместно со специалистами ООО «НИИПТмаш-Опытный завод» типоразмерный ряд горелок для поверхностной закалки, работающих на природном газе или пропан-бутановых смесях. Даны технические данные некоторых закалочных горелок, технология газопламенной закалки с их использованием.

Основы разработки технологии сварки плавлением. 1. Способы сварки

Г.И. Лащенко

Описана технология газовой сварки, основные горючие газы, вида пламени. Рассмотрена термитная сварка, процесс ее протекания. Даны технологические схемы термитной сварки. Приведены области применения описанной технологии.

Особенности сварки алюминиевых сплавов лазерным, микроплазменным и гибридным способами

*В.Д. Шелягин, В.Ю. Хаскин, А.М. Оришич,
А.Г. Маликов, А.А. Чайка, О.В. Доляновская*

Описан разработанный в ИЭС им. Е.О. Патона способ микроплазменной сварки разнополярными импульсами, позволяющий выполнять катодную очистку свариваемых поверхностей. Рассмотрены особенности соединения процессов лазерной и микроплазменной сварки. Выполнено сравнение технологических особенностей лазерной, микроплазменной и гибридной лазерно-микроплазменной сварки тонкостенных конструкций из алюминиевых сплавов.

Разработка трудовых мероприятий в сварочном производстве на основе оценки риска профзаболеваний

О.Г. Левченко, Ю.О. Полукаров

Рассмотрено одно из важнейших направлений решения проблемы возникновения травматизма и развития профессиональных заболеваний, связанных с влиянием на организм работающих опасных и вредных производственных факторов, источниками которых являются сварочные технологии и материалы. Это направление — принятие комплекса технических и организационных решений на основе концепции теории риска.

В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ...

Основы разработки технологии сварки плавлением.

2. Приемы сварки

Г.И. Лащенко

Рассмотрены основные приемы, используемые для регулирования тепловложения в свариваемое изделие и его напряженно-деформированного состояния. Приведены способы сварки, в которых используют прием, и достигаемый эффект. Даны рекомендации по использованию того или иного приема сварки.

Электронный справочник для разработки технологии контактной точечной сварки

П.М. Руденко, В.С. Гавриш

Представлен электронный справочник в виде компьютерной программы для разработки технологии контактной точечной и шовной сварки изделий из низкоуглеродистой стали с разными видами покрытий на основе цинка, алюминия и свинца с толщиной листа от 0,4 до 3 мм. В справочнике использованы материалы Международного института сварки, зарубежные руководства по сварке и собственные исследования ИЭС им. Е.О. Патона.

Сравнение автоматизированной плазменной и кислородной резки на машинах с ЧПУ низкоуглеродистых и низколегированных сталей малой толщины

*С.Л. Зеленский, В.А. Белинский,
С.Л. Василенко, А.И. Коровченко,
В.А. Олейник, Т.Б. Золотопупова*

Рассмотрена возможность замены кислородной резки низколегированных и низкоуглеродистых сталей малой толщины плазменной. Даны рекомендации по применению плазменной резки.

Методика оценки усталостной долговечности многослойного наплавленного металла

*И.А. Рябцев, И.К. Сенченков,
И.И. Рябцев, А.А. Бабинец*

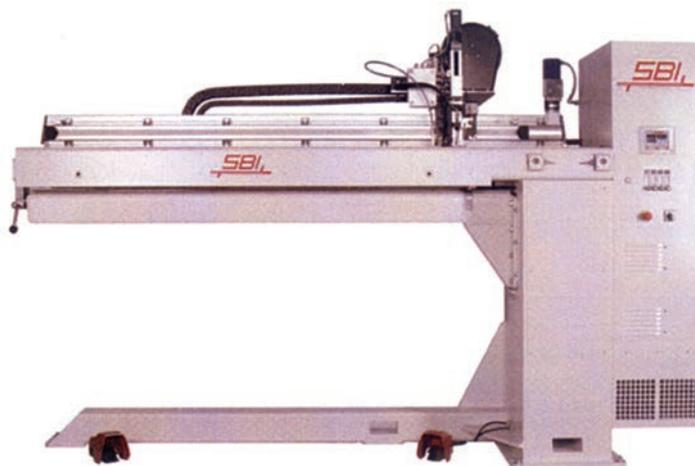
Описана методика испытаний, конструкции и технологии изготовления многослойных наплавленных образцов для исследования их усталостной долговечности при циклической механической нагрузке. Методика должна дать возможность проводить сравнительные исследования усталостной долговечности наплавленных образцов в зависимости от химического состава наплавленных слоев (подслоя и износостойкого слоя), их геометрических размеров, технологии и техники наплавки.

Установка для сварки продольных швов

Установки SWD 500-3000 V2.0 предназначены для автоматической дуговой сварки труб, листов, коробов и обечайек.

Основные составляющие и технические возможности установки:

- ◆ встроенный сварочный инвертор;
- ◆ встроенное устройство подачи присадки;
- ◆ ручной или автоматический зажим замка дорна;
- ◆ регулируемое давление прижима изделий;
- ◆ регулируемые медные прижимы;
- ◆ дополнительная защита сварочного шва «сапожком»;



Техническая характеристика установок:

	SWD 500	SWD 3000
Максимальная длина заготовки, мм	600	3100
Толщина заготовки, мм	0,5–3,0	1,0–5,0
Диаметр заготовки, мм:		
минимальный	50	300
максимальный	800	800
Скорость перемещения горелки, м/мин	0,1–7	0,1–7
Скорость сварки, м/мин	До 4	До 4
Диаметр сварочной проволоки, мм	0,6–2,4	0,6–2,4
Защитный газ	Аргон	Аргон
Расход газа, л/мин	0,1–20	0,1–20
Давление газа, МПа	0,25	0,25
Напряжение, В	3×400±10%	3×400±10%
Потребляемая мощность, кВт	15–20	15–20
(в зависимости от встраиваемого источника)		

- ◆ регулируемая скорость сварки;
- ◆ охлаждаемая медная подложка с канавкой для формирования корня сварочного шва.

Жесткая конструкция установки гарантирует точное позиционирование и прижим свариваемых изделий. Управление осуществляют с помощью сенсорного дисплея, на котором устанавливаются положение начала и конца сварки изделия. Возможно запоминание этих положений в сварочных программах.

● #760

ООО «АВГ Технологии» (Россия)

ОМЗ-Спецсталь отлила слиток-гигант

На предприятии ОМЗ-Спецсталь (входит в группу ОМЗ) успешно отлит кузнечный слиток массой 420 т из стали марки 15Х2НМФА класса 1. Слиток предназначен для изготовления опытно-штатной обечайки активной зоны реактора нового поколения проекта ВВЭР-ТОИ, разработанного генеральным проектировщиком атомных электростанций Атомэнергопроект (входит в состав Росатома). Слиток такой массы будет впервые использован для изготовления обечайки корпуса реактора, ранее максимальная масса слитков для элементов корпуса реактора составляла 360 т.

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по разработке новой технологии и освоению производства корпусов реакторов проводят в ОМЗ-Спецсталь в рамках реализации проекта ВВЭР-ТОИ. Работы осуществляют совместно с ТК ОМЗ-Ижора, НПО ЦНИИТмаш, ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей». В основе типового проекта ВВЭР-ТОИ оптимизированный и информатизированный энергоблок ВВЭР с повышенной электрической мощностью до 1255 МВт и усовершенствованными системами безопасности.

В настоящее время слиток доставлен на автоматизированный ковочный комплекс АКК-12000 дляковки. Впер-



вые перевозка слитка, температура которого составляет 500°C, из сталеплавильного цеха в кузнечно-прессовый осуществлена автотранспортом. Для этого потребовалось разработать и изготовить специальный термос и использовать специальную технику.

Завершить изготовление опытно-штатной обечайки корпуса реактора проекта ВВЭР-ТОИ планируют к июню 2014 г.

В истории ижорской металлургии это второй слиток такой массы. Впервые слиток-гигант массой 420 т был отлит на Ижорских заводах в 1988 г.

● #761

www.metalinfo.ru

Сварочная проволока ASKAYNAK для сварки мостовых конструкций

Омедненная сварочная проволока AS SG2 сплошного сечения (эксклюзивный дистрибьютор мирового производителя сварочных материалов ASKAYNAK — компания ООО «Центавра») предназначена для механизированной сварки в смеси защитных газов стыковых соединений и угловых швов тавровых соединений при заводском изготовлении и монтаже мостовых конструкций как обычного, так и северного А и Б исполнений. Качественная намотка проволо-



Технические характеристики

Классификация сварочной проволоки:
AWS A5.18:ER70S-6/EN
ISO 14341:G42 3 CM G3Si1

Свариваемые марки мостовых сталей:
19ХСНД(А), 15ХСНД(А),
09Г2С(Д), 12Г2СБД, 345, 390

Минимальные механические свойства
наплавленного металла
(защитный газ — смесь Ar/20%CO₂):

Временное сопротивление разрыву, МПа	530
Предел текучести, МПа	420
Относительное удлинение, %	22
Ударная вязкость KCV ₋₄₀ /KCU ₋₄₀ , Дж/см ²	60/90

ки на катушку, однородность химического состава по всей длине, минимальное содержание примесей Р и S, отличные динамические свойства сварочной дуги, все эти факторы обеспечивают высокие механические характеристики наплавленного металла шва, а также гарантируют стабильность сварочного процесса с минимальными потерями.

Проволоку применяют при монтаже конструкций для пешеходных, городских, автодорожных и железнодорожных мостов. Рекомендована ЦНИИС НИЦ «Мосты».

● #762

ООО «Центавра» (Москва)

В ЦНИИТМАШ разработаны новые марки сталей

В Государственном научном центре РФ ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» разработаны новые марки сталей 18Х2Н4МАН и 38ХНЗМФАН для тяжело нагруженных зубчатых передач горношахтного оборудования, обеспечивающие повышенную прочность при статическом и циклическом нагружении зубьев. По комплексу служебных и технологических характеристик новые стали превосходят стандартные 18Х2Н4МА и 38ХНЗМФА (ГОСТ 4543-71) и их зарубежные аналоги.

Как пояснил заведующий отделом технологии холодной обработки металлов и зубчатых передач института металлургии и машиностроения ЦНИИТМАШ Д. Н. Клауч: «Работы проведены совместно с ООО «Юргинский машзавод» в рамках Государственного контракта, результатом которого стала разработка типового ряда унифицирован-

ных тяжело нагруженных зубчатых редукторов для горнодобывающего оборудования. Разработана технология изготовления зубчатого привода с применением новых материалов, режущего инструмента, специальной технологической оснастки и контрольно-измерительных приборов, включающая технологию выплавки,ковки, химико-термической и механической обработки зубчатых колес. Переданы в производство технологии выплавки новых марок сталей, химико-термической обработки (цементация и азотирование), соответствующие мировому уровню. По разработанной технологии с использованием новых материалов изготовлен и испытан в широком диапазоне нагрузок опытный образец редуктора очистного комбайна К750Ю с мощностью привода 350 кВт. Новый редуктор позволяет до двух раз увеличить ресурс работы проходческих и очистных комбайнов, систем транспортировки угля в шахтах».

Предложенные ЦНИИТМАШ конструкторские и технологические решения могут быть применимы для изготовления зубчатых передач проходческих и очистных комбайнов, подъемно-транспортных механизмов, систем размольных мельниц и другого оборудования.

● #763

www.metalinfo.ru

Ремонт центральной поперечной опоры рамы автосамосвала CAT 785C

В. Д. Позняков, д-р техн. наук, **А. А. Гайворонский**, **Ю. В. Демченко**, кандидаты техн. наук, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, **А. И. Панфилов**, ООО «Стил Ворк» (Кривой Рог)

На горнодобывающих предприятиях Украины эффективно эксплуатируют карьерные автосамосвалы CAT 785C фирмы Caterpillar грузоподъемностью 130 тонн (рис. 1). Несущий элемент самосвала CAT 785C – рама (рис. 2). Она имеет конструкцию коробчатого сечения из листовой стали. В зонах повышенных нагрузок установлены две кованые и 21 литая детали, которые приварены внахлест непрерывным сварным швом. Это обеспечивает сопротивление скручивающим нагрузкам, без увеличения массы конструкции. Открытая конструкция рамы с коробчатым сечением обеспечивает удобный доступ как при обслуживании силовой передачи, так и при контроле состояния собственно сварной конструкции и ремонте с возможной заменой элементов. Элементы сварной конструкции рамы изготовлены из хорошо свариваемых низкоуглеродистых сталей марок 17Г1С, 10ГС, 20ГС и 20ГЛ. Это обеспечивает упругость, прочность и сопротивление ударным нагрузкам даже при эксплуатации в условиях низких температур, а также позволяет быстро выполнять их ремонт сваркой.

В рассматриваемом случае, несмотря на упомянутые выше конструктивные достоинства рамы, в результате нештатной ситуации при низкой температуре и полной загрузке в раме автосамосвала произошло разрушение центральной поперечной опоры. Осмотр показал, что конструктивные особенности центральной поперечной опоры и характер ее разрушения (рис. 3, а) не позволят выполнить ремонт в составе конструкции рамы. Совместно со специа-

листами сервисной службы Caterpillar было принято решение о замене опоры (рис. 3, б) как единственный выход из сложившейся ситуации. С учетом степени сложности и уникальности ремонта выполнение сварочных работ по технологии, разработанной ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ, было поручено ООО «Стил Ворк» (Кривой Рог).

При проведении ремонтно-восстановительных работ по замене центральной поперечной опоры применяли следующие технологии:

- ◆ воздушно-дуговую резку угольным электродом;
 - ◆ электродуговую строжку специализированным электродом;
 - ◆ ручную дуговую сварку покрытыми электродами;
 - ◆ механизированную сварку в среде защитных газов проволокой сплошного сечения.
- План ремонтно-восстановительных работ по замене центральной поперечной опоры рамы автосамосвала CAT 785C предусматривал:
- ◆ подготовку рамы к ремонту;
 - ◆ удаление поврежденной центральной поперечной опоры;
 - ◆ установку новой центральной поперечной опоры и сварку соединений;
 - ◆ контроль качества сварных соединений.

Рис. 1. Карьерный автосамосвал CAT 785C фирмы Caterpillar грузоподъемностью 130 т

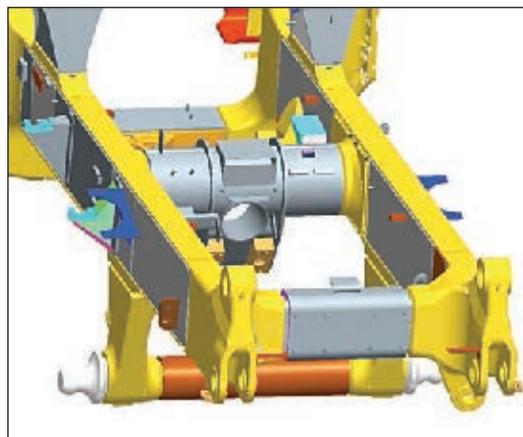


Рис. 2. Общий вид рамы автосамосвала CAT 785C

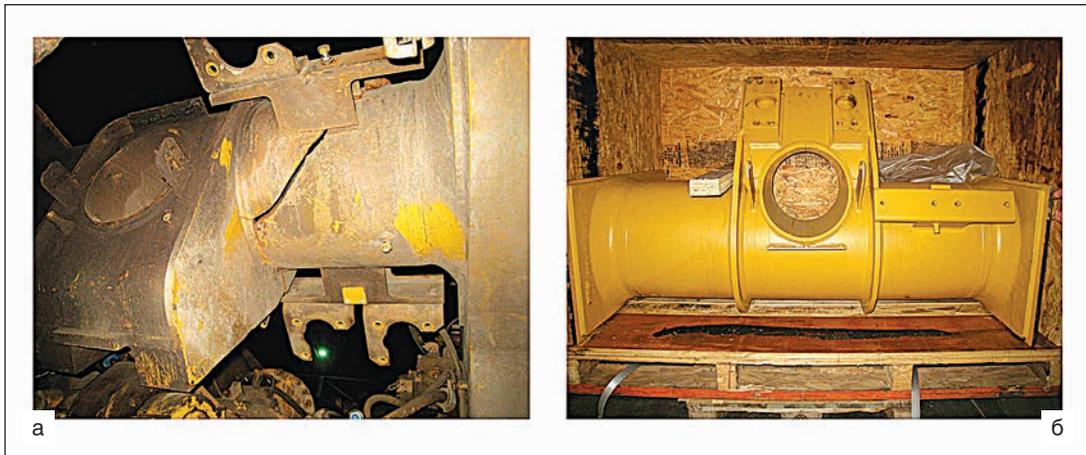


Рис. 3. Разрушение центральной поперечной опоры (а) и новая опора для замены (б)

Поскольку ремонт выполняли в зимнее время, температуру воздуха на участке поддерживали принудительным обогревом в пределах плюс 10 °С. При выполнении термических работ (воздушно-дуговая резка, электродуговая строжка, выполнение прихваток, сварка соединений) металл предварительно прогревали до температур 60–80 °С (до удаления конденсата). Прогрев металла осуществляли газокислородным пламенем, по всей длине до места работ на расстоянии 100 мм от центра соединения по обе его стороны. Воздушно-дуговую резку и строжку металла при вырезке разрушенной центральной поперечной опоры выполняли одновременно с двух сторон. После завершения воздушно-дуговой резки и строжки поверхность реза зачищали абразивным инструментом до металлического блеска, после чего было выполнено замедленное охлаждение металла в течение 1 ч с использованием теплоизоляционных материалов. Прихватку и сварку соединений выполняли одновременно с двух сторон центральной поперечной опоры рамы, обеспечивая одинаковую последовательность и технику сварки. После завершения сварки проводили замедленное охлаждение соединений в течение 4–6 ч, используя периодический прогрев металла газокислородным пламенем до температур 60–80 °С и укрытие теплоизоляционными материалами.

Марки основных и вспомогательных материалов приведены в табл. 1–3, химический состав и свойства металла швов — в табл. 4 и 5, режимы резки, ручной и механизированной сварки — в табл. 6.

Подготовка рамы к ремонту. Свободные концы рамы были установлены на опоры, в качестве которых использовали специ-

Таблица 1. Сварочные материалы для дуговой резки и строжки

Сварочный материал	Марка	Классификация	Типоразмер, диаметр
Угольные электроды	Abiarc Binzel	—	8,0×305 мм
Специальные электроды	АНР-2	ТУ У 05447444.011-99	4,0 мм

Таблица 2. Сварочные материалы для сварки

Сварочный материал	Марка	Классификация	Диаметр
Покрытые электроды	Boehler FOX EV 50	AWS A5.1 E7018	3,2 мм
Проволока сплошного сечения	Boehler DMO-IG	AWS A5.28 ER50S-6	1,2 мм

Таблица 3. Вспомогательные материалы

Тип материала	Состав	Классификация	Расход
Смесь защитных газов	Ar + CO ₂ (80% + 20%)	ДСТУ ISO 14175:2004	8,0–14,0 л/мин

Таблица 4. Химический состав металла швов

Способ сварки	Массовая доля элементов, %					
	C	Si	Mn	S	P	Mo
Ручная дуговая (Boehler FOX EV 50)	0,07	0,50	1,10	0,007	0,007	—
Механизированная (Boehler DMO-IG)	0,107	0,60	1,11	0,007	0,007	0,50

Таблица 5. Механические свойства металла швов

Сварочный материал	$\sigma_{B, MPa}$	$\sigma_{0,2, MPa}$	$\delta_5, \%$	Ударная вязкость, KCV, Дж/см ²			
				+20 °С	-20 °С	-40 °С	-50 °С
Boehler FOX EV 50	560	490	27	235	200	—	125
Boehler DMO-IG	550	470	22	150	—	58	—

Таблица 6. Режимы резки, ручной дуговой и механизированной сварки

Технологический процесс	Род тока, полярность	Режимы резки и сварки			Погонная энергия Q , кДж/см ²
		I_{CB} , А	U_d , В	V_{CB} , м/ч	
Воздушно-дуговая резка	Постоянный, обратная	400–450	32–36	—	—
Электро-дуговая строжка		250–300	30–36	—	—
Ручная дуговая сварка		120–140	26–28	12–14	8,8–10,0
Механизированная сварка		160–180	26–28	9–11	11,0–12,0



Рис. 4. Установка новой центральной поперечной опоры с использованием дополнительных ребр жесткости (а) и общий вид узла рамы после восстановления (б)

ально подготовленные конструкции и домкраты, исключаящие ее возможные деформации в процессе вырезки старой и вставки новой центральной поперечной опоры. Были определены контрольные точки на раме относительно старой центральной поперечной опоры для точной установки новой опоры. Внутри рамы были установлены поперечные распорки, изготовленные из швеллера и трубы квадратного сечения.

Для диагонального распора и ужесточения продольных балок рамы (дополнительные продольные ребра жесткости) использовали пластины сечением 100×200×20 мм из стали Ст.3сп. Диагональный распор обваривали угловым швом катетом 8,0 мм. Продольные ребра жесткости приваривали прерывистым угловым швом катетом 8,0 мм (длина шва 100 мм, расстояние между швами 400–500 мм). После выполнения подготовительных работ уточнили контрольные точки на раме.

Удаление поврежденной центральной поперечной опоры. Сначала вырезали верхние полки продольной балки рамы. При резке применяли абразивные материалы, воздушно-плазменную резку и электродуговую строжку. Термические способы резки, как правило, начинали с мест зашлифовки. После снятия верхних полок определили возможность удаления старой

центральной поперечной опоры без предварительного удаления внешних вертикальных ребер балок.

Кромки резов после удаления верхних полок и старой центральной поперечной опоры зачищали абразивным инструментом. Для сохранения геометрических размеров мест установки новой поперечной опоры и новых верхних полок балок рамы наплавляли кромки. Наплавку выполняли с использованием тех же способов, материалов и режимов, что и при основной сварке. Сильно поврежденные фрагменты заменили предварительно подготовленными заготовками из стали 09Г2С требуемых размеров.

Деформации более 1,0 мм на длине 1 м конструкции рамы устраняли дополнительным нагружением рамы в противоположном направлении от деформаций, а также термической правкой металла путем прогрева металла газокислородным пламенем до температуры 200–250 °С.

Установка новой центральной поперечной опоры и сварка соединений. Новую центральную поперечную опору установили по контрольным точкам с последующей прихваткой с внутренней и внешней сторон конструкции. Размер прихваток: катет 5,0 мм длина 50 мм с шагом 250–300 мм. Порядок наложения прихваток: от центральной части соединения к краям. Последние прихватки

располагали на торцах соединений. Начало и конец прихваток защищали абразивом.

Точность установки новой центральной поперечной опоры проверяли по контрольным точкам, а также с помощью механических датчиков (деформометр с ценой деления 0,01 мм), установленных под центром поперечной опоры для контроля уровня деформаций в процессе сварки новых соединений балки. Для новых верхних полок балок использовали сталь 10ХСНД требуемой толщины.

Для удобства сварки соединений изнутри балок были срезаны вертикальные стенки балок в месте окон с предварительной установкой дополнительных ребр жесткости (см. рис. 3, а). Сварку соединений выполняли обратноступенчатым способом от центра к краям соединений. При сварке соединений «литая часть опоры + вертикальная опора» катет шва не превышал 16 мм, а соединений «литая часть опоры + полка балки» — 12 мм.

Температура металла в процессе сварки не превышала 150 °С. Температуру кон-

тролировали бесконтактным датчиком, а также с помощью термокарандашей. Если температура превышала 150°С, переходили на следующий участок сварки соединения, не допуская перегрева металла. После завершения сварки соединений выполнили их замедленное охлаждение, укрыв теплоизоляционным материалом.

Качество сварных соединений проверяли методами визуальной, цветной капиллярной дефектоскопии (100%), магнитопорошковым методом (выборочно), а также УЗК. Результаты контроля показали отсутствие дефектов в выполненных соединениях.

Рама автосамосвала с установленной новой поперечной опорой показана на рис. 4. Промышленная проверка и безаварийная эксплуатация карьерного автосамосвала САТ 785С на протяжении двух лет после восстановления рамы подтвердили высокую эффективность технологии ремонта, разработанной в ИЭС им. Е.О. Патона.

● #764

ПОЗДРАВЛЯЕМ!



Игорю Александровичу Рябцеву — 75

Сердечно поздравляем известного специалиста в области наплавки, доктора технических наук, профессора, заведующего отделом «Физико-металлургических процессов наплавки износостойких и жаропрочных сталей» Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины Игоря Александровича Рябцева, которому в январе исполнилось 75 лет.

После окончания Брянского института транспортного машиностроения по специальности «Оборудование и технология сварочного производства» Игорь Александрович в 1961–1969 гг. работал мастером, старшим мастером и руководителем лаборатории электронно-лучевой сварки и теплозащитных покрытий на Воронежском механическом заводе. В 1969 г. И.А. Рябцев поступил в аспирантуру при ИЭС им. Е. О. Патона и в 1973 г. успешно защитил кандидатскую, а в дальнейшем докторскую диссертацию. Его руководителем в аспирантуре был известный ученый в области сварки и наплавки д.т.н., проф. И.И. Фруммин.

С 1969 г. вся деятельность Игоря Александровича связана с отделом «Физико-металлургических процессов наплавки износостойких и жаропрочных сталей» ИЭС им.Е.О.Патона. За годы работы в отделе он стал высококвалифицированным специалистом в области наплавки и прошел путь от младшего научного сотрудника до руководителя отдела, который он возглавил в 1997 г.

Основные направления его научной деятельности связаны с исследованиями физико-металлургических процессов различных способов наплавки, исследованиями структуры и служебных свойств наплавленного металла, разработкой новых типов наплавочных материалов и технологий наплавки деталей машин и механизмов в разных отраслях промышленности. Им разработаны экспериментально-теоретические представления о наплавленной детали как многослойной конструкции, каждый из слоев которой имеет свое функциональное назначение, вносит свой вклад в напряженно-деформированное состояние детали в целом и влияет на ее эксплуатационные свойства, срок службы и возможность многоразовой восстановительной наплавки. И.А.Рябцев занимается исследованиями особенностей формирования и наследования структуры в системе «наплавочный материал — сварочная ванна — наплавленный металл» при разных способах наплавки. На основе этих исследований разрабатываются новые принципы управления структурой и свойствами наплавленного металла.

И.А.Рябцев опубликовал более 200 статей, автор и соавтор шести книг, посвященных различным аспектам наплавки. У него 15 авторских свидетельств и патентов. Под его научным руководством успешно защищено несколько кандидатских диссертаций.

Выполняя большую исследовательскую работу, Игорь Александрович находит время для активного участия в научно-организационной жизни института. Он является членом редколлегий журналов «Автоматическая сварка» и «Сварщик», а также членом Ученого Совета ИЭС. Научные заслуги юбиляра отмечены Почетной грамотой Верховного совета Украины и Знаком отличия Национальной академии наук Украины.

Научная общественность желает И. А.Рябцеву доброго здоровья, творческого вдохновения, успехов и большого счастья.

Журнал «Сварщик» также рад поздравить члена редколлегии и своего постоянного автора, который много лет плодотворно сотрудничает с изданием. С юбилеем, Игорь Александрович!

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

Газопламенная поверхностная закалка

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко, С. А. Чумак, ООО «НИИПТмаш-Опытный завод»,
С. Л. Зеленский, В. А. Белинский, С. Л. Василенко, Т. Б. Золотопупова, ПАО «НКМЗ»,
Т. В. Литвинова, ДГМА (Краматорск)

В настоящее время повысился спрос на специальные горелки для поверхностной газопламенной закалки различных деталей, в частности, для закалки зубьев крупномодульных шестерен. Эта технология известна давно, однако считалось, что для закалки массивных деталей можно использовать только ацетилен, и вследствие повсеместного вытеснения ацетилена газами-заменителями на предприятиях спрос на закалочные горелки постепенно снижался.

Бюро газопламенной обработки металлов ПАО «НКМЗ» совместно со специалистами ООО «НИИПТмаш-Опытный завод» разработан типоразмерный ряд горелок для поверхностной закалки, работающих на природном газе или пропан-бутановых смесях. По сравнению с ацетилено-кис-

лородными закалочными горелками, эти горелки благодаря специальной конструкции значительно сокращают стоимость работ, упрощают процесс закалки и повышают его безопасность. Производительность горелок выше, они экономичны за счет более низкой цены природного газа по сравнению с ценой ацетилена. Особенная конструкция головки позволяет выравнивать температуру фронта пламени по ширине закаливаемой поверхности, а специальные сопла для подачи воды на нагретую поверхность обеспечивают получение закаленной поверхности однородной твердости.

Технические данные некоторых горелок приведены в табл. 1.

Характеристика горелки (график зависимости разрежения на входном газовом штуцере горелки от давления подогревающего кислорода) для зуба с модулем 50 приведена на рис. 1. Кривая 1 отображает зависимость разрежения в газовых каналах горелки от давления подогревающего кислорода в ее снаряженном состоянии; кривая 2 — эту зависимость в горелке без головки. Из графика видно, что в диапазоне рабочих давлений подогревающего кислорода (0,2–0,6 МПа) имеет место устойчивый рост инжекции с увеличением давления подогревающего кислорода. Растет также значение падения инжекции по координате «у», т. е. при увеличении давления подогревающего кислорода увеличивается также подпор газовой смеси перед выходными каналами. Это говорит о том, что горелка работает стабильно в интервале рабочих давлений, без хлопков и обратных ударов.

В табл. 2 приведены основные закалочные горелки с указанием некоторых соотношений их расчетных параметров.

Технология закалки с использованием горелок проста: деталь располагают таким образом, чтобы закалку можно было производить снизу вверх. К нижней кромке заготовки подводят зажженную горелку с включенной водой таким образом, чтобы водяные струи не попадали на нагреваемую поверхность. Когда линейный фронт нагре-

Таблица 1. Технические данные некоторых закалочных горелок

Параметр	Горелки ГЗУ6		
	КМ20	КМ25	КМ50
Расход, м ³ /ч:			
кислорода	3,2–4,2	3,2–4,2	6,4–8,4
природного газа	2,45–3,2	2,45–3,2	4,9–6,4
воды	1,2–2,4		
Давление на входе в горелку, МПа:			
кислорода	0,2–0,4		
природного газа	0,05–0,1		
воды	0,2–0,4		

Примечание. «ГЗУ» — газы-заменители ацетилена; «6» — группа горелок для поверхностной закалки; «КМ» — крупный модуль зубьев; 20, 25, 50 — значение модуля.

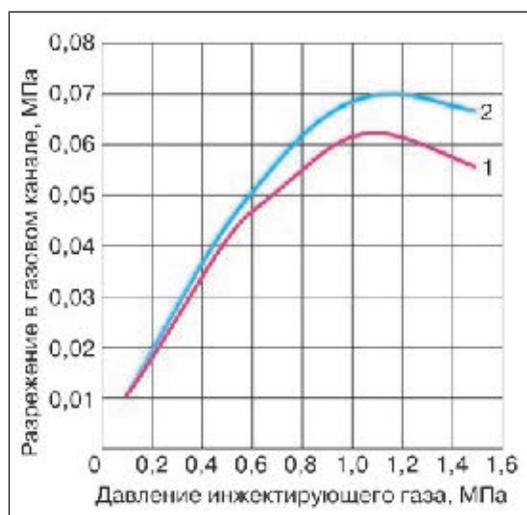


Рис. 1. Зависимость величины разрежения в газовых каналах горелки от давления подогревающего кислорода

ва примет цвет соломы (950–1050 °С), горелку резко поднимают вверх таким образом, чтобы водяные струи попали на нагретую поверхность, и так участок за участком, совершая небольшие колебательные движения в вертикальной плоскости.

На валках, роликах и других телах вращения закалку лучше выполнять с помощью неподвижной линейной горелки, вращая деталь вдоль продольной оси. По этой схеме легко механизировать процесс, однако необходимо строго синхронизировать линейную скорость вращения и скорость нагрева поверхности детали.

Методика расчета параметров горелок для поверхностной газокислородной закалки. Экспериментальным путем было выбрано оптимальное для поверхностной закалки линейное пятно нагрева. Его обеспечивает ряд выходных отверстий диаметром 1 мм с шагом 3 мм в случае использования природного газа и ряд выходных отверстий диаметром 1 мм с шагом 3,5 мм в случае использования пропан-бутановых смесей. При этом глубина закаленного слоя колеблется от 0,5 до 1,5 мм в зависимости от марки стали и скорости закалки. Исходя из того, какую ширину поверхности b необходимо закалить за один проход, можно определить количество выходных отверстий n в головке горелки:

$$n = (b/t) + 1. \quad (1)$$

Зная количество выходных отверстий, можно определить их суммарное поперечное сечение:

$$F_{\text{вых}} = 0,785 n. \quad (2)$$

Между суммарными поперечными сечениями выходных каналов головки, канала смесительной камеры и канала инжектора в горелках ГЗУ-6 имеются определенные зависимости, полученные теоретически и проверенные на практике:

$$F_{\text{вых}}/F_{\text{с.к}} = (1,2...1,35); \quad (3)$$

$$F_{\text{с.к.}}/F_{\text{инж}} = (8,0...10,0). \quad (4)$$

Площадь поперечного сечения отверстия смесительной камеры определяют по формуле (3), а площадь поперечного сечения инжектора — по формуле (4).

Таблица 2. Типоразмерный ряд закалочных горелок различного назначения

Марка горелки ГЗУ	Модуль шестерен, диаметр валков и роликов	$F_{\text{вых}}/F_{\text{с.к}}$	$F_{\text{с.к.}}/F_{\text{инж}}$	t
6-КМ (зубья шестерен)	10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 30, 32, 36, 50	1,38	8,04	3,0
6-ШЛ (шлицевой вал)	—	1,25	10,1	3,0
6-В-180 (валки)	180	1,31	8,33	3,0
6-100 (валы)	100	1,39	8,33	3,5
6-ШВ (шейки валов)	—	1,36	10,1	3,5
6-В-400 (валки)	400	1,44		3,0
6-П (пальцы)	—	1,29		3,5
6-125-400 (ролики)	400	1,20	9,76	3,0
6-125-500 (ролики)	500			
6-125-600 (ролики)	600			
6-ХК (ходовые колеса)	—	1,20	9,76	3,0
6-ХК (ходовые колеса)	—	1,4	8,33	3,5
6-РП (распорные плиты)	—	1,47	8,33	3,0
6-РБ (ручей блока)	—	1,30	8,33	3,0

Примечание. $F_{\text{вых}}$ — суммарное поперечное сечение выходных каналов, мм²; $F_{\text{с.к}}$ — поперечное сечение канала смесительной камеры, мм²; $F_{\text{инж}}$ — поперечное сечение каналов инжектора, мм²; t — расстояние между двумя соседними выходными каналами, мм

Остальные параметры горелки можно выбирать конструктивно. Но необходимо следить, чтобы на пути газовой смеси от смесительной камеры до выходных отверстий головки не было «карманов» (резкого увеличения поперечного сечения канала).

Горелки для ручной поверхностной закалки. Для закалки зубьев шестерен с модулем 10 внешнего зацепления используют горелку ГЗУ-6-КМ10 (рис. 2), с модулем 12 внутреннего зацепления — горелку ГЗУ-6-КМ12 (рис. 3). О технологии поверхностной закалки зубьев с модулем 50 можно получить представление по рис. 4.

Кроме горелок для закалки крупномодульных шестерен, были созданы и эксплуатируются горелки для закалки поверхностей направляющих механообрабатывающих станков, валков и роликов любых размеров, шеек валков, ходовых колес, ручьев

Рис. 2. Горелка ГЗУ-6-КМ10 (модуль 10) для поверхностной закалки зубьев шестерен внешнего зацепления



Рис. 4. Закалка зуба с модулем 50 горелкой ГЗУ-6-КМ50: а — ввод горелки на зуб; б — начало закалки; в — процесс закалки; г — окончание



Рис. 3. Закалочная горелка ГЗУ6-КМ12 для зуба с модулем 12 внутреннего зацепления



блоков и многих других деталей. На *рис. 5* и *6* показаны некоторые из этих горелок.

Механизированная поверхностная закалка. С использованием средств малой механизации был организован участок для поверхностной закалки роликов (*рис. 7*). Закалочный стенд состоит из поддона для сбора отработанной воды, в центре которого расположен поворотный стол с закаливаемым роликом. Сбоку имеется стойка с коромыслом, на концах которого расположены блоки. Через блоки перекинут канат, один конец которого закреплен на закалочной горелке, а ко второму концу привязан противовес. Закалку выполняют снизу вверх секторами. Ролик поворачивают к горелке с помощью стола.

Машинная поверхностная газокислородная закалка. На *рис. 8* представлены станок для поверхностной газокислородной закалки (*а*), процесс закалки (*б*) и два момента отработки режимов (*в, г*).

Станок включает планшайбу с вертикальной осью вращения и электроприводом, на которой размещают закаливаемую шестерню, а также суппорт, установленный на тележке с электроприводом, и механизм вертикального перемещения закалочной горелки с возможностью регулировки скорости.

Последовательность операций при закалке на станке следующая: с помощью



Рис. 5. Головка горелки для закалки поверхности шлицевых валков

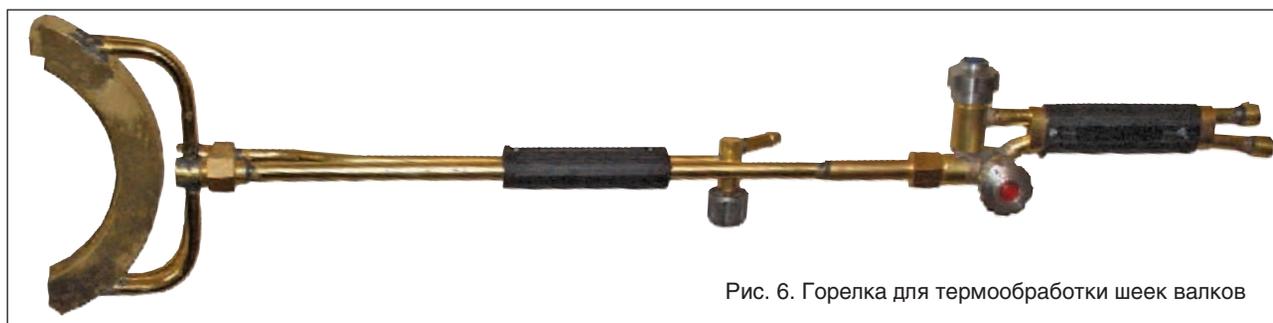


Рис. 6. Горелка для термообработки шеек валков



Рис. 7. Участок для поверхностной закалки роликов: а — факел горелки ГЗУ-6-600 для закалки ролика диаметром 600 мм, горящий в свободном пространстве; б — начало закалки ролика; в — процесс закалки этого ролика; г — участок для закалки тел вращения



Рис. 8. Машинная закалка зубьев шестерни с модулем 25

привода поворота планшайбы ось закаливаемого зуба приводят в одну плоскость с осью горелки, затем с помощью привода тележки осуществляют ввод головки горелки на зуб и после нагрева нижней кромки зуба до температуры закалки включают привод вертикального перемещения горелки. После этого выполняют настройку на сле-

дующий зуб, и описанный цикл повторяют.

С помощью возрожденной технологии, поверхностной газокислородной закалки, не требующей капитальных затрат, и нового оборудования, основанного на применении газов-заменителей ацетилена, можно решить многие вопросы увеличения твердости поверхности деталей. ● #765

- ▶ Сварочное оборудование и аксессуары
- ▶ Газовое оборудование для резки и сварки
- ▶ Средства индивидуальной защиты
- ▶ Средства технической химии
- ▶ Твердая и мягкая пайка
- ▶ Шлифовальные материалы
- ▶ Пилы и лентопильные станки
- ▶ Сварочное оборудование и подсобные комплектующие
- ▶ Сварочные материалы

ФИЛИАЛ: ООО «РИВАЛ-РУ»
 +7 (495) 649-3020
 info@rywal.ru
 www.rywal.eu

Дистрибьюторы:

ООО «НПП СварТехно»
 398007 г. Липецк,
 ул. Студенческая, 126
 +7 (4742) 28-45-45,
 27-37-36
 info@svartehno.ru
 svartehno@bk.ru

ООО «Профессионал групп»
 г. Саратов,
 ул. Соколова, 129/141
 8 (8452) 33-07-01,
 33-07-02, 33-28-18
 office@s-svarka.ru,
 3220177@mail.ru
 s-svarka.ru

ООО «Изотерм»
 г. Калининград,
 ул. Орудийная, 105
 +7 (4012) 59 75 81

ООО «Альфа Арс Групп»
 8 (915) 102-80-39
 +7 (49646) 5-05-76
 +7 (49646) 5-01-16
 Pys@metizi.ru1

«РИВАЛ-РХЦ» ул. Польша 140В,
 87-100 Торунь, Польша,
 т. +7 911 860 99 52
 т. +48 56 66-93-820
 ф. +48 56 66-93-805
 export@rywal.com.pl
 www.rywal.eu



НАША ПРОДУКЦИЯ ПОД ТОРГОВЫМИ МАРКАМИ MOST™ И GOLD™ СЕРТИФИЦИРОВАНА УКРСЕПРО.

**НАВКО-
 TEX**

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

ЧАС «АРТЕМОВСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

VISTEC ВИСТЕК

СВАРОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ



ПРОИЗВОДСТВА АМЗ «ВИСТЕК»



Полный список партнеров на www.vistec.com.ua



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 ЦНИИН-4, ЭА-981/15.

● Самозащитная порошковая проволока ПП-АНВМ-1 и ПП-АНВМ-2 для механизированной сварки и наплавки высокомарганцевых сталей типа 110Г13, 60Х5Г10Л, 0Х14АГ12М 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.

Расскажите, пожалуйста, как сваривают стекло, ситаллы и керамику с металлами

А. С. Сидоренко (Феодосия)

Устойчивый процесс сварки с импульсной подачей проволоки может быть использован с защитой CO₂, аргоном и смесями газов. При этом шаг и частота импульсов подачи должны находиться в пределах соответственно 0,5–3,0 мм и 10–50 с⁻¹. Оптимальные значения этих параметров зависят от диаметра и материала электрода, типа защитного газа и пространственного расположения шва, а сам процесс сварки может протекать с короткими замыканиями дугового промежутка и без них.

В диапазоне силы сварочного тока 100–400 А при импульсной подаче электродной проволоки потери металла на угар и разбрызгивание ψ при сварке в CO₂ проволокой диаметром 1,2 (кривая 1) и 1,6 мм (кривая 2) уменьшаются почти в два раза (рис. 4). Кривые зависимости величины разбрызгивания от напряжения дуги, соответствующие различной силе сварочного тока, показаны на рис. 5.

Швы, выполненные сваркой с импульсной подачей проволоки, на 20–30% шире выполненных сваркой с постоянной скоростью подачи проволоки и имеют более плавный переход к основному металлу.

При сварке с импульсной подачей проволоки упрощается техника выполнения швов в различных пространственных положениях и повышается качество сварки тонкого металла. Сварные соединения обладают высокими механическими свойствами. Рекомендуемые режимы сварки низкоуглеродистой стали на постоянном токе при обратной полярности с импульсной подачей электродной проволоки приведены в таблице.

Для выполнения сварки с импульсной подачей электродной проволоки использу-

**Продолжение. Начало в № 6–2013.*

Рис. 4. Зависимость потерь металла на угар и разбрызгивание от силы сварочного тока

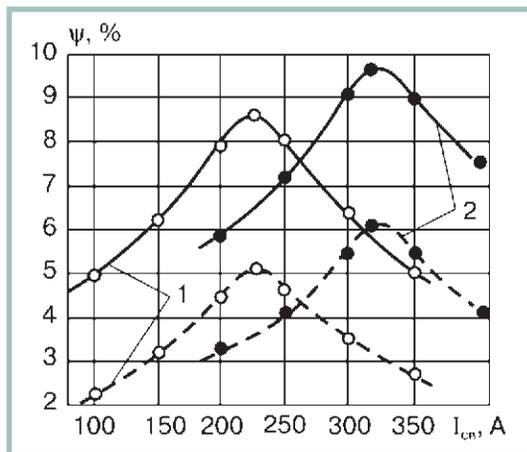


Рис. 5. Зависимость потерь металла на угар и разбрызгивание от напряжения дуги при сварке в CO₂ проволокой диаметром 1,2 мм (а) и 1,6 мм (б)

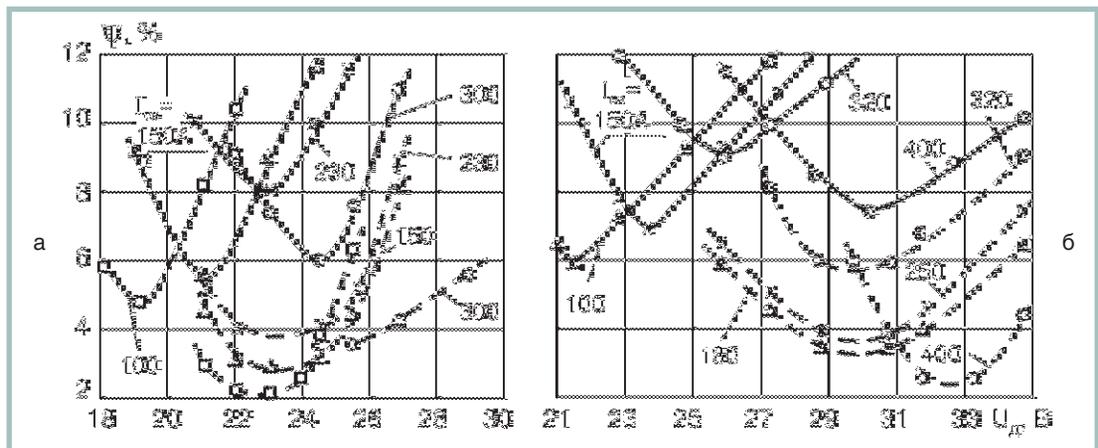


Таблица. Ориентировочные режимы механизированной сварки в CO₂ с импульсной подачей электродной проволоки

Толщина металла, мм	Диаметр проволоки, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение дуги, В	Шаг подачи, мм	Частота импульсов, с ⁻¹	Длина вылета электрода, мм	Расход защитного газа, л/м
0,5	0,8	50–60	18–20	0,5	50	6–8	6–8
1,0	1,0	80–100	20–22	1,0	50	8–10	8–10
2,0	1,2	120–140	22–24	1,2	50	10–12	10–12
3,0	1,2	180–200	24–26	2,0	25	12–14	12–14
5,0	1,6	250–300	28–30	2,5	25	15–20	16–18
6–8	1,6	320–350	30–32	2,5	25	15–20	18–20

ют устройства различных типов. Актуальной считается задача создания надежных в эксплуатации устройств импульсной подачи электродной проволоки с приемлемыми технологическими характеристиками.

Как отмечалось выше, при импульсно-дуговой сварке на дугу накладываются кратковременные импульсы с частотой тока более 25 Гц (обычно 50 или 100 Гц), при скважности порядка 2–3 их длительность составляет 3–10 мс, что позволяет менять величину погонной энергии (тепловложение) только при сварке малых толщин металла (примерно до 2 мм). При сварке больших толщин, когда масса нагреваемого металла относительно велика и возрастает тепловая инерция, применение кратковременных тепловых импульсов дуги, следующих друг за другом с большой частотой, не приводит к модуляции температуры в ванне расплава. В этом случае температуру нагрева металла и величину погонной энергии на участке сварки устанавливают практически постоянными. Для регулирования тепловложения при сварке металла толщи-

ной более 2 мм целесообразно питать дугу током с частотой менее 25 Гц.

Небольшая частота пульсации мощности дуги, сравнимая с тепловой инерцией сварочной ванны, позволяет влиять на кристаллизацию металла шва, регулировать глубину проплавления и процесс формирования швов как при сварке в нижнем положении, так и в потолочном и вертикальном.

Пульсацию электрических параметров дуги осуществляют путем включения в соответствующие электрические цепи различного рода прерывателей: электронных, механических и других типов.

При механизированных способах дуговой сварки пульсацию дуги можно получить за счет регулирования скорости подачи электродной проволоки. Пульсирование дуги используют при ручной дуговой сварке покрытыми электродами, сварке порошковой проволокой, в защитных газах и под флюсом.

● #766

Ответ подготовили
канд. техн. наук Ю. В. Демченко
и канд. техн. наук Г. И. Лещенко

Новый смеситель для приготовления защитных газовых смесей

Смеситель защитных газов BlendMaster™ 657 компании Concoa позволяет создавать традиционные газовые смеси на участке TIG и MIG сварки на промышленном предприятии.

BlendMaster™ 657 увеличивает производительность, позволяет регулировать соотношение содержания двух составляющих газов в смеси от 0 до 25%. Смешивая чистый аргон и углекислый газ, смеситель обеспечивает высокое качество смеси (±1,5%) и препятствует загрязнению сосудов высокого давления.

Технология EquiBlend™ обеспечивает полный поток газов независимо от их соотношения в смеси. Система регулирования давления минимизирует колебания давления на входе, стабилизируя смешивание. Смеситель BlendMaster совместим с различным криогенным оборудованием. Небольшой диапазон входного давления обеспечивает качественное смешивание даже при полной заполненности сосуда. Кроме того, контроль давления можно осуществлять через систему дистанционного управления.

Аппарат BlendMaster 657, смонтированный на стене или установленный на полу, обеспечивает производительность до 0,5 м³/ч при давлении от 0,7 до 3,5 кПа. Блокирующее устройство позволяет управлять процессом, а общий регулятор всей линии поддерживает расходомеры и другие установленные на линии устройства. Дополнительно смеситель оснащен двоичным анализатором как для одного, так и для нескольких газов. Напряжение 110 или 220 В, температура окружающей среды и газа 0–38°C.

Компания Concoa (США), www.concoa.com



Основы разработки технологии сварки плавлением*

1. Способы сварки

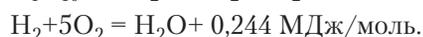
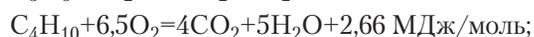
Г.И. Лашенко, канд. техн. наук, НТК «Институт электросварки им. Е.О. Патона»

1.6. Газовая сварка. Газовое пламя является местным поверхностным теплообменным источником теплоты. Металл при сварке нагревается за счет совместного действия возбужденного конвективного и лучистого (5–10 % общего теплового потока) теплообмена.

Газовое пламя является менее сосредоточенным и более низкотемпературным источником нагрева, чем электрическая или плазменная дуга (струя), лазерный и электронный луч. При газопламенном нагреве можно весьма гибко регулировать распределение теплоты по заданным участкам поверхности изделия, а также между основным и присадочным металлом. Кроме того, возможность регулирования в широких пределах механических воздействий пламени является важным фактором управления формированием шва, особенно при сварке в различных пространственных положениях. Серьезным достоинством газовой сварки является отсутствие магнитных полей, которые имеют место при дуговых процессах сварки и могут отрицательно сказываться на качестве швов.

К основным горючим газам относят ацетилен C_2H_2 , н-бутан C_4H_{10} , водород H_2 , метан CH_4 , оксид углерода CO , пропан C_3H_8 , этан C_2H_6 , метилацетилен-пропадиен C_3H_4 и др.

Окисление (горение) горючих газов (углеводорода, водорода) на 1 моль горючего газа с выделением теплоты происходит по следующим реакциям:



Строение пламени любых смесей углеводородных газов с кислородом одинаково и зависит в основном от состава горючей

смеси, которое определяется отношением количества кислорода к количеству горючего газа (параметр β).

Различают три вида пламени: нормальное, окислительное (избыток кислорода) и науглероживающее (избыток горючего газа). Основными тепловыми характеристиками пламени являются:

- ◆ температура (максимальная), °C: C_2H_2 — 3200, CH_4 — 2700, C_3H_8 — 2800, C_4H_{10} — 2900, H_2 — 2600, C_3H_4 (МАПП) — 2900;
- ◆ эффективная тепловая мощность (количество теплоты, передаваемой в единицу времени пламенем нагреваемому изделию) зависит от расхода горючего газа в единицу времени, параметра β , скорости истечения горючей смеси из сопла горелки, толщины свариваемого металла, расстояния между срезом сопла и нагреваемой поверхностью, скорости сварки, угла наклона оси пламени относительно нормали к нагреваемой поверхности и др. Наибольшее влияние на эффективную мощность оказывает расход горючего газа и параметр β (рис. 18);
- ◆ распределение теплового потока по пятну нагрева.

Выше уже отмечалось, что зависимость эффективной мощности различных горючих газов во многом определяет параметр β , при этом оптимальное соотношение кислорода и горючего газа близко к стехиометрическому. Исключение составляет пропан-бутановая смесь, для которой $\beta_{\text{опт}} = 3,5...4,0$, а стехиометрическое $\beta_{\text{стех}} = 5...6$ (в зависимости от состава смеси).

С точки зрения максимальной эффективности нагрева в большинстве случаев при сварке в качестве горючего газа используют ацетилен, а в качестве окислителя — кислород. Практически нормальное ацетилено-кислородное пламя получают при $\beta = 1,1...1,2$. При большем значении β пламя приобретает

* Продолжение. Начало в №1-6-2013.

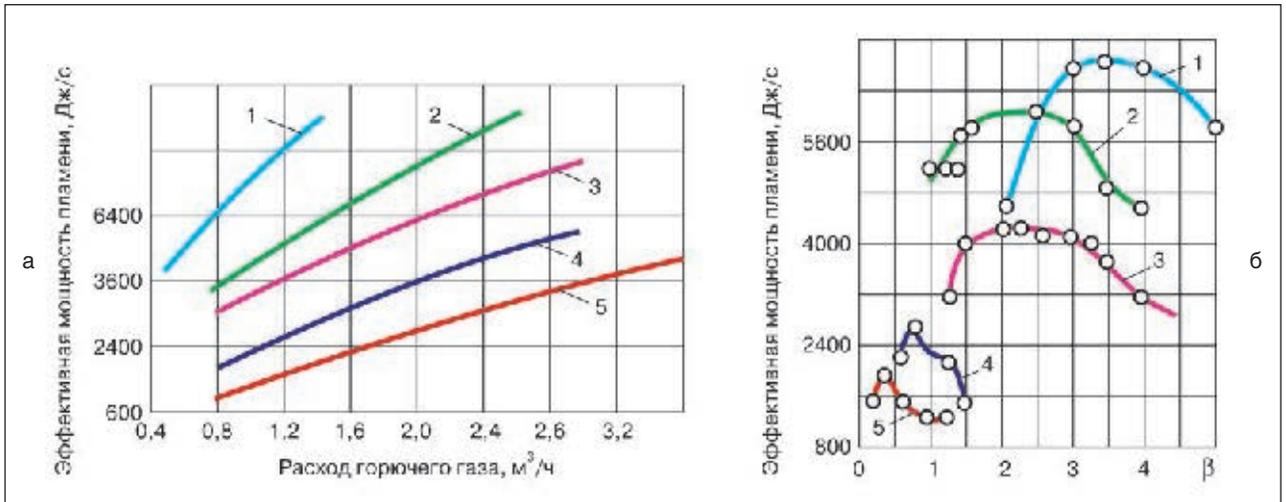


Рис. 18. Кривые зависимости эффективной мощности пламени от расхода горючего газа (а) и параметра β (б) при расходе горючего газа 0,8 м³/ч: 1 — пропан-бутан (β=3,5); 2 — ацетилен (1,5); 3 — метан (1,5); 4 — косовый газ (0,5); 5 — водород (0,4)

окислительный характер, так как избыточный кислород в пламени окисляет металл. При уменьшенном по сравнению с нормальным количеством поступающего кислорода (избытке ацетилена) пламя приобретает науглероживающий характер. Науглероживающее пламя имеет более низкую температуру, чем нормальное или окислительное.

Известны попытки механизировать газовую сварку, но они не имели успеха. В настоящее время газовую сварку применяют в ручном варианте (сварщик удерживает и перемещает горелку рукой).

Производительность процесса сварки определяется количеством теплоты, которую выделяет пламя в единицу времени, т. е. его тепловой мощностью, зависящей от теплотворной способности горючего газа, его расхода и соотношения газов в смеси.

Газовую сварку применяют для соединения сталей различного состава, чугунов, меди и сплавов на ее основе и других материалов. В ряде случаев технология сварки предусматривает использование флюсов различного состава.

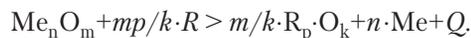
Существенными недостатками газовой сварки по сравнению с дуговой является сравнительно низкая производительность процесса, относительно высокая стоимость сварочных материалов и повышенная степень взрывоопасности в связи с использованием горючих газов, кислорода, ацетиленовых генераторов и баллонов под высоким давлением. Однако для сварки целого ряда металлов и конструкций газовая сварка до настоящего времени сохраняет свое про-

мышленное значение, особенно при выполнении ремонтных работ.

Термитная сварка. При термитной сварке нагрев и плавление соединяемых заготовок осуществляют теплотой химической реакции порошкообразной термитной смеси. Расплавление кромок свариваемых деталей достигают путем непосредственной теплоотдачи жидкого металла, получаемого в результате термохимических реакций между восстановителем (обычно алюминиевым или магниевым порошком) и оксидом металла.

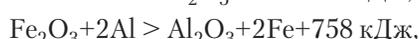
В соответствии с рядом напряжений все элементы, стоящие левее (K, Na, Ca, Mg, Al, Mn, Si, Cr, S, Fe, Co, Ni, Sn, Pb, H, Cu), во время реакции способны из оксидов вытеснять элементы, расположенные правее. Так, алюминий может вытеснять из оксидов марганец, железо, медь и т. д. с выделением определенного количества теплоты.

Термитный процесс протекает в соответствии со следующей зависимостью:



В отличие от обычного горения термитная реакция может происходить в замкнутых системах или даже в вакууме, так как реакция происходит за счет кислорода, содержащегося в оксидах металлов.

В случае взаимодействия оксидов железа с алюминием протекает ряд обменных реакций:



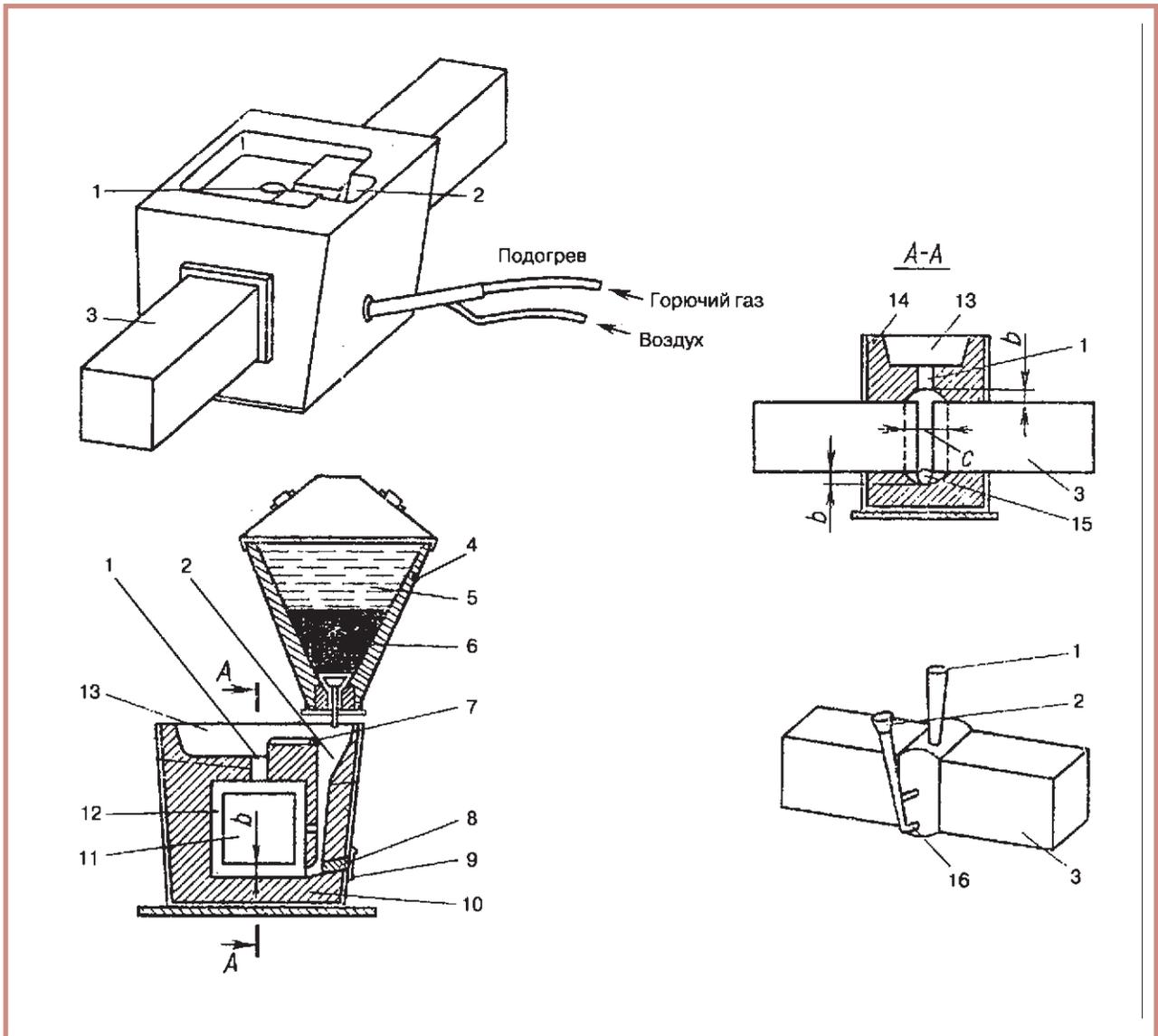


Рис. 19. Схема термитной сварки: 1 — выпор; 2 — литник; 3 — свариваемая деталь; 4 — термитный тигель; 5 — термитный шлак; 6 — термитный металл; 7 — канал между выпором и литником; 8 — отверстие продувочного канала; 9 — железная или песчаная пробка; 10 — формовочный песок; 11 — сечение деталей; 12 — пространство для формирования усиления; 13 — шлаковая ванна; 14 — форма; 15 — продувочный канал; 16 — облив

Чтобы осуществить термохимическую реакцию между восстановителем и окислителем, необходимо наличие ряда условий: химической чистоты компонентов термитной шихты, определенного фракционного состава компонентов и соотношения составляющих в шихте, доведения термитной смеси до температуры начала реакции.

Химическая чистота восстановителя и окислителя необходима для обеспечения определенной активности и теплотворной способности термита, а также для качества сварки. Чем выше чистота восстановителя и окислителя, тем эффективнее протекает термитная реакция и возрастает вероятность образования качественного сварного соединения.

Большое влияние на ход реакции оказывает степень измельчения составляющих термитной шихты. Более крупные компоненты используют в реакциях с большими порциями шихты. Для небольших порций термита применяют более измельченные порошки.

Кроме определенной химической чистоты и степени измельчения составляющих термита, в термитной шихте необходимо создать правильное соотношения компонентов. В зависимости от кислородного баланса окалины, который находится в пределах 22,27–30,06 %, содержание алюминия колеблется в пределах 20–25,24 %. Отклонение от указанных пределов в ту или иную сторону нарушает нормальное соотношение восстановителя и окислителя в терми-

те, это приводит к снижению его калорийности, повышает в термитном металле содержание алюминия или насыщает металл кислородом, что отрицательно влияет на качество термитной сварки.

Чтобы осуществить реакцию между алюминием и железной окалиной, термитная шихта должна быть нагрета до температуры воспламенения, которая для железоалюминиевого термита соответствующего измельчения и чистоты компонентов, а также правильного соотношения компонентов достигает 1340–1360 °С. Это — критическая точка начала активной реакции, хотя медленно протекающие термохимические процессы уже начинаются при нормальной температуре после смешения компонентов термитной шихты. Зажигание термитной смеси производят термоспичками, сварочной дугой или специальным запалом.

Температуру, развиваемую во время реакции, можно рассчитать по формуле

$$T = Q/m(C_{\text{pFe}} \cdot a + C_{\text{pAl}_2\text{O}_3} \cdot b),$$

где T — температура реакции; Q — теплотворная способность термита; C_{pFe} и $C_{\text{pAl}_2\text{O}_3}$ — теплоемкость железа и оксида алюминия соответственно; a, b — процентное соотношение Fe и Al_2O_3 в термитном расплаве.

В зависимости от состава компонентов термитной смеси температура расплавленных продуктов сгорания составляет 2200–3000 °С.

В результате высокотемпературной термитной реакции образуется жидкий расплав железа с примесями (стали) и оксид алюминия. Сталь выступает в роли теплоносителя и присадочного металла, а оксид алюминия выполняет роль шлака, защищающего расплав от взаимодействия с кислородом и азотом воздуха.

Для увеличения количества присадочного металла в термит дополнительно вводят металлические добавки (стальную стружку, дробь, обечку и т. п.), а для регулирования химического состава металла шва — различные ферросплавы (ферромарганец, ферросилиций, ферротитан и др.).

Существуют различные технологические схемы термитной сварки плавлением. Наиболее распространена сварка способом промежуточного литья (рис. 19). При этом способе сварки торцы заготовок устанавливают с некоторым зазором (12–20 мм), а на стык

устанавливают две половины огнеупорной формы из влажной формовочной смеси, изготавливаемые по моделям на месте монтажа.

Концы заготовок подогревают пламенем горючего газа с кислородом или воздухом до температуры 800–1000 °С, поджигают термитную смесь, а после окончания термитной реакции выпускают жидкую сталь в форму. Перегретый металл оплавляет торцы заготовок и, заполняя имеющиеся зазоры, формирует сварное соединение. После затвердевания жидкого металла форму снимают. Усиление в стыке, литниковую часть и металл выпора удаляют в состоянии красного каления. Окончательную обработку ведут шлифованием после охлаждения. Время сварки одного стыка рельсов по этой технологии составляет 40–45 мин.

Более производительной является сварка без предварительного подогрева заготовок. В этом случае используют готовые сухие формы без кварцевого песка. При этом объем пустот в форме рассчитывают так, чтобы заливать двойное количество термитной смеси. Половина этого количества обеспечивает подогрев, а остальная часть участвует в самом процессе сварки. Время сварки стыка рельса по этой технологии составляет 6–10 мин.

К достоинствам термитной сварки обычно относят:

- ◆ возможность ее применения без использования электроэнергии;
- ◆ высокую производительность;
- ◆ достаточные прочностные характеристики;
- ◆ удобство и маневренность применяемой оснастки.

Термитную сварку используют для соединения рельсов, крупных стальных и чугунных деталей, арматурных сталей, медных шин и кабелей. Объем применения этих технологий в современных условиях весьма незначителен и, по-видимому, нет оснований рассчитывать на его существенный рост. В то же время можно прогнозировать появление новых способов сварки плавлением, в которых будут использовать комбинации термитного, дугового и электрошлакового нагрева, которые обеспечат новый технологический эффект при снижении затрат.

● #767

Продолжение в следующих номерах журнала.

Тяжеловесы вытяжной техники. Центральные фильтровентиляционные системы с сертификатом IFA

А.А. Ильных, ООО «ДельтаСвар» (Екатеринбург)

Вытяжные и фильтровентиляционные системы из серии ZPF — компактные, мощные и сверхэффективные тяжеловесы, которые легко могут быть приспособлены к производственным условиям предприятия. Это качественное оборудование немецкой компании ТЕКА проявляет себя вновь и вновь! О системах ZPF более подробно рассказывает Алёна Андреевна Ильных, руководитель направления «Фильтровентиляционное оборудование и средства защиты сварщика» ООО «ДельтаСвар».

Системы серии ZPF применяют для различных целей: в комплексе с машинами термической резки, при роботизации и проведении сварочных работ, в лазерных системах и др.

Вытяжная техника ZPF имеет следующие преимущества:

- ◆ Модульная конструкция, обеспечивающая последовательное соединение для повышения производительности
- ◆ Мощная вытяжка: расход воздуха до 20.000 м²/ч на каждый модуль
- ◆ Площадь фильтров до 225 м² на каждый модуль
- ◆ Большой пылесборник вместимостью около 300 л
- ◆ Сертификат IFA на все модули для фильтрации сварочного дыма класса W3 (высоколегированная сталь)
- ◆ Полностью автоматическая система очистки POWER-SPRAY
- ◆ Микропроцессорная система управления

◆ Низкие затраты на отопление благодаря рециркуляции воздуха
Стандартный комплект поставки включает:

- ◆ Корпус из прочной стали с порошковым покрытием внутри и снаружи
- ◆ Износостойкую систему очистки POWER-SPRAY
- ◆ Пылесборник
- ◆ Фильтр-картридж категории В1А М (эффективность очистки ≥ 99%)
- ◆ Систему управления с текстовым дисплеем
- ◆ Вспомогательное средство (порошок Precoat)
- ◆ ПЭ — мешок для пылесборника

Самоочищающаяся фильтровентиляционная система проводит очистку загрязненного воздуха, который охватывается наиболее эффективными для той или иной ситуации улавливающими элементами и транспортируется по воздуховоду к системе фильтров. Здесь он проходит через поверхность высокоэффективных фильтр-картриджей, улавливающих частицы пыли. На фильтрующий патрон нанесено специальное покрытие (PRECOATIERT), благодаря которому увеличивается срок службы фильтр-патрона.





Насыщение фильтр-патрона контролируется автоматически. Как только количество пыли на фильтр-патроне достигает своей максимально заданной величины, автоматически запускается очистка фильтр-патрона.

Благодаря встроенной системе пневматической очистки сжатый воздух равномерно распределяется по всей фильтрующей поверхности и пыль сбивается со всего фильтр-патрона.

Очищенный воздух нагнетается вентилятором и по отводящему воздуховоду выводится на улицу или возвращается в рабочее помещение, что позволяет экономить текущие расходы на обогревание, особенно в холодное время года.

Оптимальное сочетание микропроцессорной системы управления и системы очистки POWER-SPRAY позволяет достигнуть лучшего режима очистки фильтр-картриджей, гарантирующего высокую производительность системы при экономии сжатого воздуха на протяжении всего рабочего времени.

Преимущество данной системы заключается в вариативности приспособляющихся модульных конструкций системы с возможностью последовательного соединения для повышения ее производительности. Все модули имеют сертификат IFA для фильтрации сварочного дыма класса W3 (высоколегированная сталь). Систему можно установить везде: внутри помещения, снаружи, внизу, наверху!

Компания «ДельтаСвар» является официальным дистрибьютором компании ТЕКА в России. Наши специалисты проконсультируют Вас по всем вопросам относительно фильтровентиляционного оборудования, организации рабочего места сварщика и средств индивидуальной защиты. В нашем ассортименте всегда есть фильтры, порошки и другие аксессуары к вытяжкам ТЕКА.

Найдите для себя лучшее решение для очистки воздуха на производстве!

Мы подберем для Вас необходимое оборудование, осуществим доставку и монтаж оборудования, оснастим Ваше сварочное производство «под ключ».

● #768

*Публикуется
на правах
рекламы*



 **DeltaSVAR**

ООО «ДельтаСвар»
620141, г. Екатеринбург, ул. Завокзальная, д. 29
тел.: +7 (343) 384-71-72 (МНК.), ф.: +7 (343) 287-41-52
E-mail: info@deltasvar.ru www.DeltaSVAR.ru

Особенности сварки алюминиевых сплавов лазерным, микроплазменным и гибридным способами

В. Д. Шелягин, канд. техн. наук, **В. Ю. Хаскин**, д-р техн. наук, **А. А. Чайка**, **О. В. Доляновская**, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, **А. М. Оришич**, д-р физ.-мат. наук, **А. Г. Маликов**, канд. техн. наук, Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича Сибирского отделения РАН

В современной промышленности для изготовления облегченных конструкций часто применяют алюминиевые сплавы. Основной особенностью их сварки является необходимость устранения оксидной пленки, образующейся на поверхности при взаимодействии с кислородом воздуха. Обычно подготовку поверхности этих сплавов к сварке осуществляют механическим способом. Разработанный в ИЭС им. Е. О. Патона способ микроплазменной сварки разнополярными импульсами предоставляет возможность катодной очистки свариваемых поверхностей. Соединение процессов лазерной и микроплазменной сварки не только позволяет улучшить очистку поверхностей, но и способствует образованию гибридного лазерно-плазменного разряда, который дает возможность значительно повысить производительность сварки и качество соединений.

Работы по лазерно-плазменной сварке сталей и сплавов проводятся в ИЭС им. Е. О. Патона на протяжении последних 20 лет. Были опробованы различные технологические схемы такой сварки. Одной из наиболее перспективных схем для соединения тонколистовых алюминиевых сплавов признана схема, показанная на рис. 1. Согласно этой схеме между катодом и плазмообразующим соплом при помощи высокочастотного блока поджига источника питания зажигается дежурная дуга. Лазерное излучение, сфокусированное оптической системой, проходит через плазмообразующее сопло и воздействует на свариваемый образец. В тот же момент при помощи источника питания возбуждается плазменная дуга прямого действия между катодом и образцом. Лазерное излучение способствует так называемой «привязке» плазменной дуги к месту воздействия благодаря ионизированным парам металла, возникающим под действием излучения.

Целью данной работы являлось проведение сравнения технологических особенностей лазерной, микроплазменной и гибридной лазерно-микроплаз-

менной сварки тонкостенных конструкций из алюминиевых сплавов с позиций перспектив получения качественных неразъемных конструкций, применяемых в авиа- и ракетостроении. Критериями качества сварных соединений считали такое формирование швов, при котором отсутствовали подрезы, непровары, внутренние поры, свищи, а также формировались наиболее мелкодисперсные структуры металла шва и зоны термического влияния (ЗТВ).

Работу по исследованию сварки волоконным лазером, микроплазмой и их гибридом выполняли в ИЭС им. Е. О. Патона, исследование сварки излучением CO_2 -лазера — в Институте теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича Сибирского отделения РАН.

Сначала рассмотрим эксперименты по сварке алюминиевых сплавов, проведенные в ИЭС. Для

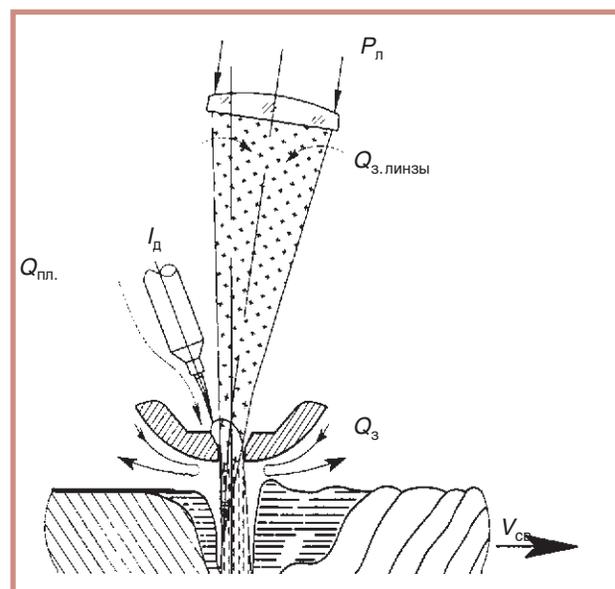


Рис. 1. Схема процесса гибридной сварки, осуществляемого при помощи интегрированного плазмотрона прямого действия: $P_{\text{л}}$ — мощность лазерного излучения, кВт; $I_{\text{д}}$ — сила сварочного тока, А; $Q_{\text{з.линзы}}$ — расход газа, защищающего фокусирующую линзу, л/мин; $Q_{\text{пл}}$ — расход плазмообразующего газа, л/мин; $Q_{\text{з}}$ — расход защитного газа, л/мин; $V_{\text{св}}$ — скорость сварки, м/ч

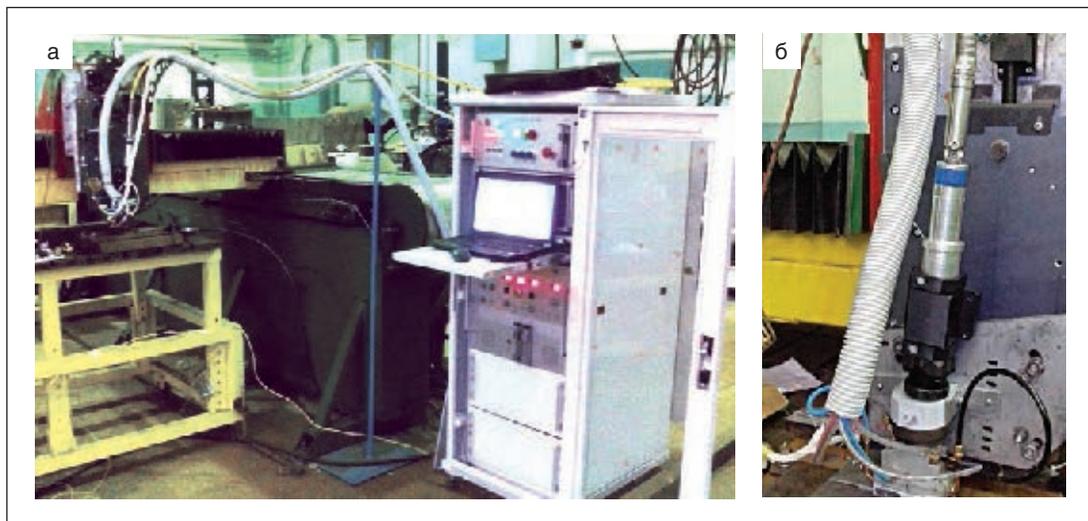


Рис. 2. Внешний вид комплекса лазерно-микроплазменной сварки (а) и гибридного плазмотрона (б)

них был изготовлен комплекс лазерно-микроплазменной сварки с гибридным плазмотроном, (рис. 2), позволяющий реализовать выбранную технологическую схему сварки. К отличительным особенностям этого плазмотрона относится расположение осей вольфрамового электрода и сфокусированного излучения под минимальными углами к вертикали. Для фокусирования излучения волоконного лазера модели YLR-400-АС фирмы IPG, Германия ($\lambda = 1,07$ мкм, мощность до 400 Вт) использовали линзу с фокусом 200 мм, предохраняемую от попадания сварочных аэрозолей газом (аргоном) и защитным стеклом. Дуговую плазму создавали при помощи вольфрамового электрода диаметром 1,6 мм и медного плазмобразующего сопла с отверстием диаметром 1,5 мм. В качестве защитного и плазмобразующего газа использовали аргон. Сила применяемого в экспериментах сварочного тока прямой полярности обычно не превышала 40 А при напряжении дуги до 22 В. Это связано с опасностью возникновения двойного дугообразования на больших токах.

Питание гибридного плазмотрона осуществлялось от источника питания МПУ-50,

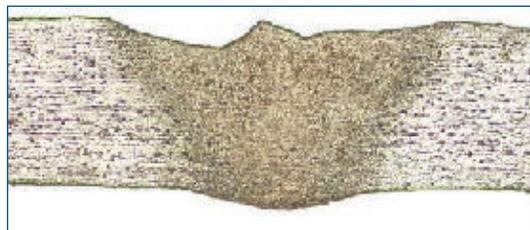


Рис. 3. Макроструктура поперечного сечения стыкового сварного соединения сплава АМг6 ($\delta = 1,4$ мм), выполненного плазменным способом со скоростью сварки 30 м/ч, $\times 25$

рассчитанного на непрерывные и импульсные сварочные токи до 50 А. Лазерное излучение вводилось в плазмотрон при помощи специально изготовленного коллиматора. Плазмотрон крепился на каретки трехкоординатного манипулятора, на рабочем столе которого располагали сварочную струбцину для фиксации образцов.

Материалом для свариваемых образцов послужили сплавы АМг2 ($\delta = 1$ и 2,5 мм), АМг4 ($\delta = 1$ мм) и АМг6 ($\delta = 1,4$ мм). Размер образцов лежал в пределах $(100 \dots 200) \times (10 \dots 50) \times \delta$ мм. В качестве защитного и плазмобразующего газа использовали аргон с расходами $Q_{пл} = 0,1 \dots 0,3$ л/мин, $Q_{защ} = 6-9$ л/мин, $Q_{линз} = 3-6$ л/мин. Сварка велась без подкладки. Сначала была предпринята попытка проведения лазерной сварки стыковых швов. Однако мощности непрерывного излучения 400 Вт оказалось недостаточно для получения провара глубиной более 0,1–0,3 мм. Затем проводили эксперименты по микроплазменной и гибридной сварке стыковых и торцевых соединений. При этом сила тока прямой полярности $I_{пр}$ находилась в пределах 10–40 А, обратной $I_{обр} - 6-15$ А, длительность импульсов прямой полярности $\tau_{пр}$ составляла 20 и 30 мс, а обратной $\tau_{обр} - 10$ мс.

В результате экспериментов по микроплазменной сварке разнополярными импульсами установлены следующие основные недостатки (рис. 3): в случае полного провара наблюдается провисание шва; на более высоких токах прямой полярности (свыше 30 А) наблюдается склонность к образованию подреза; при повышении скорости ($V \geq 40$ м/ч) снижается стабильность процесса.

В результате экспериментов по гибридной лазерно-микроплазменной сварке установили следующие основные преимущества: стабильность процесса на высоких (свыше 60 м/ч) скоростях сварки; уменьшение в 1,5–2 раза ширины швов; значительное снижение вплоть до полного устранения остаточных деформаций; отсутствие разбрызгивания. Установлена также следующая особенность процесса гибридной сварки — склонность к образованию подрезов при сварке стыковых соединений на токах прямой полярности свыше 30 А (рис. 4). Устранения этого недостатка можно добиться уменьшением силы сварочного тока до 15 А, снижением расхода плазмообразующего газа и скорости сварки, увеличением расстояния между плазмотроном и свариваемым образцом.

Избежать характерных дефектов лазерно-микроплазменной сварки алюминиевых сплавов можно путем подачи присадочного материала (при подаче проволоки — со скоростями, близкими к скорости сварки); сварки по отбортовке торцевых швов (рис. 5); сварки внахлест (требует тщательной подготовки поверхностей).

Для проведения металлографических исследований из сварных образцов в поперечном сечении швов вырезали темплеты. Чтобы выявить микроструктуру, проводили травление в растворе из 10 см³ плавиковой кислоты, 15 см³ соляной кислоты и 30 см³ воды. Полученные образцы изучали при помощи оптического микроскопа Neophot-30 при увеличениях от 25 до 500.

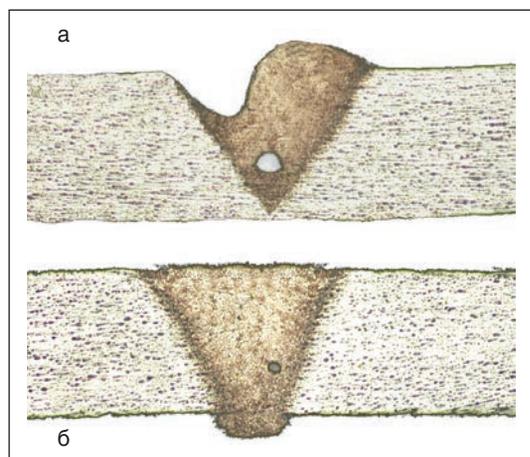


Рис. 4. Макроструктуры поперечных сечений провара (а) и стыкового соединения (б), выполненных гибридным способом в сплаве АМг6 ($\delta=1,4$ мм) со скоростью сварки 150 м/ч, $\times 25$

Были изучены панорамные виды швов, выполненных на сплавах АМг6 ($\delta=1,4$ мм) (см. рис. 3–5). На рис. 3 приведена макроструктура поперечного сечения сварного соединения, полученного плазменным способом на режиме $I_{пр}=30$ А, $I_{обр}=10$ А, $\tau_{пр}=20$ мс, $\tau_{обр}=10$ мс, напряжение дуги $U=19$ В, $V=30$ м/ч. Легко убедиться в наличии небольшого провисания шва. В целом шов имеет структуру, характерную для микроплазменной сварки. Макроструктура сварного шва мелкокристаллическая, плотная, без видимых дефектов. Ширина шва в верхней части составляет примерно 2,7 мм, в нижней — 0,7 мм. Размер ЗТВ достаточно невелик и составляет порядка 0,27 мм.

Далее изучали провар (см. рис. 4, а) и стыковой шов (см. рис. 4, б), выполненные гибридным способом. В обоих случаях режим сварки был одинаковым: $I_{пр}=30$ А, $I_{обр}=10$ А, $\tau_{пр}=20$ мс, $\tau_{обр}=10$ мс, $U=21,5$ В, $V=150$ м/ч, $P=400$ Вт, фокус на поверхности образца. Отличие глубины провара листа сплава АМг6 от глубины провара при сварке стыкового соединения связано с наличием зазора между свариваемыми кромками. Характерными дефектами являлись подрез с одной из сторон шва и образование внутренней поры диаметром 0,1–0,2 мм. Симметричность расположения подреза и поры объясняется газодинамикой струи аргоновой плазмы, истекающей из плазмообразующего сопла. Устранение этих дефектов связано с уменьшением давления дуги и плазмообразующего газа, а также с устранением его закручивания в сопловой части гибридного плазмотрона.

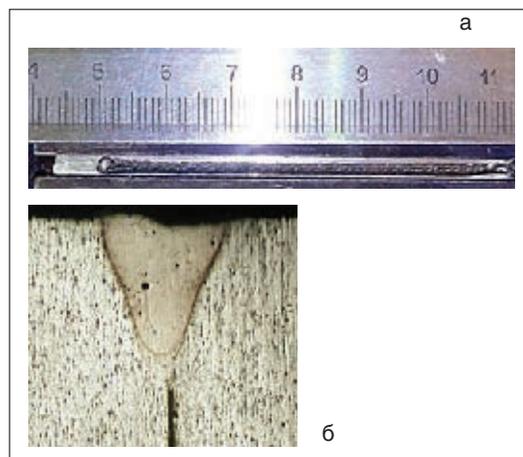


Рис. 5. Внешний вид (а) и макроструктура поперечного сечения (б, $\times 25$) качественного торцевого соединения сплава АМг6 ($\delta=1,4$ мм), выполненного гибридным способом со скоростью сварки 168 м/ч

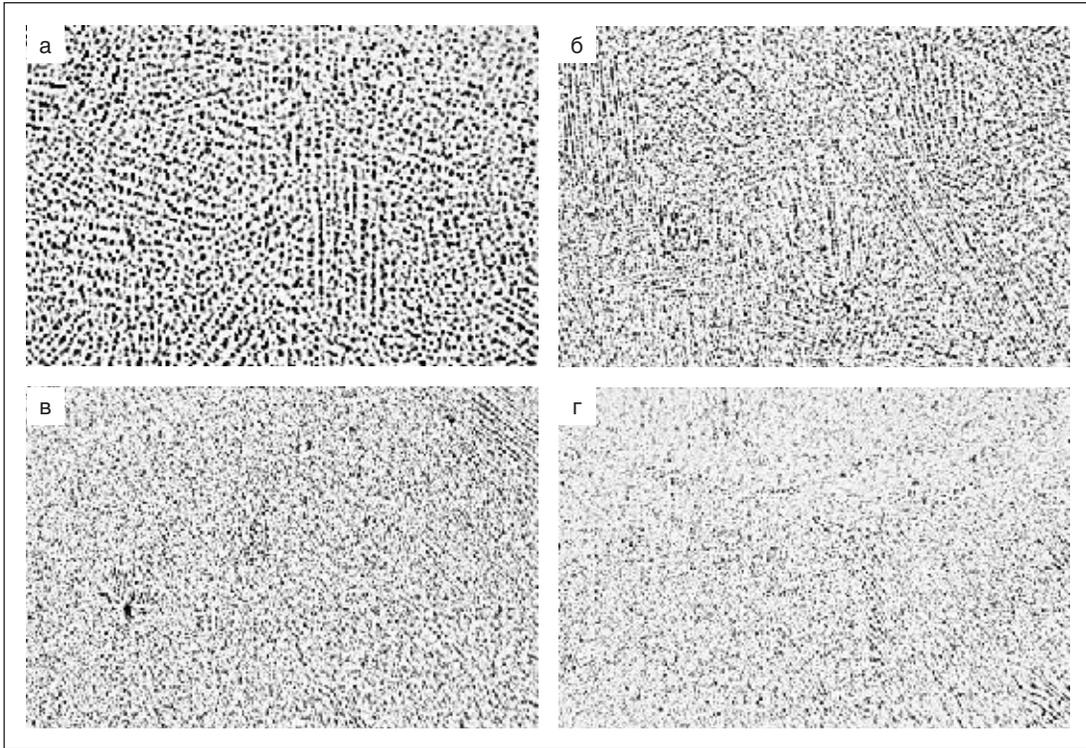


Рис.6. Микро-структуры металла швов, полученных плазменным (а), гибридным в стыковом соединении (б), гибридным в торцевом соединении (в) и лазерным (г) способами, $\times 500$

Торцевые соединения сплава АМг6 ($\delta = 1,4$ мм) выполняли гибридным (см. рис. 5) и лазерным (см. рис. 6) способами. Режим гибридной сварки был следующим: $I_{пр} = 12$ А, $I_{обр} = 7$ А, $\tau_{пр} = 30$ мс, $\tau_{обр} = 10$ мс, $U = 16$ В, $V = 168$ м/ч, $Q_{пл} = 0,1$ л/мин, $Q_{защ} = 9$ л/мин, $Q_{линз} = 3-6$ л/мин, $P = 400$ Вт, фокус на поверхности образца. При лазерной сварке наличие шва минимальных размеров было зафиксировано при скорости 110 м/ч и максимальной мощности излучения 400 Вт.

Отметим, что ширина шва и ЗТВ при гибридной сварке с увеличением скорости уменьшилась и составила: для стыкового соединения (см. рис. 4, б) 1,9 мм — ширина верха шва, 0,46 мм — ширина низа шва, 0,08 мм — ширина ЗТВ; для торцевого соединения (см. рис. 5, б) 1,14 мм — ширина верха шва, 0,39 мм — ширина низа шва, порядка 0,05 мм — ширина ЗТВ.

Более детально на рис. 6 показаны микро-структуры металла швов, полученных при микроплазменной, гибридной и лазерной сварке. Отдельно рассмотрена микро-структура гибридной сварки стыкового и торцевого соединений. Исследование микро-структуры во всех полученных сварных соединениях указывает на наличие в сварных швах дендритного строения литого металла, который к периферии стано-

вится несколько более грубым. Металл шва имеет довольно мелкозернистое строение (величина зерна около 50 мкм). При оценке дисперсности структуры металла швов исследуемых соединений, наряду с объемной долей структурных составляющих, толщиной избыточных включений и их удельной поверхностью, основной характеристикой дисперсности структуры является дендритный параметр. Из сравнения микро-структур видно, что наиболее крупнодисперсная структура наблюдается при плазменной сварке, а наиболее мелкодисперсная — при лазерной. Дендритный параметр составляет около 4 мкм для плазменной сварки и уменьшается примерно в три раза для лазерной сварки. При гибридной сварке



Рис. 7. Внешний вид АЛТК «Сибирь 1»

более мелкодисперсная структура наблюдается в случае торцевого соединения. Это связано не только с повышением скорости сварки, ставшим возможным из-за улучшения поглощения лазерного излучения в отбортовке, но и с повышением интенсивности теплоотвода в кромки с отбортовкой.

Исследование влияния технологических параметров сварки излучением CO₂-лазера на особенности формирования стыковых соединений алюминиевого сплава АМг5 ($\delta=1,5$ мм) проводили в Институте теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича Сибирского отделения РАН. Для этого использовали созданный здесь автоматизированный лазерный технологический комплекс (АЛТК) «Сибирь 1», включающий непрерывный CO₂-лазер мощностью до 8 кВт с параметром качества пучка $K=0,7$, технологический стол портального типа и компьютерную систему управления АЛТК (рис. 7).

Для получения сварных соединений выбрали технологическую схему, приведенную на рис. 8. Лазерное излучение фокусировалось на поверхности металла с помощью ZnSe-линзы с фокусным расстоянием 254 мм. Соосно с лучом подавалась струя инертного газа гелия. Для защиты формируемого сварного шва использовали защитное сопло, из которого подавался тот же газ. Корень шва защищали инертным газом аргоном. В процессе проведения экспериментов над неподвижной заготовкой перемещали сварочную головку. В ходе исследований определяли оптимальные энергетические параметры лазерной сварки сплава АМг5.

Перед сваркой оксидную пленку с поверхности образцов удаляли с помощью раствора МР-35, разработанного в НИИХимПром (РФ). Для сравнения получаемых результатов использовали стыковую сварку и проход лучом по металлу. Данные о режимах сварки приведены в таблице.

При сварке алюминиевых сплавов возможно образование пор, источником которых является водород, хорошо растворяющийся в алюминии при температуре плавления. Сплавы системы Al-Mg обладают повышенной склонностью к пористости при сварке, так как магний увеличивает растворимость водорода в алюминии. Согласно статистике, одним из основных дефектов (примерно 48% брака) сварных конструкций из

Таблица. Режимы сварки сплава АМг5 ($\delta=1,5$ мм) непрерывным излучением CO₂-лазера мощностью $P=3$ кВт.

№ образца	V, м/ч	Δf , мм	Вид сварки
1	300	+2	Стыковая
2	300		Проход лучом по металлу
3	360		Стыковая
4	360		Проход лучом по металлу
5	420		Стыковая
6	420		Проход лучом по металлу

Примечание: V — скорость сварки, Δf — положение фокуса линзы относительно свариваемого листа

алюминиевых и магниевых сплавов является газовая пористость. Поэтому в ходе данной работы была оценена пористость сварных швов. В результате визуально-оптического исследования установлено следующее.

При лазерной сварке на всех режимах наблюдается «чешуйчатость» (рис. 9–12). Это связано с тем, что процесс лазерной сварки сопровождается кипением, испарением и резким волнообразным охлаждением материала в сварочной ванне. Поры, кратеры в сварном шве и капли металла, образовавшиеся во время сварки, являются дефектами сварных соединений. В начальный момент сварки наблюдаются многочисленные поры, что определяется непостоянством скорости сварки, обусловленной системой работы технологического стола. С увеличением скорости процесса наблюдается непровар (см. рис. 12), обусловленный снижением энергии, вкладываемой в единицу объема расплавляемого металла.

Для исследования структуры сварных швов изготавливали по два макрошлифа из каждого образца. В качестве травящего реактива использовался реактив Келлера. Для сварных швов, выполненных на различных режимах, характерным является наличие рассеянных пор (рис. 13–15). Для образцов, сваренных встык излучением CO₂-лазера со скоростью 420 м/ч, характерно провисание сварного шва, превышающее 10% от толщины металла. При этом на проплавленных цельных образцах наблюдаются подрезы. При оптимальных параметрах процесса наблюдается небольшая пористость сварного соединения (поры диаметром 0,1–0,2 мм), допускаемая ПИ. Стоит заметить, что в основном металле также наблюдается небольшая пористость (рис. 16).

● #769

Рис. 8. Технологическая схема лазерной сварки (а) и лабораторный стенд (б)

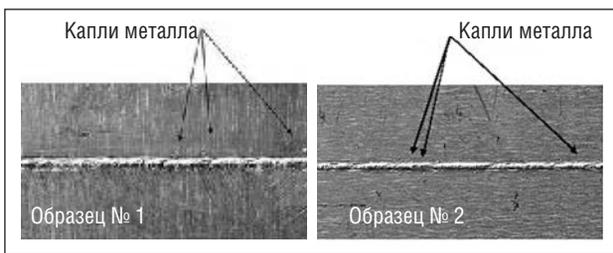
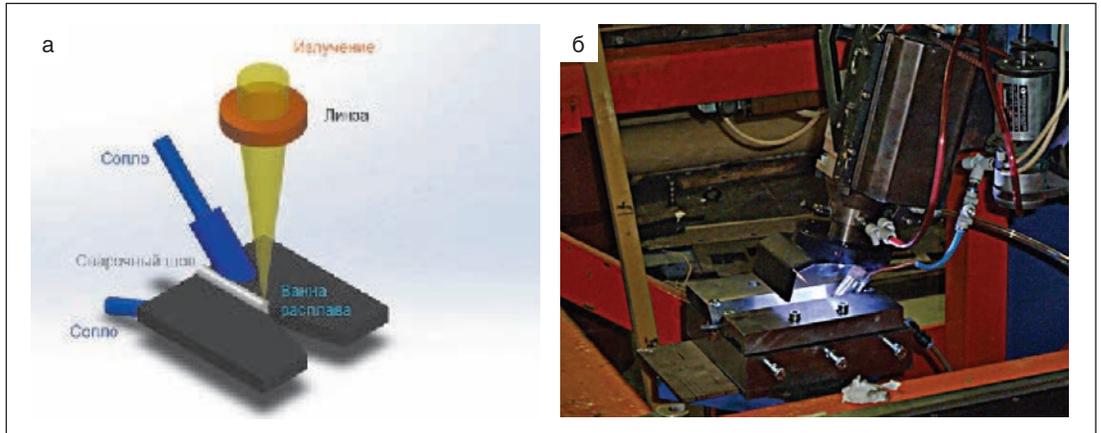


Рис. 9. Образцы № 1 и 2, сваренные излучением CO₂-лазера со скоростью 300 м/ч, ×3

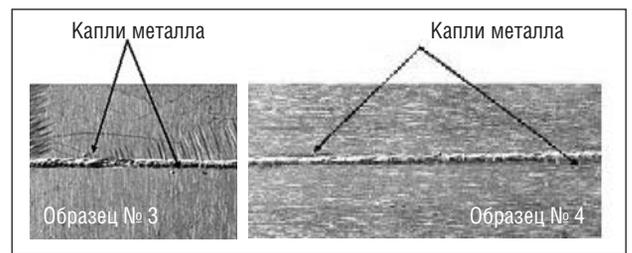


Рис. 10. Образцы № 3 и 4, сваренные излучением CO₂-лазера со скоростью 360 м/ч, ×3

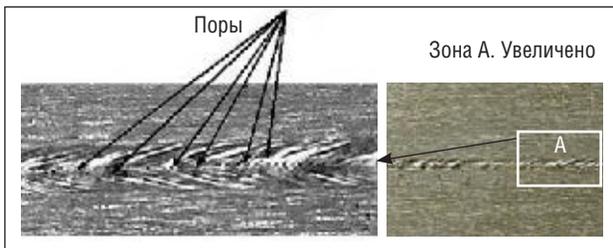


Рис. 11. Вид корневой части сварного шва образца № 4, ×3

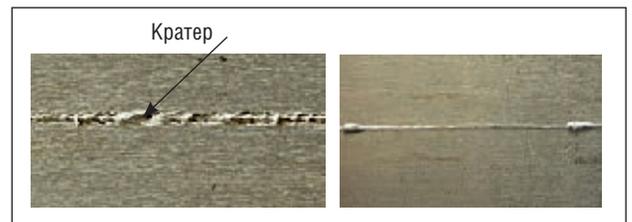


Рис. 12. Шов на образце № 6, полученный сваркой излучением CO₂-лазера со скоростью 420 м/ч, ×3

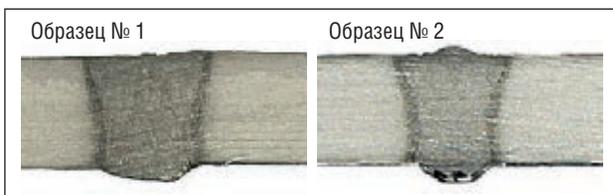


Рис. 13. Макроструктуры сварных швов образцов № 1 и 2, ×20

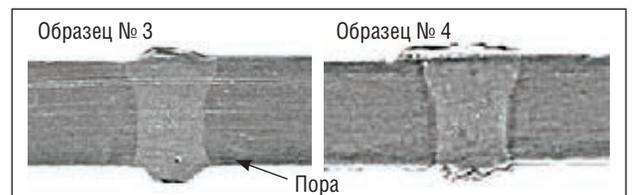


Рис. 14. Макроструктуры сварных швов образцов № 3 и 4, ×20

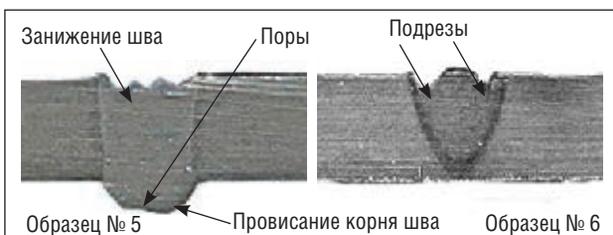


Рис. 15. Макроструктуры сварных швов образцов № 5 и 6, ×20

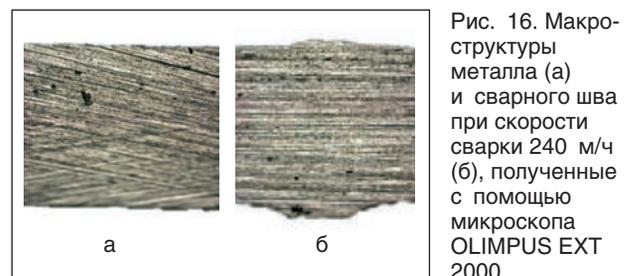


Рис. 16. Макроструктуры металла (а) и сварного шва при скорости сварки 240 м/ч (б), полученные с помощью микроскопа OLIMPUS EXT 2000

Технологии Lindoflamm® для предварительного подогрева изделий перед сваркой

А. Васильев, руководитель направления промышленность, ОАО «Линде Газ Рус» (Балашиха)

В современной промышленности используют множество технологий с применением современных металлов и сплавов, позволяющих придать определенные эксплуатационные свойства конечной продукции. Переход к новым технологиям и материалам обуславливается повышающимися требованиями к выпускаемым изделиям: большей эффективностью и ресурсом их работы; уменьшением металлоемкости и массы изделий; снижением конечной себестоимости продукции. При изготовлении изделий часто используют такие материалы, как высокопрочные и износостойкие стали, жаропрочные сплавы, алюминиевые сплавы. Их широко используют при производстве различного оборудования: подъемно-транспортного, химического и нефтехимического, криогенного, горнодобывающего и горношахтного, железнодорожной техники, а также продукции автомобилестроения, судостроения и многих других отраслей.

Однако применение подобных сложнолегированных металлов усложняет процесс их сварки. В частности, необходимо постоянно контролировать тепловложение в металл, по возможности уменьшать зону термического влияния, нагревать и охлаждать металл по строго заданному термическому циклу.

Процесс предварительного подогрева деталей перед сваркой является одним из самых затратных, как с точки зрения требуемых энергоресурсов, так и с точки зрения затрачиваемого времени в технологической цепочке производства изделия.

Среди наиболее широко используемых методов нагрева — индукционный и газопламенный нагрев. Применение индукционного нагрева не всегда возможно из-за сложной геометрии изделия, отсутствия источника электричества и по другим причинам. Газопламенный нагрев предлагает более широкие возможности. Для достижения требуемого результата при газопламенном нагреве следует уделять внимание выбору горючего газа. Многие предприятия в России имеют централизованную систему подачи природного газа или пропана, и поэтому, чаще всего, используют именно эти

горючие газы. Но применение природного газа или пропана для подогрева металла в большинстве случаев не дает ожидаемого эффекта либо приводит к увеличению времени подогрева и удорожанию процесса.

Наиболее эффективно для подогрева использовать ацетилен. Это дает ряд преимуществ:

- ◆ более высокие температуры;
- ◆ более интенсивная теплопередача, т.е. сокращение времени подогрева;
- ◆ широкий диапазон выбора температур подогрева;
- ◆ концентрированная передача энергии изделию;

Таблица. Параметры процесса подогрева изделия перед сваркой

Параметр	Пропан	Природный газ	Ацетилен
Длительность подогрева, мин	75	75	30
Потребление горючего газа, м ³ /ч	9,2	19,4	6,7
Потребление сжатого воздуха, м ³ /ч	—	—	46,9
Потребление горючего газа, всего, м ³	11,50	24,25	3,36
Потребление сжатого воздуха, всего, м ³ (подсасываемый воздух)	0	—	23,46
Снижение затрат на газы, %	—	60	32
Сокращение требуемой производственной площади, %	—	0	60
Снижение затрат, итого, %	—	7,54	32

Примечание. Материал изделия — сталь S 690; диаметр 3500 мм, толщина до 50 мм, длина до 90 м, скорость вращения изделия при сварке 1 м/мин, требуемая температура подогрева 150 °С

- ◆ отсутствие влаги: исключается образование горячих трещин;
- ◆ отсутствие кислорода (большинство задач решается при использовании ацетилена со сжатым или подсосываемым воздухом).

В целесообразности применения ацетилена можно убедиться на следующих примерах.

При производстве башен для ветрогенераторов применяется сталь S690 (EN 10025-6:2004) толщиной 100 мм. Диаметр башни 4000 мм. Для сварки кольцевого шва использовали сварку под флюсом, перед которой необходимо осуществить подогрев зоны сварки и зоны термического влияния до температуры 100 °С. Используемая ранее технология предполагала применение ручного подогрева с горючим газом пропаном и кислородом. При этом затраченное время на подогрев составляло 240 мин. При использовании ацетилена со сжатым воздухом и автоматизации процесса подогрева время подогрева удалось сократить до 50 мин.

В другом примере, уже при использовании автоматизированного подогрева изделия из аналогичной стали, обрабатывали процессы подогрева с применением различных газов: пропана, природного газа и ацетилена. Данные, полученные по итогам произведенных работ, приведены в *таблице*.

В рассмотренных примерах была применена концепция **Lindoflamm**[®], позволявшая значительно сократить время предварительного подогрева, исключить кислород из технологии подогрева и исключить влияние человеческого фактора.

Технология **Lindoflamm**[®] была специально разработана компанией Linde Gas для совершенствования процессов подогрева и упрощения интеграции технологии газопламенного нагрева в процесс производства изделий. Концепция **Lindoflamm**[®] включает знания в области технологий подогрева, специальное оборудование, системы автоматизации, системы контроля температуры подогрева, требования к системе подачи ацетилена к потребителю, а также требования безопасности.

Для организации процесса подогрева и его интеграции в существующую технологию производства изделий требуются глубокие знания и большой опыт в данной



Пропан + кислород O₂. Время подогрева 240 мин.



Ацетилен + сжатый воздух. Время подогрева 50 мин.
Толщина изделия 100 мм. Температура подогрева: 100 °С



Подогрев при производстве нефтехимического оборудования

области. Важно не только выбрать подходящее оборудование из всего широкого спектра (горелки, системы автоматизации и пр.), но и спроектировать систему подачи ацетилена таким образом, чтобы обеспечить 100%-ную безопасность процесса подогрева, так как ацетилен, будучи горючим газом, требует крайне ответственного подхода.

Подтверждением большого опыта и обширных знаний компании Linde Gas в данной области являются реализованные проекты по организации подогрева деталей:

- ◆ при производстве нефтехимического оборудования;
- ◆ при производстве горнодобывающего оборудования;
- ◆ в процессе горячей формовки и пр.

Привлечение компании ОАО «Линде Газ Рус» в качестве партнера для разработки технологии подогрева, внедрения технологий **Lindoflamm**[®] на производстве, подбора оборудования и организации системы подачи ацетилена гарантирует Вам получение требуемого результата при оптимальных затратах.

Linde Gas — признанный эксперт в мире промышленных, пищевых и медицинских газов. Мы не только обеспечиваем своих клиентов более чем в 100 странах мира широким ассортиментом газов, но и предлагаем большой спектр услуг, оборудования и технологий ноу-хау для того, чтобы помочь нашим партнерам сделать бизнес более прибыльным, эффективным и экологичным.

Линде Газ Рус — российское подразделение немецкого концерна Linde Gas, является крупнейшим в России поставщиком газов и газовых технологий.



Подогрев в производстве горнодобывающего оборудования



Подогрев при горячей формовке

● #770



143907, Московская обл., г. Балашиха, ул. Белякова, д. 1А
 Тел: +7 495 212 04 61
 e-mail: ru-info@linde.com
www.linde-gas.ru

Опыт создания и освоения станов аргонодуговой сварки тонкостенных труб в России и за рубежом

В. А. Васильев, Е. М. Донской, В. Е. Кудряшов, В. М. Тюшевский,
Институт «Гипроцветметобработка» (Москва)

Для получения тонкостенных и особо тонкостенных труб из меди и ее сплавов диаметром 3–16 мм с толщиной стенки 0,2–0,7 мм из сварной заготовки разработано высокоэффективное оборудование и технология. Такие трубы широко используют в радиотехнике, электронной промышленности, приборостроении, машиностроении, теплоэнергетике и в других отраслях промышленности.

Трубы по новой технологии изготавливают на двухниточном стане аргонодуговой сварки. После проведения его расширенных испытаний разработана базовая модель односточного стана АДСТ 5...25-1 (рис. 1).

Изготовление сварной трубной заготовки на стане выполняется последовательно на следующих операциях:

- ◆ размотка рулона ленточной заготовки;
- ◆ обрезка переднего и заднего концов рулона (рис. 2);
- ◆ стыковка концов рулонов друг с другом и их поперечная сварка (рис. 2);
- ◆ обрезка кромок по длине рулона с последующей их рубкой (при необходимости);
- ◆ непрерывная формовка ленты в трубную заготовку заданного диаметра (рис. 3);

- ◆ сварка кромок сформированной заготовки электрической дугой в среде защитного газа аргона с получением непрерывного продольного шва (рис. 3);
- ◆ охлаждение сварной трубной заготовки;
- ◆ транспортировка трубной заготовки;
- ◆ неразрушающие испытания сварного шва токовихревым методом;
- ◆ свертка трубной заготовки в бухту с заданным диаметром витка (рис. 4);
- ◆ обрезка конца полученной бухты (рис. 4).

Относительно высокая скорость сварки и стабильное по всей длине бухты качество сварного соединения в трубной заготовке обеспечивают за счет новых технологических решений, заложенных в оборудование стана и технологию аргонодуговой сварки.

Новые технические решения в области формовки ленты в трубу и в конструкции узлов стана модели АДСТ 5...25- обеспечивают устойчивое формообразование ленточной заготовки, что является одним из основных конструктивных и технологических преимуществ этого оборудования.

Методика расчета профиля формовочного инструмента составлена таким образом, чтобы условие устойчивости ленты выполнялось во всем ди-

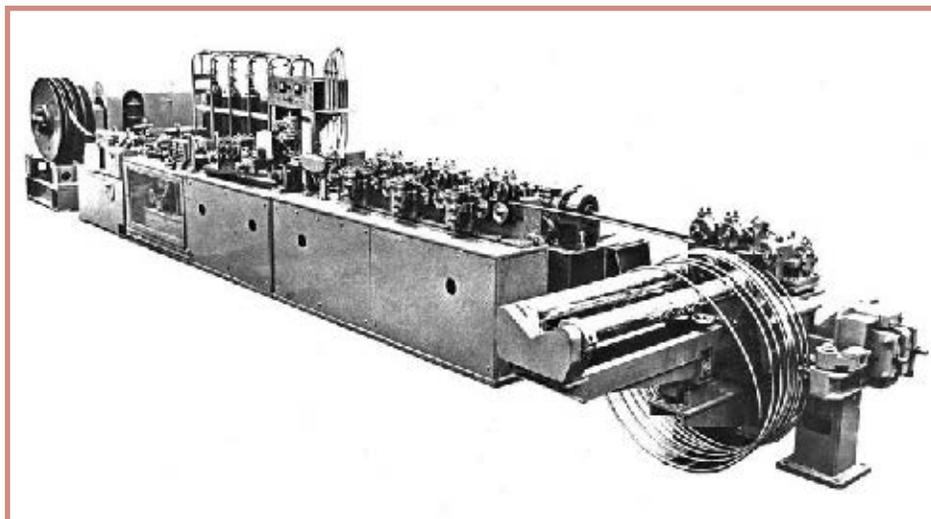


Рис. 1. Стан АДСТ 5...25-1

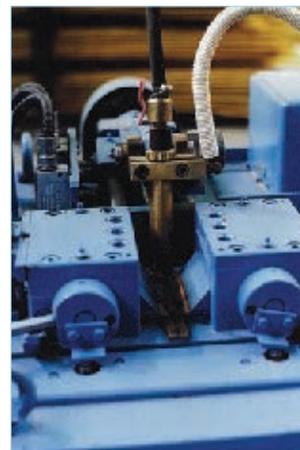


Рис. 2. Обрезка переднего и заднего концов рулона, стыковка и поперечная сварка концов

Технические характеристики стана аргодуговой сварки АДСТ 5...25-1М

Материал свариваемых труб: медь латунь	M1p, M2p, M3p Л6З, Л68, Л80, Л96
Диаметр свариваемых труб, мм	5–25
Толщина свариваемой ленты, мм	0,4–1,2
Скорость сварки, м/мин	3–20
Основная скорость сварки, м/мин	6–15
Производительность стана для труб 12×0,8 при трехсменной работе, т/год	360
Диаметр бухт, мм	1500–1800
Масса бухты, кг	120
Масса оборудования стана, т	9,86
Габаритные размеры стана, м	10,0×4,0×2,0
Установленная мощность электроприводов, кВт	9,0
Расход воды, м ³ /ч	3,3
Расход сжатого воздуха, м ³ /ч	1,0
Расход аргона (защитного газа), л/мин	7,15

апазоне сортамента стана, а получаемые размеры трубы укладывались в требуемые жесткие допуски.

Трубопаярочные станы АДСТ 5...25-1 и АДСТ 5...25-1М (рис. 5) обладают широкими конструктивными и технологическими возможностями и выпускаются в правом и левом исполнении, что обеспечивает удобство размещения оборудования и экономии производственных площадей, дает возможность одному оператору обслуживать два стана.

После трубопаярочного стана заготовку подвергают волочению (скорость волочения 10–600 м/мин и более) на барабанных станах с использованием матриц и оправок из твердого сплава и специальной технологической смазки. Институтом «Гипроцветметобработка» разработаны волочильные станы с диаметром барабана 2200 и 1250 мм.

Оптимальные режимы деформации, рациональный профиль инструмента и технологическая смазка обеспечивают волочение сварной заготовки, в том числе из латуней без промежуточных отжигов между проходами.

Калибровку труб по диаметру и толщине стенки, правку и резку на мерную длину осуществляют при высокой (60–120 м/мин) скорости на специализированных линиях для обработки труб в бухтах.

Готовые трубы, полученные по разработанной технологии, имеют высокую точность по стенке (отклонение от номинала 3–5%); по наружному и внутреннему диаметру (отклонение в пределах 0,02–0,03 мм); низкую шероховатость внутренней и наружной поверхности и стабильные по длине механические свойства.

Институт совместно с Экспериментальным заводом качественных сплавов (машиностроительная база в городе Мценске) поставил более десяти

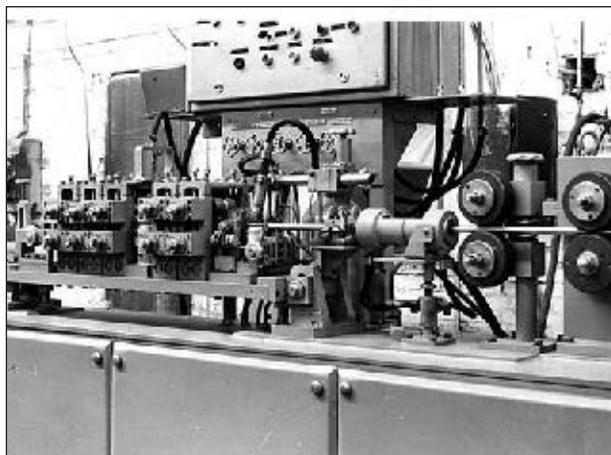


Рис. 3. Формовка ленты в трубную заготовку и сварка кромок



Рис. 4. Свертка трубной заготовки в бухту и обрезка ее конца

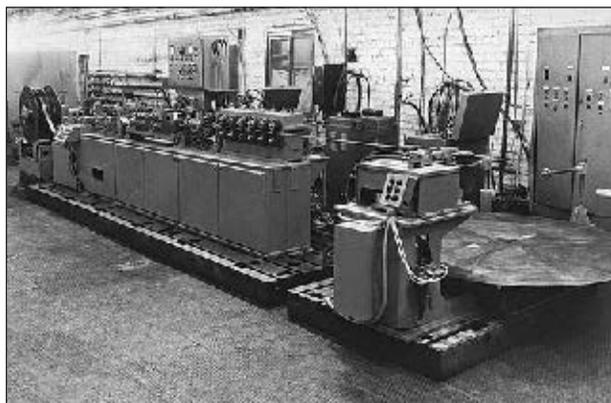


Рис. 5. Стан АДСТ 5...25-1М

станов АДСТ 5...25-1 на отечественные заводы по обработке цветных металлов и другие предприятия. Успешное освоение оборудования и процесса аргодуговой сварки труб позволило институту выйти с технико-коммерческим предложением на поставку станов АДСТ 5...25-1 за рубеж. (Надо отметить эффективную рекламу, выполненную Внешнеторговым объединением «Машиноэкспорт»).

Поскольку освоение станов АДСТ на заводах обработки цветных металлов достаточно полно от-

ражено в литературе, остановимся на опыте освоения станом за рубежом.

Первый контракт на поставку стана АДСТ 5...25-1 был заключен с медно-алюминиевым прокатным заводом «Слободан Пенезич Крцун» (Севойно, Югославия). По контракту были поставлены три стана и машина для заковки захваток.

Одной из наиболее продолжительных по времени до начала исполнения шефмонтажа, наладки и пуска оборудования была поставка стана АДСТ 5...25-1 и технологии производства сварной заготовки для бразильской фирмы «Термомеханика Сан-Пауло С.А.». При транспортировке оборудования оказались поврежденными блоки источников питания сварочной дуги. Протокол приемки был подписан, и после выяснения всех обстоятельств и двух лет ожидания нас пригласили для монтажа и освоения стана.

Внешне все выглядело хорошо. Площадка стана выгорожена в отдельный участок, блоки питания ВСВУ в соответствии с техническими условиями размещены в отдельном помещении с кондиционерами. Но выяснилось, что стан не только выставлен, но и окончательно залит бетоном. Проверка соосности узлов стана показала, что они перекошены относительно друг друга и оси стана. Нас заверили, что узлы будут освобождены и подготовлены к повторному монтажу. Мы попросили дать возможность выправить положение «малой кровью» без разрушения большинства фундаментов, что и удалось сделать и выставить стан в соответствии с ТУ.

Так же получилось и с поврежденными блоками питания ВСВУ. Легче всего было заменить элементы источников новыми, но мы устранили неисправности, а привезенные узлы и компоненты пошли в ЗИП для эксплуатации стана.

Кроме того, выяснилось, что фирма не обеспечила на стане систему вытяжки газов, образующихся при сварке. Пришлось выбрать вытяжной вентилятор и применить гофрированный шланг большого диаметра из алюминиевого сплава. Аккуратная система вытяжной вентиляции была установлена на крыше помещения для источников питания ВСВУ. Бразильцы тут же назвали стан аргонодуговой сварки «русским самоваром».

По технологии производства сварной заготовки на участок должна поставлять-

ся, как было записано технологами, лента, обезжиренная по стандартной технологии. Фирма же покрывала свою ленту консервационной смазкой для поставки потребителям в субтропики и тропики, а линии обезжиривания лент с узлами промывки и сушки у нее не было. Пришлось на базе линии замасливания лент делать обезжиривание и очистку ленты, что было непросто, но для пусковых работ на стане вполне достаточно.

Начались пуско-наладочные работы. Выяснилось, что в цепях электропитания источников ВСВУ наводятся паразитные гармоники, мешающие процессу дугообразования и сварки. Оказалось, что это результат работы мощных индукционных плавильных печей, работающих в непрерывном режиме и расположенных неподалеку. Фирма срочно установила отдельный питающий трансформатор и блоки фильтров из электролитических конденсаторов на одном из узлов стана для сглаживания гармоник. Началась отработка режимов сварки, и в один из рабочих дней, когда мы, по счастью, стояли в нескольких метрах от фильтров, они взорвались. Оборудование стана не пострадало, а бразильцы тут же переименовали стан: «русский самовар» назвали «Чернобылем». Освоение оборудования продолжалось. По нашим предложениям фирма оборудовала систему оборотного водоснабжения узлов стана. В соответствии с контрактом были сварены партии труб на пусковом инструменте и проведено обучение оператора работе на стане.

Поставки станом аргонодуговой сварки труб продолжались, и теперь было с чем сравнивать организацию работ и отношение заказчиков к специалистам поставщика.

Стан АДСТ 5...25-1К (рис. 6) был поставлен совместно с Институтом цветных металлов (ВУК, Прага) на завод в городе Челаковице. Стан предназначен для автоматической сварки трубной заготовки в бухтах. Управление технологическим процессом осуществляли с помощью компьютера, получавшего оперативные данные о процессе сварки с датчиков и приборов, установленных на стане. Технические данные по процессу сварки выводились на экран дисплея. Программное обеспечение, разработанное чешскими специалистами, существенно упростило условия работы опе-

ратора-сварщика, позволило обслуживать большее число станков и достигать максимальной производительности оборудования. Основную трудность в работе по созданию автоматизированного стана вызвало оснащение его контролирующими датчиками и приборами. Так, пришлось заменить инфракрасные пирометры из США, установленные чешскими исследователями, на наши оригинальные датчики теплового потока, устанавливаемые максимально близко к сварной трубе сразу после зоны сварки (зазор между датчиком и трубой 1 мм, регулируется дифференциальным винтовым механизмом). Изображение очага сварки выводили с помощью оптического устройства на экран дисплея. Скорость сварки и ее энергетические параметры (напряжение и ток дуги), расход аргона служили оперативными данными для сварщика. Но основополагающие требования ноу-хау, например состояние подаваемой на сварку ленты, остались теми же, и их нарушение не спасала никакая автоматизация.

Латунная лента поступила незадолго перед испытаниями стана. При осмотре ленты на одной ее стороне по всей длине были обнаружены следы поперечной коррозии. И, естественно, результат не замедлил сказаться — по всей длине сварного шва пошли прожоги. Мы перемотали рулоны другой стороной к сварочному элек-

троду и на глазах комиссии сварили трубы без единого прожога при четкой работе автоматики.

Очередной стан АДСТ 5...25-1М (модернизированный) был поставлен на Лоянский медеобрабатывающий завод (Китай) вместе с документацией на новую технологию и заковочную машину. В этом случае все было по-другому. По условиям контракта приемку китайские специалисты проводили на производственной базе ЭЗКС в Мценске. Приехали на приемку семь человек, включая оператора-сварщика, исследователей, проектантов и главного инженера завода.

Специалистов обучали в течение месяца, при этом были сварены трубы от минимального диаметра 5 мм, среднего 15 мм до максимального 25 мм. Стан был поставлен на завод в Китай, запущен китайскими специалистами без вызова наших шеф-монтажников.

На Кольчугинском заводе ОЦМ проводили работы по освоению двух станков АДСТ 15...32, поставленных одним из предприятий черной металлургии. Однако устойчивой работы станков достигнуто не было. На заводе встал вопрос о демонтаже станков. Директор завода, зная положительные результаты Института по освоению станков АДСТ 5...25-1, обратился с просьбой помочь в освоении этих двух станков и спасти их от демонтажа. Проанализировав работу сварщиков,

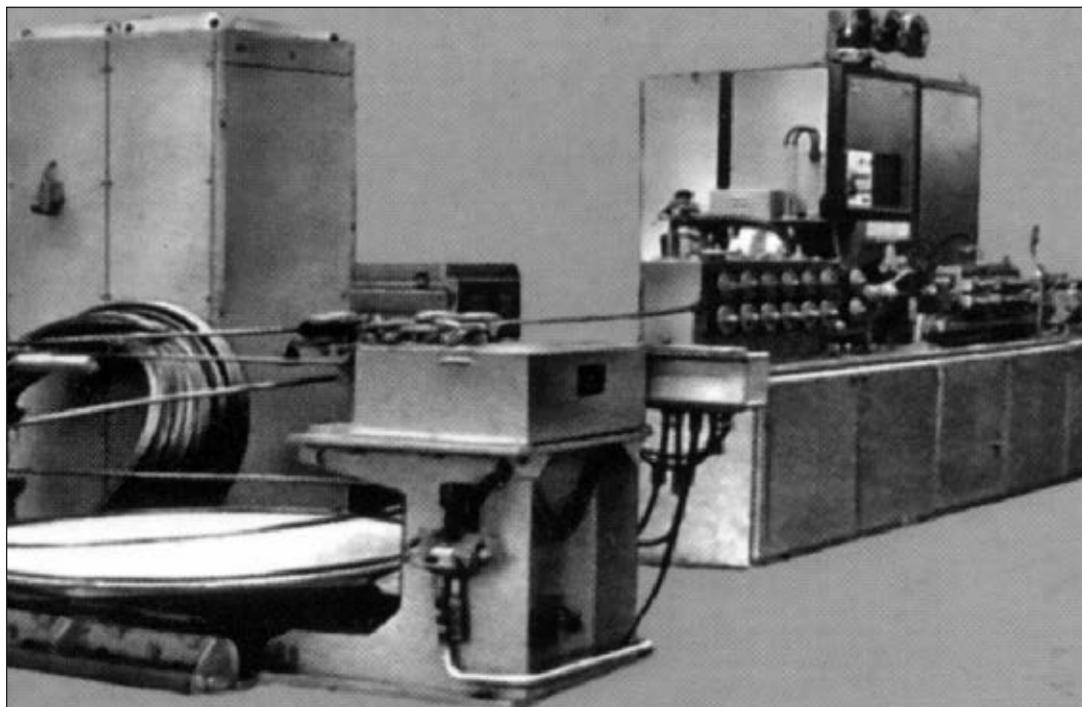


Рис. 6.
Стан
АДСТ 5...25-1К

мы пришли к выводу, что конструкцию стана надо упростить, а именно:

- ◆ использовать схему транспортировки заготовки, приближающуюся к схеме наших станов, т.е. по возможности отключить приводы в калибрующих роликах (рис. 7);
- ◆ установить между сварочной и формующими клетями протяжную печь для нагрева кромок трубы перед сваркой. Это приводило к изменению положения кромок в зоне сварки, так как нельзя было удержать положение кромок друг относительно друга из-за большого расстояния от формовки до сварки (не менее 3 м). По этой причине печь необходимо было удалить;
- ◆ убрать маховики с восьми регулировочных винтов сварочной клетки, с помощью которых работники каждой смены, начиная работу, «регулировали» зону сварки кому как хотелось.

Эти замечания легли в основу договора по освоению двух станов АДСТ 15...32 (технологические работы выполнены Ю.К. Дозорцевым). Были решены вопросы подготовки поверхности ленты, ее резки на штрипсы, контроля процесса сварки трубной заготовки по ее температуре в зоне, противоположной сварному шву, волочения сварных труб, отжига, выравнивающего свойства и структуру сварного шва и основного металла.

Проведенный Институтом и Заводом комплекс работ позволил сдать в эксплуатацию оба стана для производства латунных труб для теплообменных аппаратов по ГОСТ 21646–76 из трубной заготовки диаметром 32×1,2...1,5 мм, причем один из станов был переведен на способ «потолочной» сварки продольного шва (рис. 8).

Использование сварных трубок (рис. 9) для дальнейшей обработки значительно снижает затраты энергии и материалоемкость по сравнению с традиционными способами производства тонкостенных труб, требующими проведения многократных промежуточных отжигов между операциями волочения. Преимущество аргонодуговой сварки заключается и в возможности сварки труб с толщиной стенки менее 1 мм без последующей операции удаления так называемых «выплесков» металла с поверхности трубы, которая необходима при индукционной сварке.

● #771

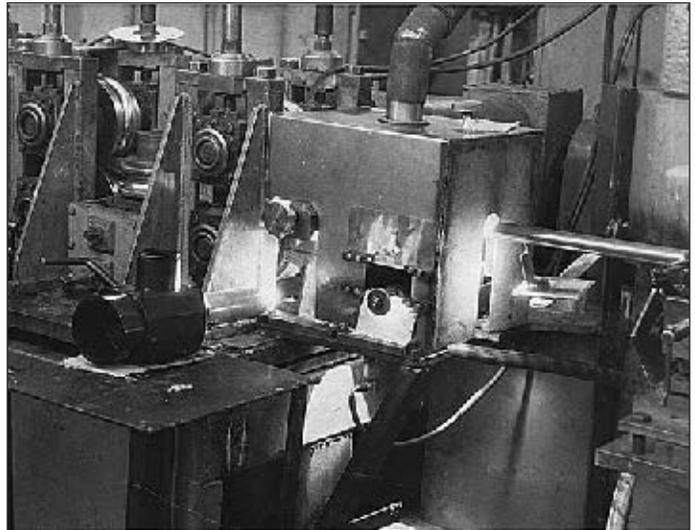


Рис. 7. Стан АДСТ 15...32. Отключение приводов калибрующих роликов и узел сварки

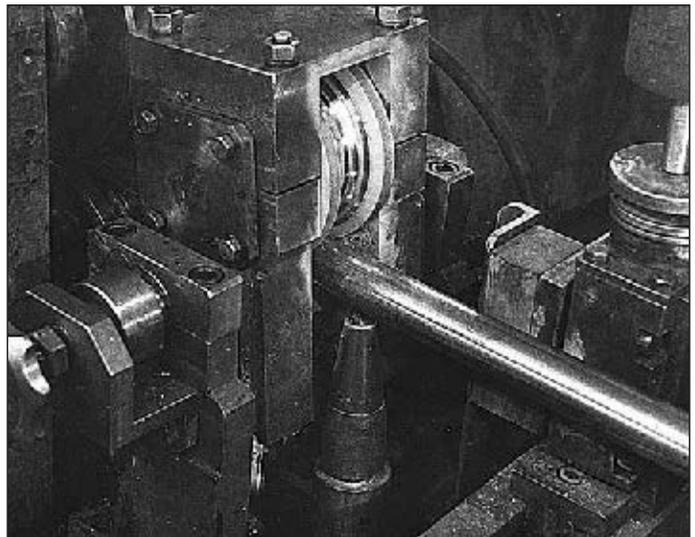


Рис. 8. Стан АДСТ 15...32 (№ 2). Перевод стана на «потолочную сварку» продольного шва

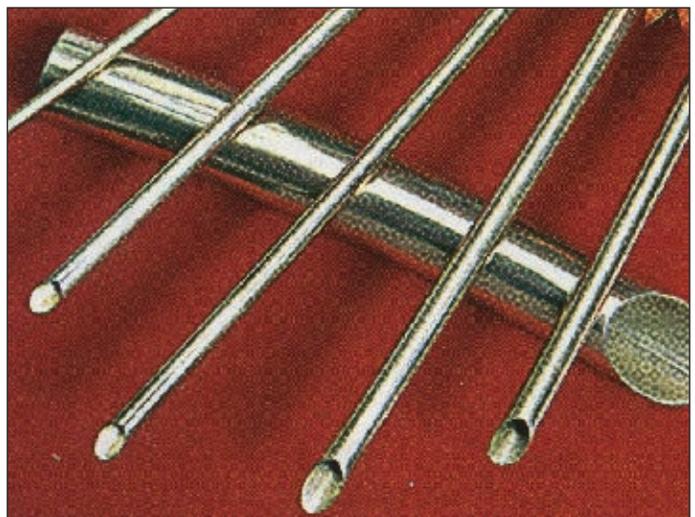


Рис. 9. Образцы сварных трубок диаметром от 5 до 25 мм



Содержание журнала «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша) № 6–2013

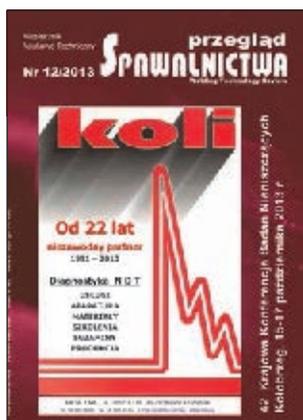
Rykala, T. Pfeifer. Роботизированная СМТ сварка листов из алюминиевых сплавов серии 6xxx

M. ST. Weglowski, C. Hamilton, ST. Dymek. Цифровое моделирование процесса сварки трением с перемешиванием FSW алюминиевого сплава AISi9Mg

K. Krasnowski. Влияние термообработки соединений из стали S420MC на их механические свойства и усталостную прочность

H. Pasek-Siurek, M. Piatek, T. Szebeszczyk. Система мониторинга механических параметров процесса FSW — FSW weld monitor

A. Sawicki. Аппроксимация вольт-амперных характеристик дуги электротехнических устроенов



Содержание журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша) № 12–2013

Tomasz Chady, Ryszard Sikora. Неразрушающие методы исследований: история, современное состояние, перспективы развития

Henryk Nikraszewicz. Неразрушающие методы исследования колес железнодорожных составов. Практика их использования в цеху

Tadeusz Samborski, Sylwia Włodarczyk. Обнаружение неоднородности материала и локальных изменений микроструктуры методом вихревых потоков

Tomasz Chady, Grzegorz Psuj, Dimosthenis Liaptsis, Stavros Avramidis, Ivan Castro, Kenneth Lobato, Neil Hankinson, Chris Gregory, Ignacio Ugarte Azpiri. Ультразвуковой и электромагнитный контроль полых осей железнодорожных составов

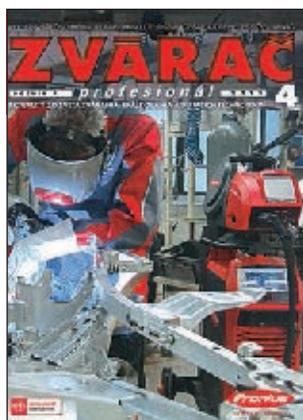
Marek Chalimoniuk, Artur Kulaszka. Оценка декогезии лопатки газовой турбины методом компьютерной томографии

Grzegorz Kusnierek. Неразрушающий контроль колес железнодорожных составов. Использование различных методов исследования, гарантирующих правильный их выбор при ремонте колес

Gerd Dobmann. NDT и SHM для оценки механических свойств: усталостной и ударной прочности

Krzysztof Dragan, Michal Dziendzikowski, Artur Kurnyta, Adam Latoszek. Обнаружение повреждений в конструкции самолета при испытаниях на прочность с использованием интегрированных датчиков

Anatolij A. Dubov. Контроль локальных зон концентрации напряжений в изделиях машиностроения — недостающее звено в оценке их надежности



Содержание журнала «Zvarac» (Словакия) № 4–2013

J. Bruncko, M. Michalka, D. Drimal, M. Simek, M. Packo. Визуальный контроль гибридных сварочных процессов лазер — электрическая дуга с помощью низкоскоростных CMOS камер

P. Krampotak, K. Ulrich. Сварка коррозионностойких сталей волоконным лазером

B. Martancik, M. Benak. Определение количества дефектов шва при соединении аустенитных сталей в парогенераторе JE VVER 440 с помощью ультразвуковой техники

Разработка трудоохранных мероприятий в сварочном производстве на основании оценки риска профзаболеваемости

О. Г. Левченко, д-р тех. наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины,
Ю. А. Полукаров, канд. техн. наук, НТУУ «КПИ»

На сегодняшний день одним из наиболее распространенных технологических процессов является сварка. В сварочном производстве индустриально развитых стран заняты сотни тысяч сварщиков. Их работу характеризует высокая степень риска травматизма и развития профессиональных заболеваний, поскольку она связана с влиянием на организм работающих многочисленных опасных и вредных производственных факторов, источниками которых являются сварочные технологии и материалы. Одно из важнейших направлений решения проблемы — принятие комплекса технических и организационных решений на основе концепций теории риска.

Под риском понимается степень вероятности определенного отрицательного события, которое может произойти в определенное время или при определенных обстоятельствах. Тогда приемлемый риск — это такой, который не превышает предельно допустимого уровня. Для каждого исследуемого объекта и персонала можно рассчитать (с использованием соответствующих методик) риск таких отрицательных событий, как авария, несчастный случай, профессиональное заболевание. После сравнения значений расчетного и приемлемого рисков можно сделать обоснованный вывод относительно уровня безопасности (безвредности) объекта.

До недавнего времени предприятия сварочного производства функционировали на основе так называемой концепции «абсолютной безопасности» или «нулевого риска». В качестве такого подхода следует отметить чрезвычайно большие материальные затраты на его реализацию, сложность в подготовке персонала к работе в чрезвычайных ситуациях, невозможность учета всех факторов, определяющих состояние безопасности объекта и т.п.

Итак, на смену концепции «абсолютной безопасности» пришла концепция разумно

достижимого уровня безопасности, так называемая концепция «допустимого риска». Эта концепция предусматривает возможность отрицательных событий как неизбежных в процессе функционирования производственных объектов и наличие необходимых средств и способов для предотвращения ее возникновения и развития. Согласно концепции «допустимого риска», практическая деятельность предприятия не может быть оправдана, если выгода от этой деятельности в целом не превышает вызванного ею возможного убытка. При планировании мероприятий по обеспечению безопасных (безвредных) условий функционирования необходимо учитывать весь спектр существующих опасностей. Обоснованным считается вариант сбалансированных затрат на создание систем безопасности за счет снижения уровня риска и повышения выгоды, получаемой от хозяйственной деятельности.

Исходя из формализованного подхода риски можно разделить на три категории:

- ◆ приемлемый риск (уровень риска, с которым общество в целом может мириться ради получения значительных благ или выгоды в результате своей деятельности);
- ◆ риск, который требует дальнейшей оценки;
- ◆ неприемлемый риск (уровень риска, который устанавливается административными или регулирующими органами как максимальный, выше которого необходимо принимать меры по его устранению).

Приемлемость риска в разных ситуациях может быть определена исходя из анализа законодательства по промышленной безопасности, правил и норм безопасности, дополнительных требований уполномоченных органов, влияющих на повышение промышленной безопасности, статистических

данных об отрицательных событиях и их последствиях. Целью анализа риска является идентификация и оценка всех факторов, влияющих на опасность (вредность) объекта, оценка вероятности отрицательного события и его последствий.

Следует отметить, что Закон Украины «О страховых тарифах на общее обязательное государственное социальное страхование от несчастного случая на производстве и профессионального заболевания, которые послужили причиной потери трудоспособности» от 22.02.2001 г. устанавливает страховые тарифы на страхование в зависимости от профессионального риска производства. Таким образом, в законодательном порядке закреплен механизм экономического управления деятельностью по созданию безопасных безвредных условий труда на производстве. Поскольку отнесение предприятия к одному из классов осуществляется путем анализа состояния охраны работы за предыдущий период, руководство предприятия заинтересовано в создании таких условий работы, которые позволят в следующем году снизить профессиональный риск и, как следствие, суммарные затраты на охрану труда. При этом существует проблема определения этого риска, а также выбора оптимальных решений относительно улучшения условий труда. Для обоснования выбора оптимального решения из множества возможных используют специальные и экспертные методы поддержки принятия решений.

На сегодняшний день существуют методики оценки риска аварий для объектов разных отраслей, прежде всего, для объектов повышенной опасности. Однако вопрос научного обоснования количественной оценки рисков производственного травматизма и профессиональных заболеваний для конкретных производств остается нерешенным.

Авторами предложен подход для решения этой проблемы, согласно которому была разработана методика определения и использования полученных данных с целью управляемого влияния на уровень производственной безопасности. Эта технология принятия решений по управлению риском профессиональной заболеваемости может быть изложена в виде алгоритма, состоящего из следующих этапов.

Этап 1. Получение информации о ситуации. Основой для получения информации о ситуации принятия решения является подготовка аналитического материала, который отображает главные характеристики и тенденции развития ситуации. Для сферы охраны труда один из наиболее важных методов — применение сравнительной оценки с другими периодами или с другими рабочими местами, где используются аналогичные технологические процессы и оборудование. Чтобы иметь возможность устано-

вить динамику развития ситуации под влиянием тех или иных факторов, необходимо перейти к количественным методам, вводя на рассмотрение количественные характеристики факторов в виде переменных, значения которых могут изменяться в определенном диапазоне в зависимости от возможных влияний. Множество факторов, имеющих количественные характеристики, можно выразить как $X = \{X_{ij}\}$. Показатель, учитывающий все факторы, которые приводят к риску профессиональной заболеваемости и травматизма, может быть представлен в виде математического выражения: $Y = F(X_1, X_2, \dots, X_N)$. Этот показатель рассчитывают по результатам обработки статистических данных.

Для выявления факторов, определяющих развитие ситуации, могут быть использованы специально разработанные методы, такие как факторный, регрессионный, корреляционный анализ и прочие.

Этап 2. Прогноз развития ситуации. Особую роль при принятии решений играют проблемы, связанные с оценкой ожидаемого развития ситуации, которая анализируется, и ожидаемых результатов реализации предложенных альтернативных вариантов решений.

Не прогнозируя ход развития событий, руководить, по крайней мере, неразумно. Поскольку при использовании экспертной информации большое значение имеют не только количественные, но и качественные оценки, традиционные методы расчетов прогнозов далеко не всегда могут быть применены. К тому же, во многих сложных ситуациях не всегда лицо, которое принимает решение (ЛПР), владеет достоверной статистической информацией, необходимой для разработки прогноза. Вышеперечисленные причины делают актуальной проблему применения методов прогнозирования, ориентированных как на количественные показатели, так и на качественные экспертные оценки.

Этап 3. Генерирование и оценка альтернативных вариантов решений. Генерирование альтернативных вариантов решений, управляющих влияний и т.д. может осуществляться или непосредственно, или с помощью специальных процедур. При генерировании альтернативных вариантов управленческих решений в полной мере должны использоваться информация о ситуации принятия решения, результаты анализа и оценки ситуации, результаты ее диагностики и прогноза развития ситуации при разных альтернативных вариантах возможного развития событий.

После того как разработаны альтернативные варианты управленческих влияний, представленные в виде вероятной технологической последовательности действий, возможных способов реа-

лизации вариантов решений, должен быть осуществлен их предварительный анализ с целью отсеивания вариантов, которые не могут быть применены или уступают другим, также предложенным для рассмотрения. Для отбора основных вариантов управленческих влияний необходимо учитывать их довольно высокую сравнительную оценку и отсутствие дублирования, чтобы спектр альтернативных вариантов решений, отобранных для более глубокой оценки, был достаточно полным. Также должны учитываться специфические особенности ситуации, установленные во время ее диагностики.

В распоряжении ЛПР есть k разных способов управляющих влияний (управленческих решений) на состояние условий работы по ситуации, которая сложилась: $U = \{U_k\}$. Анализ нескольких альтернативных вариантов развития ситуации, как правило, более информативный и способствует выработке более эффективных решений.

Этап 4. Принятие решения ЛПР. Результаты предыдущей оценки альтернативных вариантов решений служат основой для принятия окончательного варианта управленческого решения. Задача принятия решений по управлению риском профессиональных заболеваний и травматизма заключается в обоснованном определении критериев, применение которых к множеству имеющихся альтернатив возможных решений позволит выбрать наиболее приемлемую для достижения поставленной цели альтернативу.

Риск считается категорией вероятности. Поэтому во время количественного определения степени риска используют вероятностные расчеты. Главными параметрами изучаемой случайной величины X_i при этом является среднее значение для n возможных значений случайной величины, которое определяется из выражения:

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i P_i, \quad (1)$$

где P_i — вероятность появления случайной величины; дисперсия $\sigma^2 = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 P_i$; среднеквадратичное отклонение $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$.

Как показывает практика, наиболее часто используется нормальное распределение, при этом нормально распределенная случайная величина является непрерывной

и ее дифференциальная функция распределения имеет вид:

$$y = f(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}. \quad (2)$$

Вероятность попадания случайной величины в интервал (α, β) определяется по интегральной функции плотности вероятности:

$$P = P(\alpha < x < \beta) = \int_{\alpha}^{\beta} f(X) dx. \quad (3)$$

Полученная таким образом вероятность характеризует вероятности достижения результата, который можно ожидать.

Этап 5. Реализация и контроль принятого управленческого решения. Важная задача данного этапа состоит в создании условий для успешной реализации принятого решения. Для этого необходимо выработать план действий, поскольку от выбранного перечня действий, последовательности их осуществления, установленных сроков и выделенных ресурсов зависит успешное выполнение решения.

Обеспечение эффективной деятельности во время выполнения управленческого решения предусматривает непрерывный контроль за ходом реализации принятых планов действий. Современные технологии, которые используют компьютерное сопровождение, дают возможность одновременно отслеживать как ход реализации определенных запланированных мероприятий, так и изменения внешних условий, при которых происходит выполнение плана. Изменения условий реализации, особенно при наличии анализа чувствительности к изменениям, которые наметились, должны быть также проанализированы с целью определения возможных изменений реализации плана.

Этап 6. Анализ результатов развития ситуации после реализации управленческих влияний. Реализованный план или его фрагмент нуждаются в тщательном анализе с целью оценки эффективности принятых управленческих решений и последствий их реализации. Такой анализ должен определить слабые и сильные места принятых решений и планов их реализации и дополнительные возможности и перспективы, которые приоткрываются вследствие состоявшихся изменений.

Необходимым условием реализации новой технологии управления риском профессионального заболевания для сварщиков является наличие постоянно возобновляемых статистических данных, которые характеризуют условия работы, а также соответствующего математического и программного обеспечения.

Итак, предложенный алгоритм принятия решений по управлению риском профессиональной заболеваемости разрешит получить научно обоснованные рекомендации относительно планирования мероприятий, направленных на достижение определенного риска профессиональных заболеваний у работников сварочного производства. Необходимые статистические данные заносят из санитарно-технических паспортов подразделений, которые регулярно заполняются и содержат информацию (согласно условиям конкретного производства) относительно допустимого и фактического уровней запыленности, загазованности, уровней излучения и т.п.

Кроме того, как свидетельствуют исследования, проведенные в условиях производств, на риск профессионального заболевания влияет выполнение (невыполнение) работниками режима работы и отдыха, наличие и фактическое использование ими средств индивидуальной защиты, функционирование средств коллективной защиты и т.п. Таким образом, учет и обработка указанных данных с использованием программных средств позволят автоматизировать процесс расчетов, накопления баз данных и получения прогнозной оценки влияния факторов на работающих и, как следствие, оценить риск профессионального заболевания. Кроме того, приведенный алгоритм предоставляет возможность использовать текущие данные, которые характеризуют состояние охраны труда, повысить уровень научной обоснованности планирования мероприятий по профилактике профессиональной заболеваемости, обеспечить системный контроль их выполнения.

● #772

От редакции

Как подготовить статью к публикации

Направляемые в редакцию рукописи обязательно должны готовиться в соответствии с ГОСТ 8.417-81 «ГСИ. Единицы физических величин». Статья может быть представлена на бумажном или магнитном носителе либо направлена по электронной почте.

При использовании бумажного носителя текст набирается через полтора интервала, страницы рукописи нумеруются. Рисунки, схемы и графики готовятся на отдельных страницах. Фотографии должны быть четкими и контрастными и предоставляются в виде оригиналов, а не ксерокопий или распечаток. Текст статьи подписывается всеми авторами.

В качестве магнитного носителя используются дискеты 3,5" или CD-R/RW (компакт-диск). Текст статьи набирается в текстовом редакторе MS Word for Windows. Рисунки представляются в форматах TIFF (желательно), EPS Illustrator for PC или BMP с разрешением 600 dpi для векторных (штриховых) изображений и 300 dpi — для фотографий. Рисунки готовятся отдельным файлом и не встраиваются в текст. Кроме дискеты, нужно представить распечатку статьи, идентичную файлу, с подписями всех авторов.

При пересылке по электронной почте необходимо также направить в адрес редакции распечатку статьи с подписями всех авторов.

Все аббревиатуры, сокращения и условные величины расшифровываются в тексте. Названия иностранных фирм и организаций даются в транскрипции первоисточника с указанием страны.

Все буквенные или цифровые обозначения, приведенные на рисунках, поясняются в тексте или подрисуночной подписи.

При компьютерном наборе рукописи надстрочные и подстрочные индексы следует оформлять, пользуясь опцией верхних и нижних индексов в MS Word, а не в виде формульных вставок. Простые формулы желательно набирать в основном тексте, а для сложных использовать приложение к Word — Microsoft Equation.

Таблицы и графы в таблицах должны иметь заголовки. Упоминаемые в заголовках величины сопровождаются соответствующими единицами измерения (в сокращенной форме).

Кроме того, редакции журнала сообщаются фамилия, имя и отчество (полностью) авторов, почтовый адрес с индексом, ученая степень, должность и место работы, контактный телефон и адрес электронной почты.

Уважаемые авторы! Представляя рукопись в редакцию, вы передаете издателю право на ее публикацию в журнале. Не допускается направлять в редакцию работы, опубликованные или намеченные к опубликованию в других изданиях.

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ»



Г. И. Лащенко. Современные технологии сварочного производства. 2012. — 720 с.

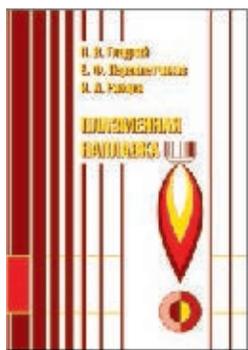
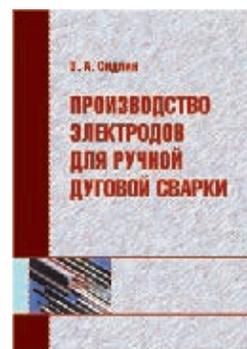
Изложены направления развития и совершенствования технического уровня сварочно-производства и качества изготовления сварных конструкций. Дана характеристика современных конструкционных материалов, описаны пути повышения точности изготовления сварных конструкций, уровня механизации и автоматизации сварочного производства. Освещены принципы управления качеством сварных конструкций. Приведены современные электродуговые, плазменные, лазерные и фрикционные технологии сварки, наплавки, напыления и резки сталей, алюминиевых сплавов, титановых сплавов и пластмасс.

Рассчитана на инженерно-технических работников в области сварочного производства. Может быть полезна преподавателям, аспирантам и студентам технических университетов.

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

Детально описаны все стадии технологического процесса производства металлических покрытых электродов для ручной дуговой сварки, применяемые материалы и оборудование. Даны теоретические основы процессов, протекающих как при изготовлении, так и при применении электродов. Особое внимание уделено вопросам обеспечения качества продукции.

Для инженерно-технического персонала, мастеров и рабочих электродных производств, может быть использована для индивидуальной подготовки и повышения квалификации.



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

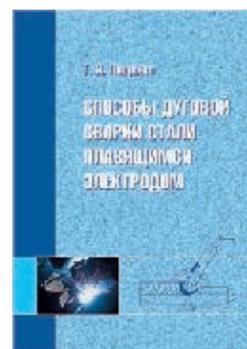
Рассмотрены основные способы плазменной наплавки. Особое внимание уделено плазменно-порошковой наплавке, позволяющей существенно расширить круг сплавов, наплавляемых механизированным способом. Приведены требования к наплавочным порошкам, рассмотрены основные способы их производства, технологические особенности плазменной наплавки и методика выбора режимов плазменно-порошковой наплавки, рассмотрены примеры наплавки ряда характерных деталей. Представлены также сведения об оборудовании для плазменной наплавки, рассмотрены конструкции основных узлов установок, даны их характеристики.

Рассчитана на инженерно-технических работников, занимающихся восстановлением и упрочнением деталей машин и механизмов. Может быть полезна студентам вузов.

Г. И. Лащенко. Способы дуговой сварки сталей плавящимся электродом. 2006. — 384 с.

Рассмотрены структурные схемы способов дуговой сварки сталей плавящимся электродом (ДСПЭ) и общие вопросы свариваемости сталей. Изложены современные представления об энергетической эффективности процесса, формировании швов, производительности и экологических показателях ДСПЭ. Приведены современные способы сварки с применением различных защитных сред, позволяющие регулировать тепловложение в свариваемое изделие, улучшающие формирование металла шва и повышающие производительность сварки. Приведены сведения о гибридных и комбинированных способах дуговой сварки плавящимся электродом.

Рассчитана на инженерно-технических работников, занятых в области сварочного производства. Может быть полезна преподавателям, аспирантам и студентам технических университетов.



С. Н. Жизняков, З. А. Сидлин. Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология. 2006. — 360 с.

Рассмотрены физико-металлургические процессы при ручной дуговой сварке покрытыми электродами. Даны характеристики и классификация электродов, представлена номенклатура промышленных марок, источники питания и другое оборудование. Изложены рекомендуемые технологии сварки сталей, чугуна и цветных металлов и их особенности. Рассмотрены дефекты сварных соединений и причины их образования, а также вопросы ремонтной сварки.

Рассчитана на инженерно-технических работников сварочного производства. Может быть полезна учащимся технических учебных заведений и для повышения квалификации.

Заказы направлять по адресу: 380036 РФ, г. Белгород, б-р Юности, 2, к. 317.

Тел./ф. (4722) 53-73-27; тел. (4722) 53-73-23; моб. тел. 8 (910) 736-26-79

E-mail: mozgovojev@rambler.ru. МОЗГОВОЙ Виктор Федорович

Календарь выставок на 2014 г.

Россия

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
22.04–25.04	Нижний Новгород, ВК «Нижегородская ярмарка»	Машиностроение. Станки Инструмент. Сварка	12-я Международная выставка	ВЗАО «Нижегородская ярмарка» www.yarmarka.ru
23.04–25.04	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Экспо Контроль 2013	6-я Специализированная выставка приборов и средств контроля, измерений, испытаний	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.rual-interex.ru/
03.06–06.06	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Металлургия-Литмаш	Международная выставка машин, оборудования, технологий и продукции металлургической промышленности	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.expoctr.ru
03.06–06.06	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Трубы. Россия-2014	Международная выставка трубной промышленности и трубопроводов	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.expoctr.ru
03.06–06.06	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Алюминий/Цветмет-2014	Международная выставка по алюминию, цветным металлам, материалам, технологиям и продукции	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.expoctr.ru
16.06–20.06	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Металлообработка. 2014	15-я Международная специализированная выставка «Оборудование, приборы и инструменты для металлообрабатывающей промышленности»	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.metobr-expo.ru/
16.06–20.06	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Металлообработка–2014	15-я Международная специализированная выставка «Оборудование, приборы и инструменты для металлообрабатывающей промышленности»	ЦВК «Экспоцентр» http://www.exponet.ru
24.06–27.06	Санкт-Петербург, ВК «ЛенЭкспо»	Сварка/Welding–2014	16-я Международная специализированная выставка	ООО «ЭФ-Интернэшнл» http://welding.expoforum.ru/
09.09–11.09	Москва, «Экспоцентр»	Термообработка-2014	8-я международная специализированная выставка технологий и оборудования для термообработки	Мир-Экспо http://www.htexporus.ru/
10.09–12.09	Ростов-на-Дону, КВЦ «ВертолЭкспо	МетМаш Сварка Станкоинструмент	Промышленный конгресс юга России	КВЦ «ВертолЭкспо festival@vertolexpo.ru
24.09–26.09	Екатеринбург, МВЦ «Екатеринбург-Экспо»	Металлообработка. Урал 2014 UralMetalExpo	11-я Международная выставка металлообрабатывающего оборудования и услуг для машиностроения	www.uralmetalexpo.ru
01.10–03.10	Санкт-Петербург, выставочный комплекс «Ленэкспо»	XVIII Международный промышленный форум «Российский промышленник 2014»	Международный промышленный форум. Специализированные выставки: Промэкспо, Техноэкспо, Субконтрактинг, Машиностроение. Станки. Металлообработка, Инструмент и техоснастка, Нанотехнологии, Автомаш, Ярмарка комиссионного оборудования	ЗАО «ЭкспоФорум» http://www.exponet.ru
07.10–09.10	Москва, КВЦ «Сокольник»	FastTec	12-я Международная выставка крепежа	www.mvk.ru
07.10–10.10	Москва, КВЦ «Сокольник»	Weldex / Россварка–2014	14-я Международная специализированная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий	Выставочный холдинг MVK Компания «Элсвар» www.weldex.ru
20.10–23.10	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Технофорум-2014	Международная выставка – оборудование и технологии обработки конструкционных материалов	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.expoctr.ru
28.10–31.11	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	MASHEX-14	17-я международная специализированная выставка оборудования, комплектующих, материалов, технологий и услуг для металлообработки и машиностроения	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.expoctr.ru www.mashex.ru
11.11–13.11	Уфа, Уфимский дворец спорта	Сварка и контроль–2014	Межрегиональная специализированная выставка сварочного оборудования, технологий и материалов	БашЭКСПО www.exponet.ru
11.11–14.11	Москва, ВВЦ	Металл-Экспо-2014	Международная промышленная выставка	www.metal-expo.ru
25.11–27.11	Екатеринбург, МВЦ «Екатеринбург-Экспо»	Сварка. Контроль и диагностика	Международная специализированная выставка-конференция	ВО «Уральские выставки»
25.11–27.11	Екатеринбург, МВЦ «Екатеринбург-Экспо»	Металлообработка. Инструменты	Специализированная выставка металлообрабатывающих технологий, оборудования	ВО «Уральские выставки»
03.12–05.12	Казань ОАО «Казанская ярмарка»	TechnoSварка–2014	Специализированная выставка	ОАО «Казанская ярмарка» www.exponet.ru
03.12–05.12	Казань ОАО «Казанская ярмарка»	Машиностроение. Металлообработка	Международная специализированная выставка	ОАО «Казанская ярмарка» www.exponet.ru

Международные выставки

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
06.05–08.05	Хельсинки, Финляндия	FinnTec 2014	Выставка сварки, соединения и резки	Suomen Messut Messuaukio 1 P.O.Box 21 FIN-00521 Helsinki Finland +358 40 450 3250 +358 9 142 358
03.06–06.06	Познань, Польша	Welding-2014	Международная выставка технологий для сварки	Poznan International Fair ul.Glogowska 14 60-734 Poznan Poland +48 61 869 2000 +48 61 869 2999
03.06–06.06	Познань, Польша	SURFEX 2014	Выставка технологий обработки поверхности	
03.06–06.06	Познань, Польша	Mach-Tool–2014	Выставка станков, инструментов и технологий для обработки металла	
03.06–06.06	Познань, Польша	Metalforum–2014	Выставка металлургии, литейной и металлообрабатывающей промышленности	
10.06–13.06	Гуанчжоу, Китай	Beijing Essen Welding&Cutting	Международная выставка по сварке и резке	Messe Essen GmbH Postfach 10 01 65 D-45001 Essen Germany +49 (0) 201 724 40 +49 (0)201 724 4248
03.06–05.06	Штуттгарт, Германия	Lasys–2014	Международная выставка лазерной обработки материалов	Messe Stuttgart International Am Kochenhof 16 D-70192 Stuttgart Germany +49 (0) 711 258 9 550 +49 (0)711 258 9 440
16.09–20.09	Штуттгарт, Германия	AMB–2014	Международная выставка металлообработки	Messe Stuttgart International Am Kochenhof 16 D-70192 Stuttgart Germany +49 (0) 711 258 9 550 +49 (0)711 258 9 440
16.09–18.09	Кельце, Польша	Metal–2014	Международная выставка технологий литейного дела	Targi Kielce Zakladowa 1 25-672 Kielce Poland +48 41 365 12 22 +48 41 345 62 61
24.09–27.09	Шанхай, Китай	Tube China–2014	6-я Международная выставка трубной промышленности	Messe Düsseldorf (Shanghai) Co., Ltd. Units 307–308, Tower 1, German Centre for Industry and Trade Shanghai 88 Keyuan Road, Zhangjiang Hi-Tech Park, Pudong, Shanghai 201203 China +86 (21) 6169 8300 +86 (21) 6169 8301



МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

СТАНКОСТРОЕНИЕ

14-17 октября 2014 Крокус Экспо, Москва

При поддержке: МИНПРОМТОРГА России, Торгово-промышленной Палаты Российской Федерации
Московской торгово-промышленной палаты, Союза машиностроителей России



Тематика выставки:

Металлообрабатывающие станки, кузнечно-прессовое оборудование, инструмент, автоматические линии, робототехника, комплектующие изделия, литейное производство, сварочное оборудование, обработка листового металла, лазерные технологии, измерительные приборы, программное обеспечение, деревообрабатывающее оборудование

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ОТ ВЕДУЩИХ КОМПАНИЙ

Организатор
выставки:
ООО «Райт Солюшн»



+7 (495) 988-27-68
info@stankoexpo.com
www.stankoexpo.com

Генеральный информационный
спонсор:



ХІІІ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2014

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ



**МЕТАЛЛО-
ОБРАБОТКА**

МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



УКРПЛАСТ

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

ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



УКРВТОР

КОМИССИОННАЯ ТЕХНИКА,
ОБОРУДОВАНИЕ



ПОДШИПНИКИ



УКРСВАРКА

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ
И МАТЕРИАЛЫ



**ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ
СКЛАДСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**



СУБКОНТРАКТЫ

РАЗМЕЩЕНИЕ ЗАКАЗОВ ПО КООПЕРАЦИИ

Генеральный
информационный партнер:

**ОБОРУДОВАНИЕ
ИНСТРУМЕНТ**

Технический партнер:

RentMedia

ufi
Approved
Event



ОРГАНИЗАТОР

Международный выставочный центр

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

Министерства промышленной политики Украины

Украинской Национальной Компании "Укрстанкоинструмент"

**18-21
НОЯБРЯ**



+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"



weldex РОССВАРКА

14-я Международная выставка
сварочных материалов, оборудования и технологий

7–10 октября 2014 года
Москва, КВЦ «Сокольники»

Всё для сварки, резки и наплавки!

Более 250 компаний из 20 стран мира!



+7 (495) 935 81 00

www.weldex.ru

забронируйте стенд на сайте www.weldex.ru

Реклама

Организатор:



Официальная поддержка:



Генеральный
информационный партнер:



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: **119049, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 6, стр. 7, оф.19, «Сварщик в России».**

760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771
772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783
784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795
796 797 798 799 780 781 782 783 784 785 786 787
788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799
800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811
812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823
824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2014 г.

_____ *подпись*

Формуляр читателя

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Виды деятельности предприятия _____

Выпускаемая продукция / оказываемые услуги _____

Руководитель предприятия (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

Отдел маркетинга / рекламы (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

Отдел сбыта / снабжения (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

Тарифы на рекламу в 2014 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

Стр. (площадь)	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).

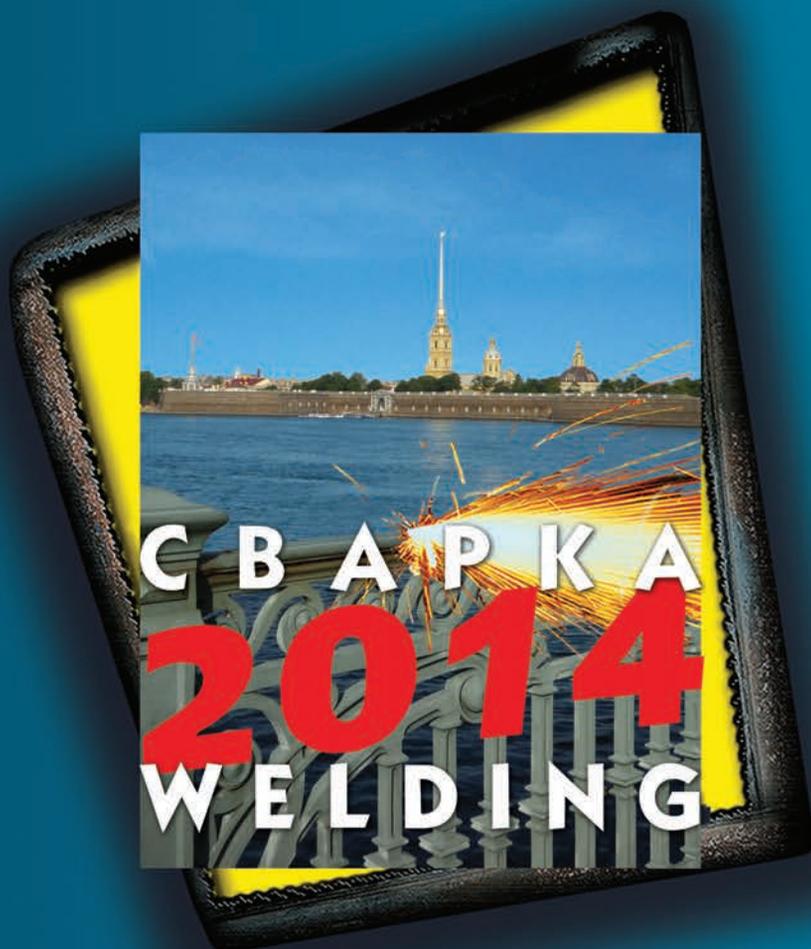
Руководитель рекламного отдела: **В. Г. Абрамишвили**
тел./ф.: +380 44 **200-80-14**, +380 50 413-98-86 (моб.)
e-mail: welder.kiev@gmail.com
www.welder.kiev.ua

Заполняется печатными буквами



XVI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

24–27 июня 2014



СВАРКА
2014
WELDING

12+



Санкт-Петербург, ВК ЛЕНЭКСПО

Тел.+7 812 240 40 40, доб. 152

www.welding.expoforum.ru

ОРГАНИЗАТОР



ПАРТНЕРЫ



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР Мир сварки



**ООО МЕЖДУНАРОДНАЯ
КОМПАНИЯ "ВИКШАЙН"
ТОРГОВЫЙ ДОМ "ОЛЬГА"**



**ТЯНЬЦЗИНЬСКАЯ ГРУППА КОМПАНИИ
СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ «ЗОЛОТОЙ МОСТ»**

www.vicshine-welding.com www.tdolga.ru

www.tjgoldenbridge.com

"Vicshine" является комплексным предприятием, занимающимся и продажей, и предоставляющим системное обслуживание оборудования для сварочных материалов «Золотой мост» в России. Основная концепция компании "Vicshine" – профессионализм работников, отличное качество товаров, дополнительные услуги по сервисному обслуживанию. Мы постараемся стать вашим надежным партнером.

АДРЕСА ОБСЛУЖИВАНИЯ:

Адрес: КНР. Пров. Цзилинь, г. Чанчунь, ул. Народная, д.7655, Ханкунгоцзи бизнес-центр, А-802
Тел.: +86-431-81911128 +86-431-81911130
E-mail: sales@vicshine.com

Адрес: г. Москва ул. Искры 31 корп. 1 оф. 611.
Тел.: +7 916-703-3166 8 (495) 64-92-998
E-mail: vicshine-welding@mail.ru

Адрес: г. Санкт-Петербург, ул. Ремесленная, 17, офис. 433.
Тел.: +7 911-024-5318
E-mail: lager74@mail.ru tdolga.spb@mail.ru

Адрес: г. Уссурийск, Новоникольское шоссе, 9А.
Тел.: 8 (4234) 35-68-75 8 (4234) 34-50-21
E-mail: tdolga@mail.ru tdolga1@mail.ru

Адрес: г. Хабаровск, с.Топольево, ул. Гаражная, 65.
Тел.: +7 914-772-6202 +7 914-164-9658
8 (4212) 35-11-00 8 (4212) 35-11-68
8 (4212) 35-11-63
E-mail: oooigrok@mail.ru tersindv@mail.ru



Тяньцзиньская группа компаний сварочных материалов «Золотой мост» является крупнейшим производителем специальных сварочных материалов. Мы предлагаем большой ассортимент сварочных материалов, свыше 300 видов, и принимаем заказы по разработке и производству оригинальных сварочных материалов.



Служебный корпус "Vicshine"



Производственное помещение



Склад в г. Уссурийск & г. Хабаровск



**ВЕДУЩИЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ПОРОШКОВЫХ ПРОВОЛОК
ДЛЯ СВАРКИ, НАПЛАВКИ И НАЛЫШЕВИЯ**



Производственная база ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» это единственный на Украине комплекс с полным технологическим циклом изготовления порошковых проволок мощностью до 5000 тн/год.

*Качество продукции подтверждается
объемами поставок
и широким кругом 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

Представители:

ООО «ТМ.Велтек»
Российская федерация,
г.Белгород, ул.Сумская 20
тел.: +7(4722) 300-708
тел.: +7 (4722) 22-21-21

ООО «СМИТ»
Россия, 248009, г.Калуга,
ул.Грабцевское шоссе, 60А
тел.: +7 (4842) 75-04-02
факс: +7 (4842) 77-02-86

ЗАО «ОСК»
Республика Беларусь, 220073
г.Минск, ул.Гусовского 2А, оф.4/1
тел.: +375 (017) 290-87-85

ООО «ПП-ТЕХНОЛОГИИ»
Россия, 241035, г.Брянск
ул.Литейная, 11
тел.: +7 (4832) 57-27-07