

THE LINDE GROUP

Linde



Сварочная смесь Corgon® — прогрессивная замена двуокиси углерода!

- Улучшение качества продукции.
- Высокие прочностные и динамические характеристики сварного соединения.
- Экономия сварочной проволоки до 30%.
- Увеличение скорости сварки.



ПАО «Линде Газ Украина»

Головной офис, г. Днепропетровск: ул. Кислородная, 1
Филиал в г. Киев: ул. Лебединская, 36
Филиал в г. Донецк: ул. Баумана, 11
Филиал в г. Калуш: ул. Промышленная, 4

тел./факс: (0562) 35-12-25, (067) 565-62-90
тел./факс: (044) 507-23-69
тел./факс: (062) 310-19-91
тел./факс: (034) 259-13-00

www.linde.ua



ЛОСИНООСТРОВСКИЙ ЭЛЕКТРОДНЫЙ ЗАВОД

Эксклюзивный представитель ОАО «ЛЭЗ» в Украине —
ООО «ТОРГОВЫЙ ДОМ ЛЭЗ»:

г. Киев, ул. Новозабарская, 2/6, оф. 223/2

г. Донецк, ул. Узловая, д. 12, оф. 1

www.electrode.ru

+380 44 360-37-48

+380 62 213-02-10

ТОВАР СЕРТИФИЦИРОВАН



**Мы делаем
жизнь ярче!**



1 (95) 2014

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

Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

информационно-технический журнал
Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

1-2014

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий 4



Производственный опыт

Ремонт центральной поперечной опоры рамы автосамосвала CAT 785C.
В.Д. Позняков, А.А. Гайворонский, Ю.В. Демченко, А.И. Панфилов. 6

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* 10



Наши консультации 16

Технологии и оборудование

Основы разработки технологии сварки плавлением. 1. Способы сварки.
Г.И. Лашенко. 18

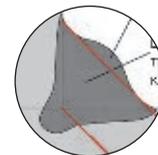


Наплавочное и сварочное оборудование на основе модульных узлов ПАРС.
С.Ф. Трух, Л.Т. Плаксина 22



Влияние состава защитного газа на процесс MAG-сварки низколегированных и углеродистых сталей. *А. Бугинов* 32

Проблемы ремонтной сварки стали 110Г13Л большой толщины. *В.И. Панов* .. 36



Зарубежные коллеги. 42

Выставки и конференции

XII Международный промышленный форум 44

Календарь выставок на 2014 г. 47



ВНИМАНИЕ!

Продолжается **ПОДПИСКА-2014**
на журналы «Сварщик»
и «Все для сварки. Торговый Ряд».

Подписные индексы: «Сварщик» – **22405**; «Все для сварки. Торговый Ряд» – **94640** в каталоге «Укрпошта».

Новини техніки й технологій	4
Виробничий досвід	
• Ремонт центральної поперечної опори рами автосамосвала CAT 785С. <i>В.Д. Позняков, А.А. Гайворонський, Ю.В. Демченко, А.І. Панфілов</i>	6
• Газополуменеве поверхнєве загартування. <i>В.М. Литвинов, Ю.Н. Лисенко, С.А. Чумак, С.Л. Зеленський, В.А. Бєлінський, С.Л. Василенко, Т.Б. Золотопупова, Т.В. Литвинова</i>	10
Наші консультації	16
Технології й устаткування	
• Основи розробки технології зварювання плавленням. 1. Способи зварювання. <i>Г.І. Лашченко</i>	18
• Наплавочне й зварювальне встаткування на основі модульних вузлів ПАРС. <i>С.Ф. Трух, Л.Т. Плаксина</i>	22
• Вплив складу захисного газу на процес МАГ-зварювання низьколегованих і вуглецевих сталей. <i>А. Бугінов</i>	32
• Проблеми ремонтного зварювання сталі 110Г13Л великої товщини. <i>В.І. Панов</i>	36
Зарубіжні колеги	42
Виставки й конференції	
• XII Міжнародний промисловий форум	44
• Календар виставок на 2014 р.	47
CONTENT	
News of technique and technologies	4
Production experience	
• Repair of the central cross support of a frame dump track CAT 785С. <i>V.D.Pozn'akov, A.A.Gayvorovskiy, Yu.V.Demchenko, A.I.Panfilov</i>	6
• Gas-Flame superficial hardening. <i>V.M.Litvinov, Yu.N.Lisenko, S.A.Chumak, S.L.Zelenskiy, V.A.Belinskiy, S.L.Vasilenko, T.B.Zolotopupova, T.V.Litvinova</i>	10
Our consultations	16
Technologies and equipment	
• Bases of development of technology of fusion welding. 1. Ways of welding. <i>G.I.Lashchenko</i>	18
• Cladding and welding equipment on the basis of modular units PARS. <i>S.F.Truh, L.T.Plaksina</i>	22
• Influence of composition of shielding gas on process of MAG welding of low-alloyed and carbon steels. <i>A. Buginov</i>	32
• Problems of repair welding of steel 110Г13Л large thickness. <i>V.I.Panov</i>	36
The foreign colleagues	42
Exhibitions and conferences	
• XII the International industrial forum	44
• Calendar of exhibitions on 2014	47

Свидетельство о регистрации №13094-1978 Пр от 27.08.07

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

Издатель ООО «Экотехнология»

Издание журнала поддерживают



Общество сварщиков Украины, Национальный технический университет Украины «КПИ»

Журнал издается при содействии UNIDO

Главный редактор

Б. В. Юрлов

Зам. главного редактора

Е. К. Доброхотова, В. Г. Абрамишвили

Редакционная коллегия

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

Редакционный совет

В. Г. Фартушный (председатель), Н. В. Высоколян, Н. М. Кононов, П. А. Косенко, В. Т. Котик, М. А. Лактионов, Я. И. Микитин, Г. В. Павленко, В. Н. Проскудин, К. П. Шаповалов

Редакция

Т. Н. Мишина, А. Л. Берзина

Маркетинг и реклама

Т. И. Коваленко

Верстка

Т. Д. Пашигорова

Адрес редакции

03150 Киев, ул. Горького, 62Б

Телефон

+380 44 200 5361

Тел./факс

+380 44 200 8018, 200 8014

E-mail

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

URL

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

Представительство в Беларуси

Минск, УП «Белгазпромдиагностика» А. Г. Стешиц +375 17 210 2448, ф. 205 0868

Представительство в России

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

Представительство в Латвии

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

Представительство в Литве

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

Представительство в Болгарии

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

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

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

Подписано в печать 12.02.2014. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

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

Зак. № 6381 от 12.02.2014. Тираж 3000 экз.

Печать: ООО «Полиграфический центр «Принт 24», 2014. Киев, ул. Шахтерская, 9. Тел./ф. (044) 591 1012, 591 1013.

© ООО «Экотехнология», 2014

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.

Наплавочное и сварочное оборудование на основе модульных узлов ПАРС

С.Ф. Трух, Л.Т. Плаксина

Описаны установки КТС, предназначенные для восстановления тел вращения дуговой наплавкой (в защитном газе и под флюсом) или плазменным напылением. Даны технические характеристики установок, их конструкция. Рассмотрены механические модули оборудования ПАРС, варианты исполнения наплавочных систем. Приведены сварочные параметры применяемого при наплавке оборудования.

Проблемы ремонтной сварки стали 110Г13Л большой толщины

В.И. Панов

Описаны факторы, влияющие на выполнение сварочных работ на отливках стали Гатфильда, и их возможное взаимодействие. Приведены примеры успешного выполнения ремонтной сварки толстостенных отливок из стали 110Г13Л и ее аналогов.

Ремонт центральної поперечної опори рами автосамосвала CAT 785C

*В.Д. Позняков, А.А. Гайворонський,
Ю.В. Демченко, А.І. Панфілов*

Розглянуто технологію ремонту рами 130-тонного автосамосвала CAT 785C шляхом заміни елемента її центральної поперечної опори. Описано сучасні зварювальні матеріали й способи, які враховують конструктивні особливості виробу й складні умови навантаження при експлуатації.

Газополуменеве поверхневе загартування

*В.М. Литвинов, Ю.Н. Лисенко, С.А. Чумак,
С.Л. Зеленський, В.А. Белінський, С.Л. Василенко,
Т.Б. Золотопупова, Т.В. Литвинова*

Описано розроблений Бюро газополуменевої обробки металів ПАО «НКМЗ» спільно з фахівцями ТОВ «НДІПТмаш-Дослідний завод» типорозмірний ряд пальників для поверхневого загартування, що працюють на природному газі або пропан-бутанових сумішах. Дано технічні дані деяких гартівних пальників, технологія газополуменевого загартування з їхнім використанням.

Основы розробки технології зварювання плавленням. 1. Способи зварювання

Г.І. Лащенко

Описано технологію газового зварювання, основні горючі газы, виду полум'я. Розглянуто термітне зварювання, процес його протікання. Дано технологічні схеми термітного зварювання. Наведено області застосування описаної технології.

Наплавочне й зварювальне встаткування на основі модульних вузлів ПАРС

С.Ф. Трух, Л.Т. Плаксина

Описано установки КТС, призначені для відновлення тіл обертання дуговим наплавленням (у захисному газі й під флюсом) або плазмовим напилюванням. Дано технічні характеристики установок, їхня конструкція. Розглянуто механічні модулі встаткування ПАРС, варіанти виконання наплавочних систем. Наведено зварювальні параметри застосовуваного при наплавленні встаткування.

Проблеми ремонтного зварювання сталі 110Г13Л великої товщини

В.І. Панов

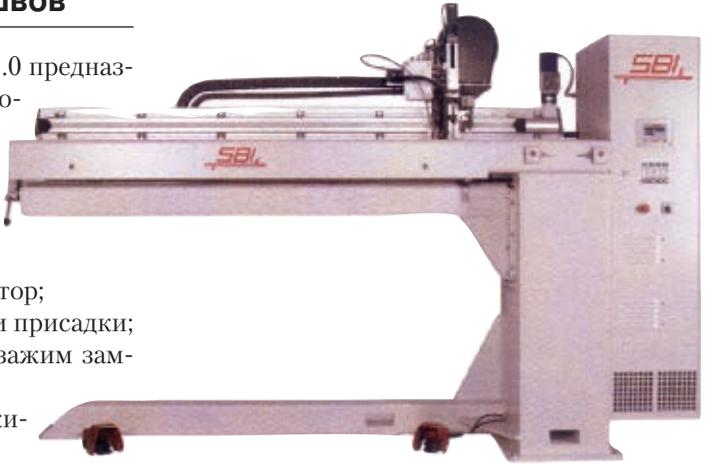
Описано фактори, що впливають на виконання зварювальних робіт на виливках сталі Гатфильда, і їхня можлива взаємодія. Наведено приклади успішного виконання ремонтного зварювання товстостінних виливків зі сталі 110Г13Л й її аналогів.

Установка для сварки продольных швов

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

Основные составляющие и технические возможности установки:

- встроенный сварочный инвертор;
- встроенное устройство подачи присадки;
- ручной или автоматический зажим замка дорна;
- регулируемое давление прижима изделий;



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)

- регулируемые медные прижимы;
- дополнительная защита сварочного шва «сапожком»;
- регулируемая скорость сварки;
- охлаждаемая медная подложка с канавкой для формирования корня сварочного шва.

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

● #1389

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.

● #1390

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 испол-



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/см² 60/90

нений. Качественная намотка проволоки 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».

● #1391

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 тяжелонагруженных 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. Ключ: «Работы проведены совместно с ООО «Юргинский машзавод» в рамках Государственного контракта, результатом которого стала разработка типового ряда унифици-

рованных тяжелонагруженных 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.

● #1392

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 нагрузке 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 специалиста-

ми 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

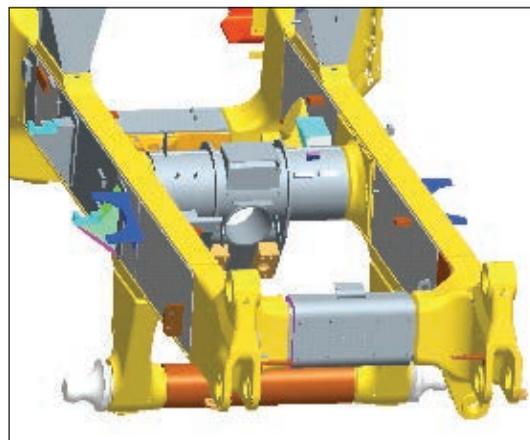


Рис. 2. Общий вид рамы автосамосвала CAT 785C

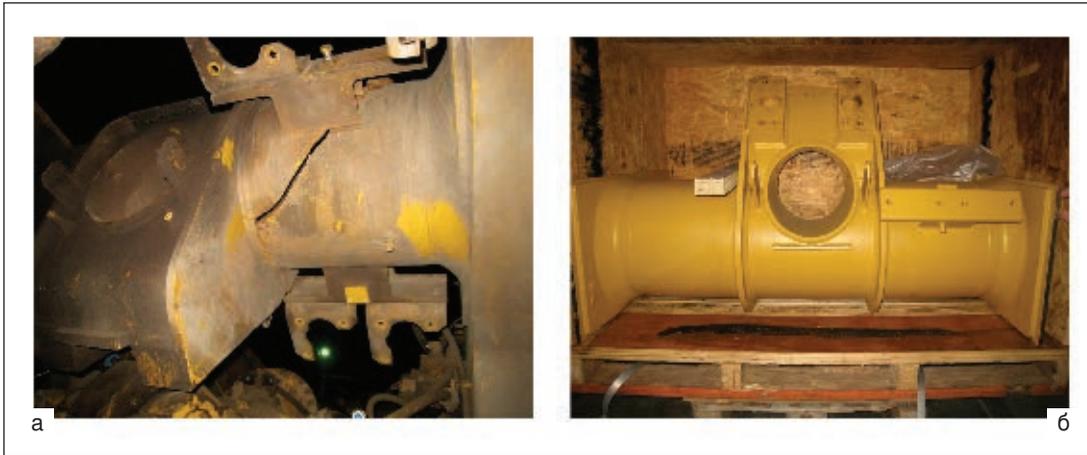


Рис. 3. Разрушение центральной поперечной опоры (а) и новая опора для замены (б)

Поскольку ремонт выполняли в зимнее время, температуру воздуха на участке подерживали 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 специально подготовленные конструкции и домкраты, исключая ее возможные де-

Таблица 1. Сварочные материалы для дуговой резки и строжки

Сварочный материал	Марка	Классификация	Типоразмер, диаметр
Угльные 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 1417 5:2004	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	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ_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
		$I_{СВ}$, А	$U_{Д}$, В	$V_{СВ}$, 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)

формации 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 электродугую строжку. Термические способы резки, как правило, начинали с мест засверливания. 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 зачищали 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 полков балок использовали сталь 10ХСНД требуемой толщины.

Для удобства сварки соединений внутри 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.

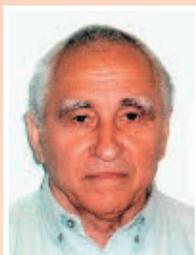
Температура металла в процессе сварки не превышала 150°C. Температуру контро-

лировали бесконтактным датчиком, а также с помощью термокарандашей. Если температура превышала 150°C, 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. ● #1393

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. Фрумин.

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 многократной 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 снижился.

Бюро газопламенной обработки металлов ПАО «НКМЗ» совместно со специалистами ООО «НИИПТмаш-Опытный завод» разработан типоразмерный ряд горелок

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.			

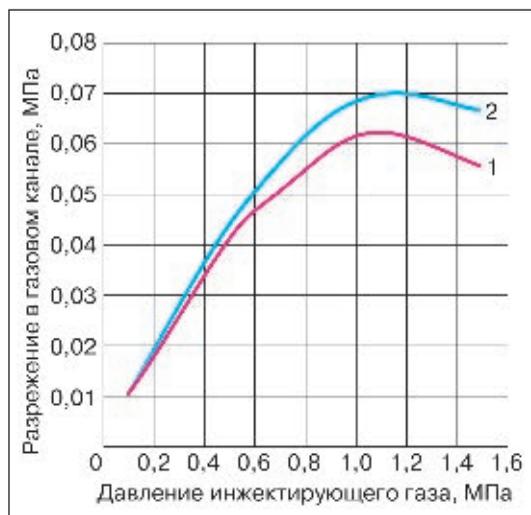


Рис. 1. Зависимость величины разрежения в газовых каналах горелки от давления подогревающего кислорода

лок для поверхностной закалки, работающих на природном газе или пропан-бутановых смесях. По сравнению с ацетилено-кислородными 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 вклю-

ченной водой таким образом, чтобы водяные струи не попадали на нагреваемую поверхность. Когда линейный фронт нагрева примет цвет соломы (950–1050°C), 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:

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

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

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

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

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 эксплу-

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



Рис. 4. Закалка зуба с модулем с 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



атируются горелки для закалки поверхностей направляющих механообрабатывающих станков, валков и роликов любых размеров, шеек валков, ходовых колес, ручьев 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.

Рис. 5. Головка горелки для закалки поверхности шлицевых валков

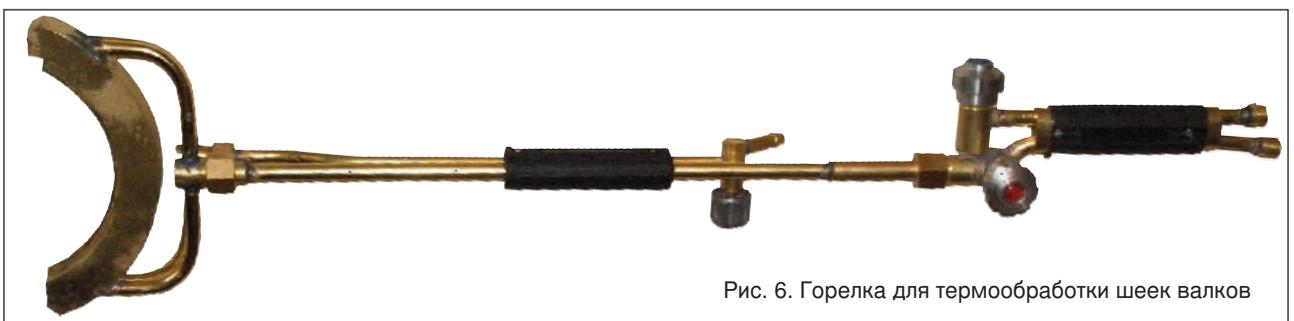


Рис. 6. Горелка для термообработки шеек валков



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

Последовательность операций при закалке на станке следующая: с помощью 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. По-

сле этого выполняют настройку на следующий 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. ● #1394

НАВКО-ТЕХ

Automatic machines and robots for arc welding

Автоматические установки и роботы для дуговой сварки и наплавки



УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ ШВОВ

УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ

РОБОТТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ СВАРКИ

СВАРОЧНАЯ АППАРАТУРА



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

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

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

ЧАО «АРТЕМОВСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

VISTEC ВИСТЕК

СВАРОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ



ПРОИЗВОДСТВА АМЗ «ВИСТЕК»



Полный список партнеров на www.vistec.com.ua

ул. Артема, 6, г. Артемовск,
Донецкая обл., 84500, Украина

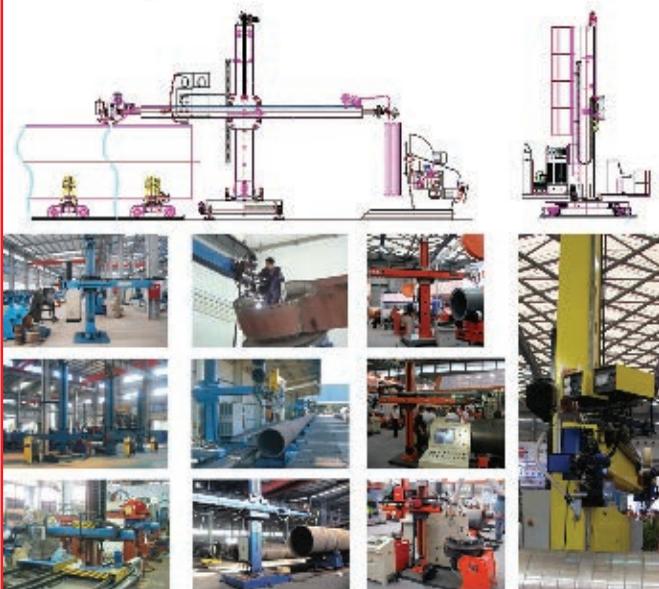
тел.: +38(062) 340-19-11, 340-19-10,
(0627) 44-02-50

e-mail: office@vistec.dn.ua
www.vistec.com.ua

MTI МИГАТЕХ индустрия

ТЕХНОЛОГИИ, СБЕРЕГАЮЩИЕ ЭНЕРГИЮ

Сварочные комплексы



044 360-25-21 044 498-01-82

www.migateh.com.ua



WELDOTHERM®

G.M.B.H. ESSEN

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

Оборудование для термической обработки из Эссена
«Ваш партнер для проведения термообработки»

ООО «Велдотерм-Украина»

Филиал Weldotherm® GmbH Essen, Германия



Украина, 77311, Ивано-Франковская обл., г. Калуш-11, а/я 18
Т./ф. (03472) 6-03-30. E-mail: weldotherm@ukrpost.ua
www.weldotherm.if.ua



ДП «ЕКОТЕХНОЛОГІЯ»

Київ 03150 вул. Горького, 62

sales@et.ua, equip@et.ua www.et.ua

тел./факс +380 44 200 8056 (багатоканальний), 289 21 81, 287 26 17, 287 27 16



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

Більш ніж 1000 найменувань
промислових товарів
кращих вітчизняних та іноземних виробників

ВСЕ КРАЩЕ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ





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, о механизированной сварке в среде защитных газов модулированным током*.

А.В. Сергеев (Краматорск)

Устойчивый процесс сварки с импульсной подачей проволоки может быть использован с защитой CO_2 , 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 дуги-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 CO_2 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 используют устройства различных типов. Актуальной считается задача создания надежных в эксплуатации устройств импульсной подачи электродной проволоки с приемлемыми технологическими характеристиками.

*Продолжение. Начало в №6–2013.

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

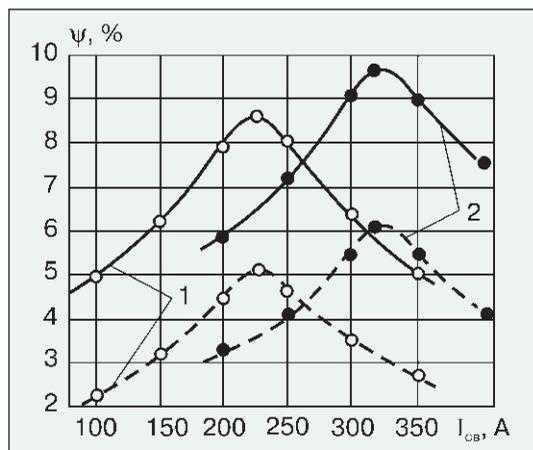


Рис. 5. Зависимость потерь металла на угар и разбрызгивание от напряжения дуги при сварке в CO_2 проволокой диаметром 1,2 мм (а) и 1,6 мм (б)

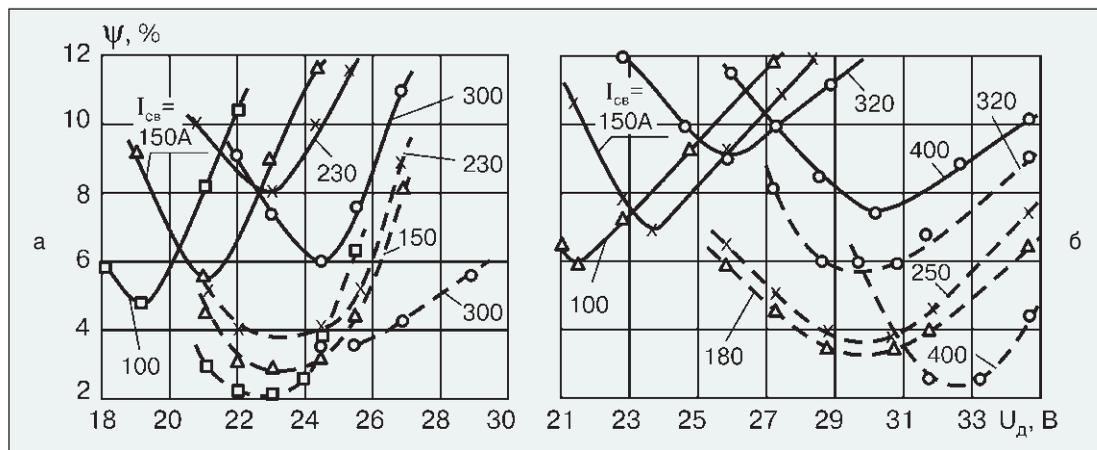


Таблица. Ориентировочные режимы механизированной сварки в CO₂ с импульсной подачей электродной проволоки

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

Как отмечалось выше, при импульсно-дуговой сварке на дугу накладывают 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 толщиной 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.

● #1395

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

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 °С.

Компания Concoa (США), www.concoa.com



Основы разработки технологии сварки плавлением*

1. Способы сварки

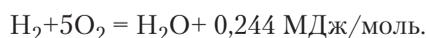
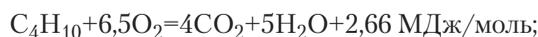
Г.И. Лашенко, канд. техн. наук, НТК «Институт электросварки им. Е.О. Патона»

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 относятся 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), °С: 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 окислительный характер, так как избыточный кислород в пламени окис-

* Продолжение. Начало в №1-6–2013.

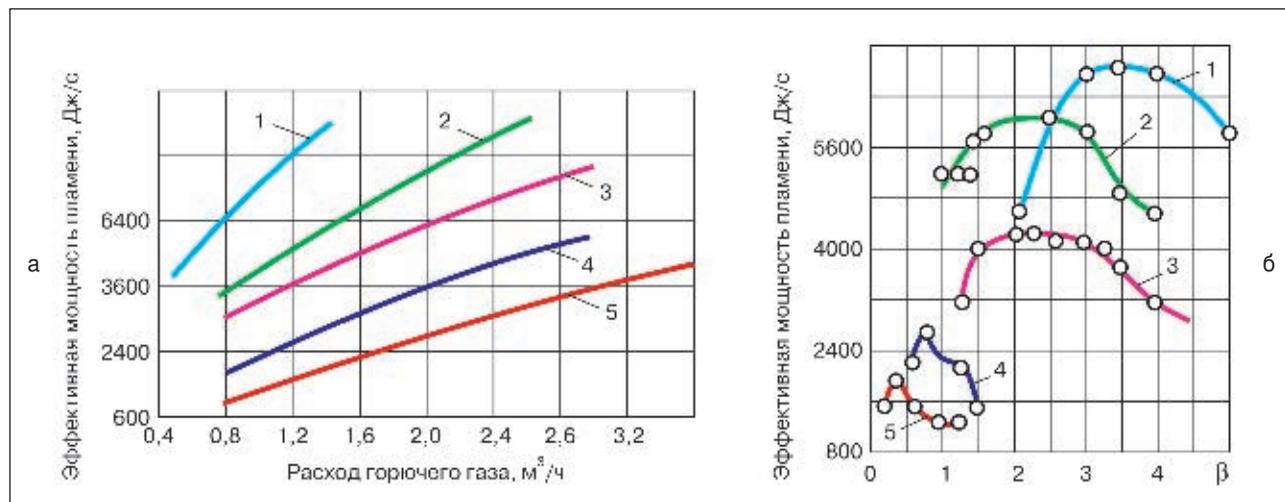


Рис. 18. Кривые зависимости эффективной мощности пламени от расхода горючего газа (а) и параметра β (б) при расходе горючего газа $0,8 \text{ м}^3/\text{ч}$: 1 — пропан-бутан ($\beta=3,5$); 2 — ацетилен (1,5); 3 — метан (1,5); 4 — косовый газ (0,5); 5 — водород (0,4)

ляет 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.

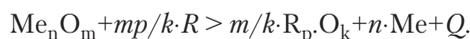
Газовую сварку применяют для соединения сталей различного состава, чугунов, меди и сплавов на ее основе и других материалов. В ряде случаев технология сварки предусматривает использование флюсов различного состава.

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 промышленное 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 вытеснить элементы, расположенные правее. Так, алюминий может вытеснить 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:



Чтобы осуществить термохимическую реакцию между восстановителем и окисли-

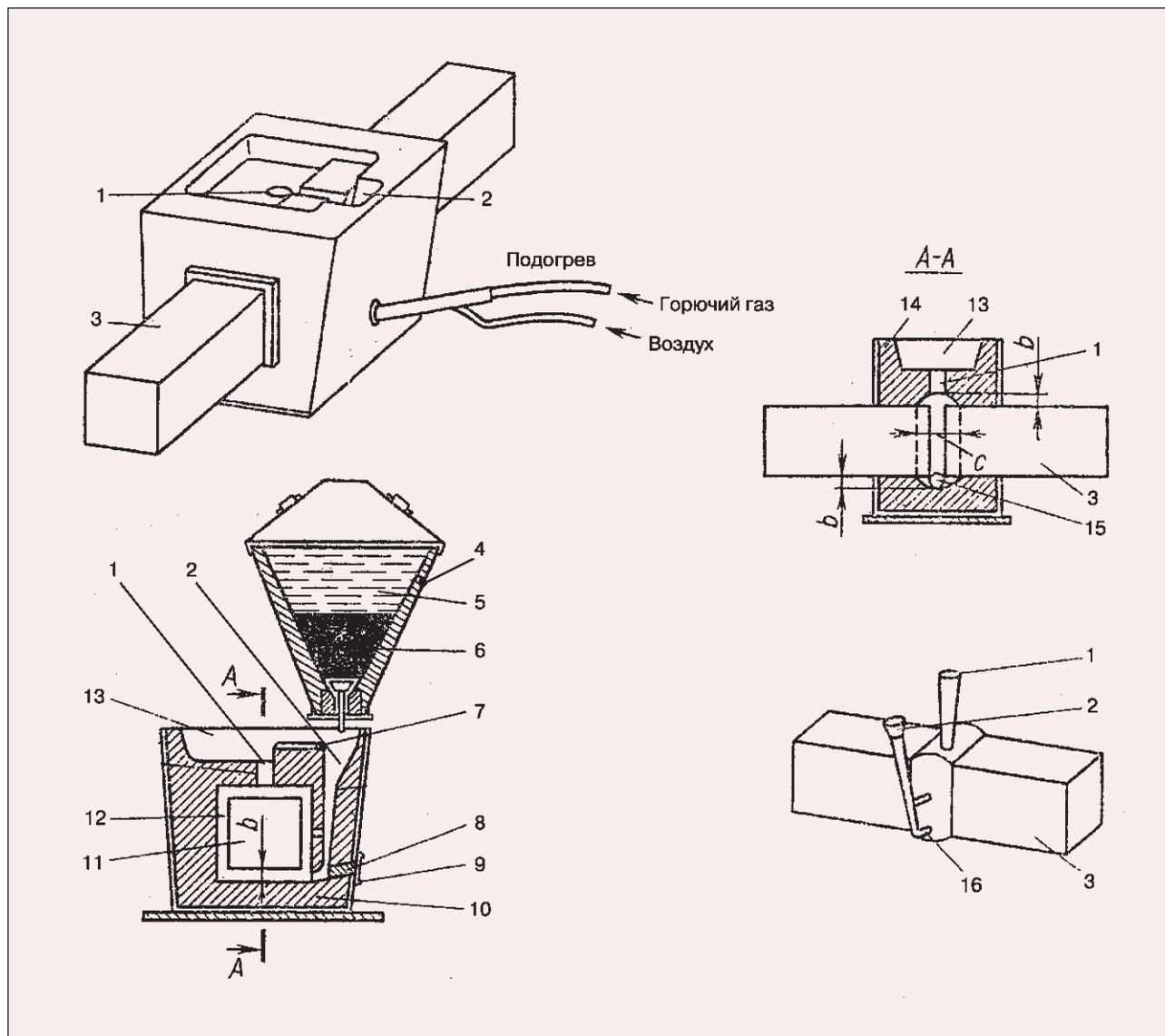


Рис. 19. Схема термитной сварки: 1 — выпор; 2 — литник; 3 — свариваемая деталь; 4 — термитный тигель; 5 — термитный шлак; 6 — термитный металл; 7 — канал между выпором и литником; 8 — отверстие продувочного канала; 9 — железная или песчаная пробка; 10 — формовочный песок; 11 — сечение деталей; 12 — пространство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

телем, 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 правильные соотношения компонентов. В зависимости от кислородного баланса окалины, который находится в пределах 22,27–30,06%, содержание алюминия колеблется в пределах 20–25,24%. Отклоне-

ние от указанных пределов в ту или иную сторону нарушает нормальное соотношение восстановителя и окислителя в термите, 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°C. Это — критическая точка начала активной реакции, хотя медленно протекающие термодимические 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

$$T = Q/m(C_{pFe} \cdot a + C_{pAl_2O_3} \cdot b),$$

где T — температура реакции; Q — теплотворная способность термита; C_{pFe} и $C_{pAl_2O_3}$ — 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°C.

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, обесчку 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 устанавливаются 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°C, 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.

● #1396

Продолжение в следующих номерах журнала.

Наплавочное и сварочное оборудование на основе модульных узлов ПАРС

С.Ф. Трух, ООО «АПС РАДИС» (Москва), Л.Т. Плаксина, ФГАОУ ВПО РГППУ (Екатеринбург)

Установки КТС предназначены для восстановления тел вращения дуговой наплавкой (в защитном газе и под флюсом) или плазменным напылением. В зависимости от назначения их оснащают соответствующим сварочным или плазменным оборудованием. На установках КТС производят восстановление тел вращения (колец, валов, крановых колес, роликов и др.), а также выполняют наплавку и напыление плоских поверхностей.

Конструкция установки включает основание 5 (рис. 1), опорное устройство 7, вращатель изделия 1, каретку 4 с задней бабкой, каретку с приводом 6 для навесного оборудования, суппорт вертикального перемещения 3, суппорт смещения с оси при наплавке 8, мотор-редуктор 9 подачи проволоки, колебательное устройство 2.

На основании 5 впереди смонтированы направляющие для крепления каретки задней бабки 4. Конструкция задней бабки предусматривает работу с подогретыми валками и обеспечивает компенсацию термического расширения валка при изменении его температуры. Вращатель 1 включает вал, за-

крепленный в подшипниках опорно-поворотного устройства. С одной стороны вала смонтирован патрон, с помощью которого фиксируют детали, а с другой стороны установлен мотор-редуктор привода вращения. Техническая характеристика установки приведена в таблице.

Для моделей КТС 0,6 и КТС 0,2 предусмотрена возможность поворота вращателя вокруг оси на угол $+90...-45$ градусов. Поворот на заданный угол производится в процессе настройки вручную с последующей фиксацией. Модификации установок для дуговой наплавки предусматривают установку на вращатель щеточно-коллекторного узла для подвода обратного провода.

На дуговых модификациях КТС для вращения изделия используют цилиндрово-червячные мотор-редукторы, а для плазменных — червячные и цилиндрические мотор-редукторы. При использовании шаговых двигателей применяют соосные планетарные редукторы или выполняют безредукторный привод с прямым приводом на ось.

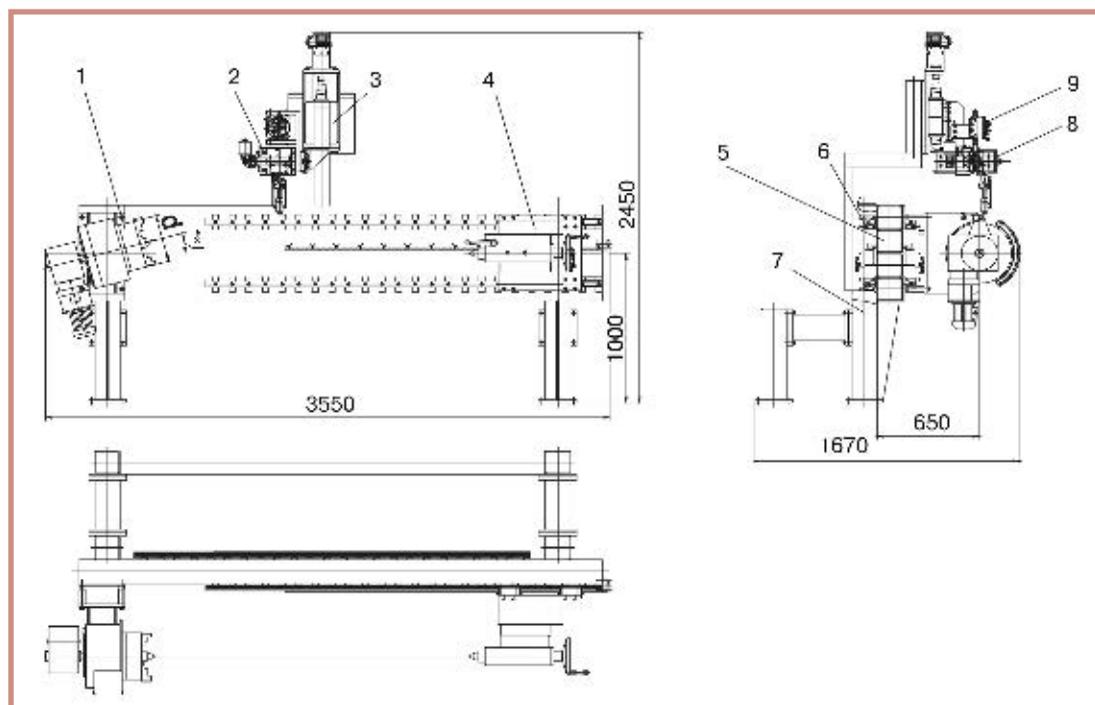


Рис. 1.
Установка
КТС
для наплавки

Таблица. Техническая характеристика установки

Модель установки	Масса детали, т	Тип вращателя	Угол, град	Диаметр патрона, мм	Длина изделия (max), мм	Диаметр изделия, мм	
						min	max
КТС 4,0П	4,0	Неповоротный	–	400	4500	30	1200
КТС 2,0П	2,0	Неповоротный	–	315	3200	30	1000
КТС 0,6П	0,6	Поворотный	+ 90–45	200	1500	30	800
КТС 0,2П	0,2	Поворотный	+ 90–45	100	1000	30	400

Электродвигатели вращателей (кроме шаговых) оборудованы датчиками положения ротора, которые используют как датчики положения и как датчики скорости в системе стабилизации скорости вращения детали.

С противоположной стороны основания 5 установлены направляющие, по которым перемещается каретка с установленной на ней оснасткой (сварочной системой, плазматроном и др.). Параллельно направляющим установлена зубчатая рейка, на которую опирается шестерня мотор-редуктора привода каретки. Привод каретки с цилиндрово-червячным мотор-редуктором и электродвигателем постоянного тока мощностью 0,4 кВт обеспечивает скорость перемещения каретки до 2,2 м/мин. Установленный на валу электродвигателя импульсный датчик позволяет устройству управления обеспечивать стабилизацию скорости и положения при выполнении работ.

К каретке крепится кронштейн на котором установлен приводной суппорт 3 вертикального перемещения с ходом 210 мм. Суппорт (рис. 2) выполнен в виде балки коробчатого сечения с четырьмя направляющими качения. Каретка перемещается с приводом от шарико-винтовой пары, поверхность которой защищена стальными телескопическими направляющими. В качестве привода используют червячный мотор-редуктор с электродвигателем постоянного тока. На валу электродвигателя установлен импульсный датчик положения суппорта. Для ограничения перемещения каретки в крайних положениях предусмотрены два индукционных датчика.

Для смещения с оси используют суппорт типа Н10 с ручным приводом (рис. 3).

При наплавке валов малого диаметра применяют технологию колебания электрода по образующей цилиндра с регулируемыми параметрами колебаний (рис. 4). Регулируется скорость перемещения и время нахождения в крайних точках. Колебательное устройство выполнено в виде суппорта с линейными направляющими качения и шариковинтовой парой для передачи мо-

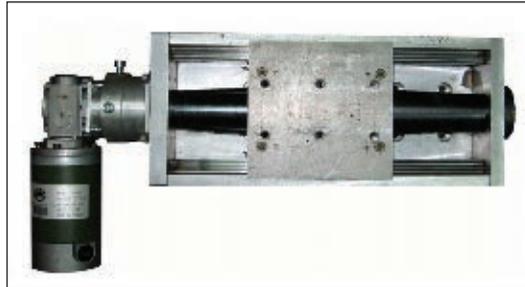


Рис. 2. Приводной безлюфтовой суппорт ШВП 210

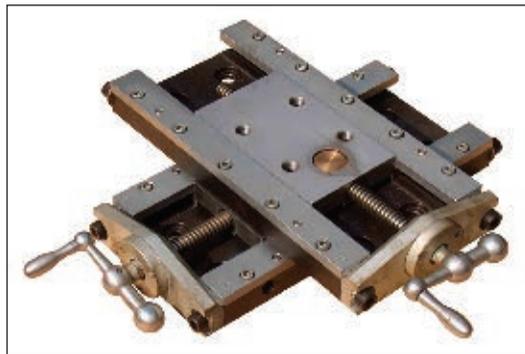


Рис. 3. Суппорты Н10



Рис. 4. Колебательное устройство

мента на каретку. Мотор-редуктор установлен с тыльной стороны колебательного суппорта и передает момент на вал ШВП через плоскозубчатый ремень.

Для подачи проволоки диаметром 0,8–3,2 мм используют цилиндрический мотор-редуктор модели 532 (рис. 5). На валу электродвигателя постоянного тока мощностью 120 Вт установлен импульсный датчик прямого измерения скорости, благодаря чему скорость подачи проволоки стабилизируется с точностью не менее 1% и не зависит от внешних факторов.

Для наплавки валов под слоем флюса установки КТС дополнительно оснащают флюсовым оборудованием типа ТБ и МП. Это оборудование включает флюсовые бункеры для накопления и подачи флюса, системы отсоса отработанного шлака, закрепленные на мундштуке устройства для подачи и удержания флюса на цилиндрической поверхности.

Устройство управления КТС выполнено в модульном исполнении и состоит из ряда электронных модулей, которые включают в состав установки в зависимости от ее текущей комплектации. Модули управления конструктивно оформлены в коробочки размером 180×95×50 (рис. 6).

Связь между модулями производится по сети PARS-net. С пульта управления (рис. 7)

осуществляется полное тестирование всех основных модулей установки с сообщением о выявленных неисправностях оператору. Неисправности устраняют путем замены соответствующего электрического, электронного или механического модулей, чем достигается высокий коэффициент готовности оборудования.

Установки КТС имеют защиты, позволяющие надежно предохранить конструкцию от ошибочных действий оператора: реализованы программные «упоры» для всех звеньев, аппаратные защиты по моменту двигателей, скорости, динамической ошибке и ряд других.

Технологические возможности установок КТС обусловлены тем, что устройство управления представляет собой полнофункциональную CNC-систему, и с ее помощью реализуют практически все варианты технологии наплавки и напыления.

На установках КТС 0,2 и КТС 0,6 можно производить восстановление тел вращения с горизонтальной осью, а при повороте вращателя и с вертикальной осью, что существенно расширяет технологические возможности оборудования.

Оператор после включения установки может с пульта управления выбрать технологию наплавки (по спирали, с отшагиванием, на месте, по образующей) и режимы ее осуществления. Параметры технологии и технологические режимы могут быть изменены также с пульта управления в ходе выполнения операции. Причем последние значения запоминаются в параметрах текущего режима. При установке суппорта смещения с оси в приводном варианте (типа ШВП 210, см. рис. 2) выполняется наплавка плоских поверхностей и производится раскладка валиков в разделку при ремонте глубоких дефектов.

Устройство управления постоянно контролирует текущие режимы. Ввиду того, что все без исключения приводы имеют датчики обратной связи по положению достигается высокая точность поддержания стабильности рабочих параметров в течение длительного времени работы. Известны случаи непрерывной работы оборудования в течение нескольких суток с сохранением высокой стабильности параметров.

Расширенная тестовая система проверки работоспособности оборудования и модульное исполнение электронной и механической системы позволяют быстро без привлечения специалистов высокой квалифи-



Рис. 5. Мотор-редуктор подачи проволоки модели 532



Рис. 6. Блок управления электродвигателем постоянного тока (крышка снята)



Рис. 7. Пульт управления установкой КТС

кации выявить причину и устранить неисправность. При этом существенным преимуществом системы является использование четырехпроводной системы связи, конструкция сети и защищенный протокол обмена между устройствами в сети. Работа этой сети в условиях промышленных помех и параметрах действующего питания обеспечивает устойчивую работу оборудования во всех режимах работы.

В комплекте с оборудованием может быть поставлена система документирования параметров работы. Суть ее использования состоит в постоянной регистрации параметров и режимов работы оборудования, привязанных к номеру изделия и текущему времени. Производится оперативный контроль и выводится заключение о допустимости данных режимов работы с целью предупреждения персонала о характере работы оборудования. Запись параметров в долговременную память позволяет произвести анализ работы системы при выявлении дефектов.

Дополнительно система регистрации содержит ряд устройств (измерители температуры изделия в нескольких точках, температуры воздуха и его влажности и др.).

Работа системы документирования возможна в двух режимах. При наличии системы связи и возможности установки компьютера данные о режимах работы передаются непосредственно на компьютер. Второй режим предусматривает запись параметров режима в съемную карту памяти, которую затем считывают в центральный компьютер. Предусматривается, что оператору перед работой выдается карта памяти, в которой записано сменное задание. По окончании работы оператор возвращает карту мастеру для считывания полученной по результатам работы информации.

Для улучшения санитарно-гигиенических условий труда установки КТС могут быть оборудованы кожухом защиты рабочей зоны. В состав установок может быть включена система отсоса аэрозолей.

Установки КТС включают механические модули оборудования ПАРС, которые поставлены в серийное производство на ряде ведущих российских станкостроительных заводах.

Для восстановления дуговой наплавкой деталей малых серий изготовлена модификация наплавочной системы КТС для монтажа на суппорт токарного станка (рис. 8), получившая наименование КТС-1.



Рис. 8. Наплавочный модуль КТС-1 для монтажа на суппорт токарного станка

Наплавочный модуль КТС-1 включает ручной или приводной суппорт вертикального перемещения, мотор-редуктор подачи проволоки с мундштуком для наплавки под флюсом или в защитном газе, бункер для подачи флюса, аппаратуру управления в виде одного-двух блоков управления и пульта управления (см. рис. 7). Питание цепей управления КТС-1 осуществляется от выпрямителя ВДУ 516 или Р-501. В этом случае раскладка валиков производится только по спирали средствами токарного станка.

Для наплавки валов малого диаметра установку КТС-1 можно оснащать колебательным суппортом (см. рис. 4), однако технологические возможности в этом случае определяются возможностями станка в части настройки хода суппорта по спирали.

При необходимости установка КТС-1 может быть оборудована электроприводом вращения детали, включающим мотор-редуктор с электродвигателем переменного тока, датчик положения ротора и шкаф управления, рассчитанный для подключения к устройству управления КТС-1.

Установки КТС широко используют для восстановления колец, валов, крановых колес, роликов и позволяют с высоким качеством при достаточно высокой производительности выполнять процесс восстановления деталей.

Варианты исполнения наплавочных систем показаны на рис. 9–11.



Рис. 9. Установка КТС 3-33 для наплавки валов в защитных газах

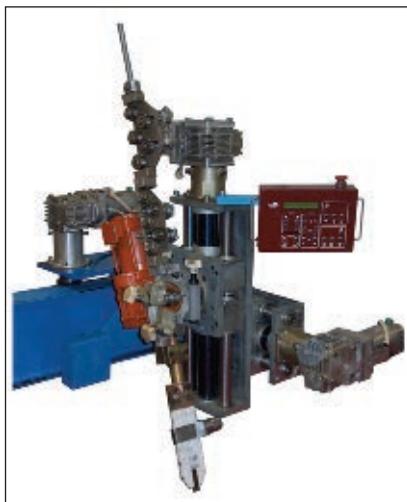


Рис. 10. Установка КТС 4-1 для наплавки плоских поверхностей



Рис. 11. Установка КТС 3-5 для наплавки крановых колес под флюсом

Для получения сравнительных характеристик сварочно-технологических свойств сварочных материалов и оборудования с возможностью адаптации под задачи производства полуавтоматов ПАРС разработан программно-аппаратный комплекс.

В качестве источников питания используют выпрямители серии ПАРС. Для дуговых способов наплавки применяют выпрямители ВДУ-516, ВДУ-1216 либо инверторные Р-320И, Р-601И (рис. 12, 13).

ВДУ-516 помимо статической вольт-амперной характеристики (ВАХ) имеет точную регулировку динамических характеристик, что особенно важно для настройки режимов наплавки в защитных газах. ВДУ-516 позволяет реализовать управляемый перенос электродного металла при использовании сплошной и порошковой проволоки диаметром 0,8–2,0 мм.

Электронный блок управления позволяет производить оперативное тестирование сети питания, силового трансформатора, тиристоров, блока дросселей, цепей управления с сообщением о характере неисправности на дисплей пульта управления. Конструкция и применяемая современная элементная база обеспечивают высокую надежность в эксплуатации и ремонтпригодность.

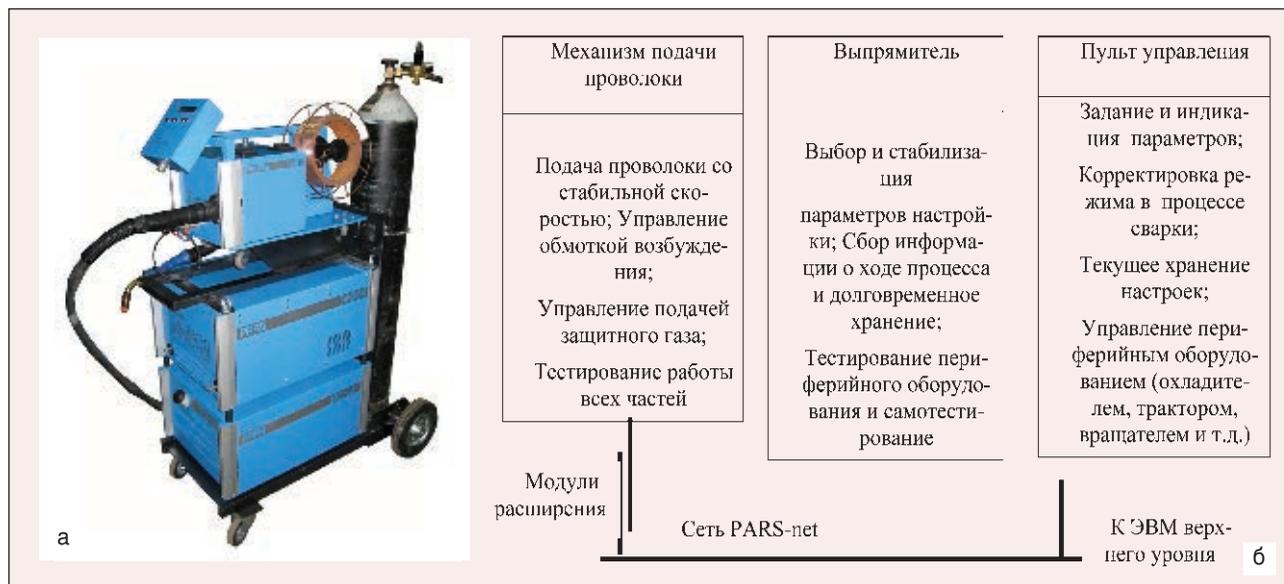
При использовании инверторов Р-320И, Р-601И технологические возможности дуговой наплавки существенно расширяются. Эти инверторы оснащены цифровой системой управления и позволяют сохранить 50 вариантов настройки. При дуговой наплавке производится стабилизация скорости подачи проволоки и напряжения дуги. Наличие импульсных режимов позволяет осуществлять качественную наплавку с минимальным проплавлением основного металла, точно управлять процессом образования и переноса капли, точно регулировать тепловое вложение в основной металл. Импульсные режимы позволяют обеспечить высокую



Рис. 12. Выпрямитель Р-320И



Рис. 13. Выпрямитель Р-601И



производительность наплавки и реализовать управляемый перенос электродного металла практически без разбрызгивания со средним током наплавки меньше критического примерно в 2–3 раза, что существенно снижает проплавление основного металла и понижает его участие в наплавленном металле.

Благодаря использованию импульсных режимов работы инверторов Р-320И, Р-601И, регулированию их динамических характеристик, успешно выполняют наплавку изделий из алюминиевых сплавов, наплавку бронзы на стальные поверхности.

Разработанные на базе модульных узлов ПАРС полуавтоматы ПАРС-Н предназначены для сварки крупногабаритных конструкций (сосуды, морские суда, мостовые конструкции и др.), где место сварки может находиться от источника питания на расстоянии до 80 м и для получения высокого качества необходима стабильная работа оборудования и его высокая управляемость.

Конструкция полуавтоматов ПАРС-Н выполнена в модульном варианте, она включает базовые (выпрямитель, механизм подачи проволоки, пульт управления) и вспомогательные (охладитель, вращатель, трактор и др.) модули, объединенные в единое целое на базе цифровой сети PARS-net. Модульное исполнение позволяет существенно повысить управляемость на рабочем месте, улучшить ремонтпригодность, упрощает обслуживание и настройку оборудования.

- Полуавтомат ПАРС-Н включает:
- выпрямитель управляемый стабилизированный;
 - механизм подачи проволоки с цилиндрическим мотор-редуктором, электро-

двигателем постоянного тока и датчиком скорости;

- цифровой дистанционный пульт управления;
- модули расширения (охладитель, вращатель, тележка и др.).

Устройство управления полуавтоматом имеет распределенную сетевую структуру. Каждый блок оснащен собственным микропроцессорным устройством управления и подключен к цифровой сети (рис. 14).

По сети идет передача команд от пульта управления, обратно передаются данные о состоянии устройства, качестве приема и результаты исполнения команд, для повышения управляемости выполняется соединение с ЭВМ верхнего уровня.

В конструкции полуавтоматов использована новейшая элементная база, реализована полная модульность оборудования, создан цифровой привод с электродвигателем постоянного тока, реализована помехоустойчивая сеть PARS-net. В основу конструкции заложены решения, которые в течение многих лет проверяли в условиях реального производства.

Для подающих механизмов полуавтоматов ПАРС-Н с целью обеспечения стабильности скорости подачи сварочной проволоки разработан цилиндрический трехступенчатый мотор-редуктор с четырьмя ведущими роликами диаметром 45 мм.

Это позволило получить большие усилия подачи проволоки (сплошного сечения или порошковой) диаметром 0,8–3,2 мм со стабильностью не ниже $\pm 1\%$.

Полуавтоматы ПАРС-Н имеют специальный датчик, установленный на валу эле-

Рис. 14. Внешний вид (а) и структурная схема (б) полуавтомата ПАРС-Н

ктродвигателя для прямого измерения скорости, сигналы от которого обрабатываются специальным цифровым приводом. Эта технология позволяет обеспечить стабильную работу подающего механизма с заданной точностью при его расположении на расстоянии до 100 м от источника питания и изменении питающего напряжения на $\pm 25\%$.

Мотор-редуктор и электропривод подачи проволоки в целом практически не требуют обслуживания и работают с высокой точностью в широком диапазоне температур.

Устройство управления полуавтоматом не содержит элементов, работающих в аналоговом режиме, что исключает настройку и обслуживание, резко расширяет температурный режим работы ($-35...+45^{\circ}\text{C}$). Ремонт заключается в замене плат управления. Предусмотрена память настроек и реализован банк режимов сварки, содержащий параметры для 80 вариантов. Для перехода с режима на режим выбирают нужный номер.

Все без исключения параметры режима сварки стабилизированы. Поэтому при выборе уже однажды отработанных режимов нет необходимости в их корректировке при изменении внешних факторов (температуры и влажности среды, напряжения в сети и др.), что очень важно при сварке ответственных конструкций.

Реализована возможность ограничения силы тока дуги для всех режимов с защитой паролем. Это позволяет установить максимальную силу тока сварки, которую сварщик самостоятельно изменить не может, что особенно важно при сварке ответственных конструкций.

Предусмотрена настройка времени продувки газом до и после сварки, начальной скорости подачи проволоки и энергетической характеристики выпрямителя, режимы работы кнопки на горелке (без захвата, с захватом, четырехтактная работа с возмож-

ностью выбора трех различных режимов при последовательном нажатии кнопки), возможность отключения выпрямителя сразу же после отпускания кнопки или по окончании времени продувки и др.

Для обслуживания не требуется высококвалифицированный персонал, поскольку полуавтоматы ПАРС-Н оснащены встроенной тестовой системой.

Для унификации оборудования любой механизм подачи проволоки можно подключить к любому выпрямителю ПАРС: ВДУ-516, Р-320И, Р-601И. Кроме того, все сварочные выпрямители ПАРС обеспечивают работу всеми способами сварки плавлением: покрытыми электродами, под флюсом и в защитном газе. Для увеличения мощности сварочной системы предусмотрено параллельное включение до четырех выпрямителей на одну нагрузку с обеспечением их синхронизации с единого пульта управления.

Разработаны модели оборудования с подключением к заводской сети (по проводной связи или по радиоканалу) для передачи служебной информации от оператора-сварщика и получения оперативной информации от мастера. По заводской сети можно загрузить рабочие режимы в полуавтомат и проконтролировать их реализацию.

Для повышения управляемости при сварке покрытыми электродами распределенных объектов разработано устройство радиуправления сварочными выпрямителями, которое включает модуль управления, установленный на выпрямитель, и пульт дистанционного управления (ПДУ) с цифровым индикатором строки по 16 символов. На ПДУ (рис. 15) отображается вся текущая информация о настройках выпрямителя, содержится банк режимов сварки.

Цифровая связь производится на частоте 2,4 ГГц. При первом включении система производит сканирование эфира и автоматически выбирает свободный канал.

В процессе сварки сварщик может включать или выключать выпрямитель, плавно изменять силу тока и напряжение сварки, включать и отключать импульсные режимы работы выпрямителя, получать измеренные значения силы тока и напряжения сварки.

В диагностическом меню постоянно показывается текущее состояние аккумулятора ПДУ и уровень сигнала от базового блока. Для экономии энергии подсветка индикатора включается при любом нажатии кнопок и отключается через заданное регулируемое время.

ПДУ позволяет запомнить до 10 вариантов режимов сварки и вызвать их нажатием соответствующей кнопки с номером режима или оперативно произвести корректировку текущего режима с запоминанием настройки.

ПДУ выполнен в варианте IP54 и позволяет осуществлять эксплуатацию в жестких производствен-



Рис. 15. ПДУ с радиоканалом

ных условиях при температуре окружающей среды от минус 20 до плюс 45°С.

Для плазменной наплавки используют аппаратуру для плазменной сварки и наплавки ПАРС АП-400. С ее помощью производят плазменную сварку алюминиевых и магниевых сплавов, нержавеющей стали, наплавку порошками и проволокой.

Для обеспечения высокой производительности в комплект АП-400 включена автоматизированная газовая система, позволяющая в цифровом виде производить измерение расхода четырех видов газа (плазмообразующий, защитный газ, газ для поддува в корень шва, транспортирующий газ).

АП-400 обеспечивает бесступенчатое регулирование силы тока дежурной дуги до 100 А, основной дуги до 500 А, специальная конструкция плазматрона позволяет получить качественную наплавку с регулируемой глубиной проплавления.

Плазматрон КАМА-22, используемый для наплавки, имеет комплект различных насадок для получения различной концентрации энергии при реализации различных технологических процессов: сварки алюминия, сварки сталей, наплавки с дополнительной присадочной проволокой, наплавки порошковыми материалами.

Для подачи проволоки при плазменной наплавке используют мотор-редуктор типа 532, а для подачи порошка — дозатор П-32 (рис. 16), имеющий следующие параметры:

<i>Скорость транспортирующего газа, л/мин</i>	0–5
<i>Тип управления</i>	от ВДУ-516П
<i>Скорость подачи порошка, г/мин</i>	3–80
<i>Транспортирующий газ</i>	Ar, Ar/H ₂ , N
<i>Вместимость накопителя, кг</i>	15
<i>Класс защиты</i>	IP 23
<i>Масса, кг</i>	7,6
<i>Габаритные размеры, мм</i>	210×180×520

Все сварочные параметры, такие как зажигание, выбранная дежурная либо основная дуга или количество присадочного материала регулируются программно, что обеспечивает большее удобство в обращении и хорошую производительность. В комплекте находится тестовая система для проверки всех органов установки, что облегчает работу, а программа для контроля за введенными параметрами и ошибками делает проверку проще.

Для плазменной наплавки используют выпрямитель ВДУ-516П (рис. 17), позволяющий производить наплавку и напыление при использовании аргона, аргоно-азотных, аргоно-гелиевых смесей. Обеспечивается



Рис. 16. Дозатор порошка П-32



Рис. 17. Выпрямитель ВДУ-516П

устойчивое зажигание дуги в плазматроне на малых значениях силы тока. Программно контролируется повышение силы тока до рабочего значения.

Выпрямитель имеет встроенный осциллятор для возбуждения дуги, позволяет производить настройку рабочих параметров ВАХ, обеспечивает управление динамическими характеристиками. С его помощью можно плавно, начиная от горения дежурной дуги, повышать силу рабочего тока и после окончания процесса плавно снижать с последующим гашением дуги. Техническая характеристика выпрямителя:

<i>Сила тока дежурной дуги, А</i>	5–100
<i>Диапазон силы тока сварки, А</i>	50–550 DC
<i>Сила сварочного тока, А, при ПВ:</i>	
100%	450
60%	550
<i>Напряжение холостого хода, В</i>	200
<i>Потребляемая мощность, кВт, при 60% ПВ</i>	40
<i>Напряжение сети (50 Hz), В</i>	3×380
<i>Сила тока срабатывания сетевого предохранителя, А</i>	60
<i>Класс защиты</i>	IP 23
<i>Масса, кг</i>	260
<i>Габаритные размеры (L×B×H), мм</i>	1160×610×990

Полуавтоматами ПАРС-Н оснащены ведущие предприятия России и СНГ: Атоммаш, Уралвагонзавод, Центросвар, МФ Стальконструкция, Сталькон, Азовмаш, более 50 ремонтных депо РЖД и др. ● #1397



weldex

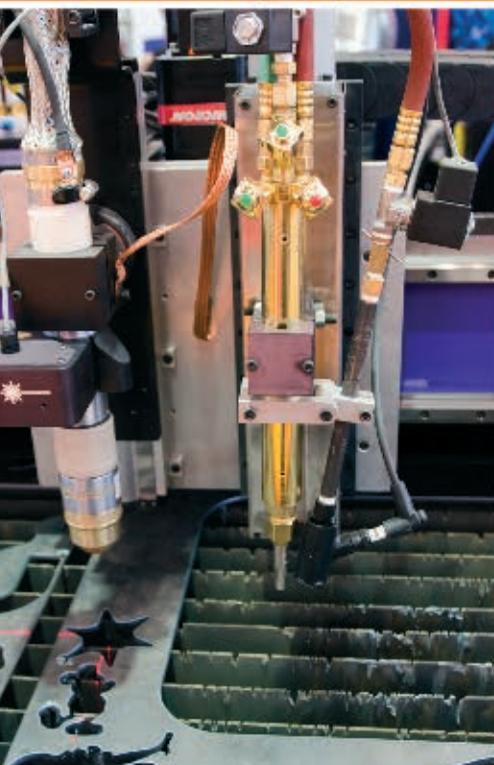
РОССВАРКА

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

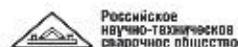
Реклама

Организатор:



В составе группы компаний ITE
Тел.: +7 (495) 935 81 00
E-mail: weldex@ite-expo.ru

Официальная поддержка:



ММАГС

Генеральный
информационный партнер:



Журнал
«Сварочное производство»



ПАО «ЗАПОРОЖСТЕКЛОФЛЮС»

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

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

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



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



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

АН-348-А, АН-348-АМ, АН-348-АП, АН-47, АН-47ДП, АН-60, АН-60М, АН-20С, АН-20П, АН-26С, АН-26П, АН-67, ОСЦ-45, ОСЦ-45М.
 (ГОСТ 9087-81, ТУ У 05416923.049-99, ГОСТ Р 52222-2004).

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

Нашим предприятием освоено промышленное производство специальных плавящихся продуктов-шлаков для использования в шихте при производстве керамических флюсов, порошковых проволок и других сварочных материалов.
Марка MS – марганцевый шлак, индекс основности по Боншевскому менее 1,0.
Марка CS – шлак нейтрального типа с рафинирующими свойствами, индекс основности по Боншевскому 1,1.
Марка AR – шлак алюминатно-рутилового типа с хорошими сварочно-технологическими свойствами, индекс основности по Боншевскому 0,6. Размер частиц: 0,05–0,63 мм (50–630 микрон) Влажность: не более 0,025% при 200°С.

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

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

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

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

ООО «Триада Сварка»
 г. Запорожье, ул. Д. Гоголя, 10
 Контактный телефон: +380 (61) 220-00-79

**РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА
 АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
 СВАРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
 ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПОЛНАЯ
 КОМПЛЕКТАЦИЯ СВАРОЧНЫХ
 ПРОИЗВОДСТВ**

**РЕМОНТ ЛЮБОГО СВАРОЧНОГО
 ОБОРУДОВАНИЯ**

**ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ
 РАБОТЫ**

**ШИРОКИЙ ВЫБОР
 СВАРОЧНОГО
 ОБОРУДОВАНИЯ**

Запорожье, ул. 40 лет Сов. Украины, 82, оф. 79
 тел.: (061) 220-00-79, 233-10-58
 Днепропетровск, пр. Кирова, 58, оф. 6
 тел.: (056) 375-65-83
 Киев, ул. Сырецкая, 35
 тел.: (044) 222-53-09

www.triada-welding.com, sales@triada-welding.com



**ТРИАДА
 СВАРКА**
 СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОСТАВЩИК
 СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ





**ОФИЦИАЛЬНЫЙ СИСТЕМНЫЙ
 ИНТЕГРАТОР ПРОМЫШЛЕННЫХ
 РОБОТИЗИРОВАННЫХ СВАРОЧНЫХ
 КОМПЛЕКСОВ НА БАЗЕ ОБОРУДОВАНИЯ
 YASKAWA MOTOMAN (ЯПОНИЯ) И
 FRONIUS INTERNATIONAL (АВСТРИЯ)**

**ПЕРВЫЙ В УКРАИНЕ СЕРВИСНЫЙ
 ЦЕНТР ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ И
 РЕМОНТУ РТК MOTOMAN**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА
 ТЕХНОЛОГИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ
 ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ**



ЗАПОРОЖЬЕ,
 (0612) 34-36-23
 (061) 213-22-69

RFA-ROBOTICS.COM



Влияние состава защитного газа на процесс MAG-сварки низколегированных и углеродистых сталей



А. Бугинов, специалист по газовым технологиям, ПАО «Линде Газ Украина» (Днепропетровск)

Газовые смеси на основе аргона находят все большее применение при MIG/MAG сварке, как в Украине, так и других странах СНГ.

Исследования сварки в среде различных смесей на основе аргона берут свое начало с 70-х годов прошлого столетия, однако наибольшее практическое распространение сварочные смеси получили в 90-х годах, особенно в европейских государствах, таких как Германия, Великобритания, Франция, Швеция. В настоящее время применение сварочных смесей на основе аргона в вышеперечисленных государствах занимает не менее 95% рынка защитных газов для MIG/MAG сварки.

Многие украинские предприятия, напротив, до сих пор используют углекислый газ для сварки низколегированных и углеродистых сталей, несмотря на неоспоримые преимущества использования смесей на основе аргона.

Компания Linde (Германия) является одним из ведущих мировых разработчиков различных сварочных смесей и технологий их применения, владельцем официально зарегистрированных торговых марок, таких как CORGON®, CRONIGON®, VARIGON®.

Защитный газ играет важнейшую роль в процессе MAG-сварки. Его влияние сказывается на качестве сварного шва, производительности сварки, загрязнении атмосферы рабочего места сварщика.

Переход на использование сварочных смесей на основе аргона вместо CO₂ позволяет оптимизировать сварочный процесс, в том числе его экономические характеристики.

Сварочные смеси на основе аргона пришли на смену CO₂ как защитного газа и активно используются в Европе при сварке углеродистых и низколегированных сталей. При сварке углеродистых сталей в чистом аргоме в шве образуются поры, поэтому применяют смеси с добавочными активными газами — кислородом и/или диоксидом углерода, стабилизирующие дугу и улучшающие сварочный процесс. Добавление к аргону кислорода практически не меняет электрические характеристики дуги и ее воздействие на ванну и каплю.

Также в качестве добавочного газа может выступать гелий, особенно, когда требуется повышенная производительность сварки. Количество добавочного газа зависит от толщины металла, требуемой производительности, способа сварки: ручная, автоматизированная либо роботизированная.

Выбор защитного газа, прежде всего, оказывает влияние на следующие ключевые параметры MAG-сварки:

1. Зажигание дуги и ее стабильность.

2. Скорость сварки и, как следствие, затраты на сварочное производство.

3. Вид переноса металла и размер капли.

4. Защита расплавленного металла ванны от атмосферных газов.

5. Образование окалины и количество брызг.

6. Металлургические процессы и механические свойства сварного соединения.

7. Геометрия сварного шва и глубина провара.

8. Количество и состав аэрозолей, образующихся при сварке.

Преимущества смеси на основе аргона.

Помимо нарушений режимов сварки, состав защитного газа является наиболее важным фактором, влияющим на образование брызг. Использование чистого CO₂ в качестве защитного газа приводит к образованию большого количества брызг, как результат нестабильности дуги.

Чем больше содержание CO₂ в смеси с аргоном, тем большее количество брызг образуется в процессе MAG-сварки. Чем больше размер брызг, тем большее количество теплоты они содержат. Исследования показали, что брызги металла с диаметром более 0,8 мм содержат такое количество теплоты, что привариваются к рабочей поверхности в процессе сварки. В большинстве случаев это влечет за собой последующую обработку поверхности в зоне сварного соединения. На рис. 1 показано, как доля брызг с диаметром более 0,8 мм. увеличивается с увеличением процента CO₂ в смеси с аргоном.

Шлак на поверхности шва состоит из оксидов металлов и выглядит как коричневые стеклообразные «островки». Чем больше окислительных элементов содержится в защитной сварочной смеси (CO₂ или O₂), тем больше оксидов будет образовываться. Эти оксиды должны быть удалены перед покраской или другой обработкой поверхности.

Механические свойства сварного соединения также очень подвержены влиянию состава защитного газа. Чем ниже содержание CO₂,

тем «чище» металл сварного шва, тем меньше оксидных включений он содержит. Также микроструктура становится более мелкозернистой, что благоприятно сказывается на ударной вязкости металла шва (рис. 2).

Усталостная прочность сварного соединения также в некоторой степени зависит от защитного газа. Сварка в защитных смесях на основе аргона позволяет получить более плавный переход между швом и основным металлом, чем при использовании чистого CO_2 (рис. 3). К сварным соединениям, подвергающимся динамическим нагрузкам, предъявляются повышенные требования к усталостной прочности соединения. Если переход между металлом шва и основным металлом недостаточно плавный, впоследствии потребуются дорогостоящая механическая обработка.

Скорость сварки. При увеличении скорости сварки в чистом CO_2 профиль сварного шва становится более выпуклым, а также ухудшается перенос металла, что ограничивает скорость сварки по сравнению со сваркой в смесях на основе аргона (рис. 3, 4). В данном примере были использованы три различных газа в процессе МАG-сварки низколегированной стали. Скорость подачи проволоки сохранялась постоянной, напряжение было установлено на оптимальном уровне для каждого защитного газа. Скорость сварки увеличивалась до тех пор, пока профиль шва не становился слишком выпуклым. В результате при снижении процента содержания CO_2 в защитной смеси скорость сварки могла быть увеличена (рис. 4).

Как уже упоминалось, различные защитные газы позволяют получить различную геометрию сварного шва. При сварке в смесях на основе аргона расплавленный металл в сварочной ванне более жидкий, чем при сварке в чистом CO_2 , что делает профиль сварочного шва более сопряженным с основным металлом, невыпуклым. Сварка в

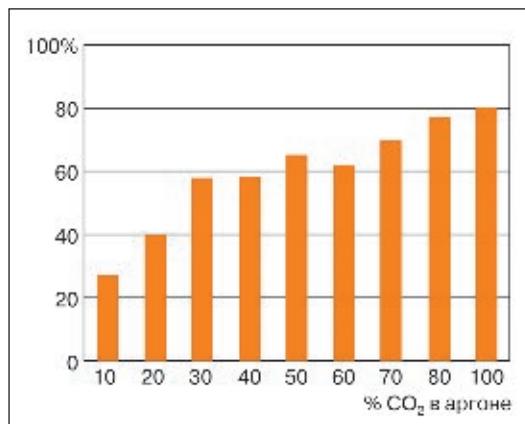


Рис. 1. Зависимость количества крупных брызг от процентного соотношения содержания CO_2 в аргоне

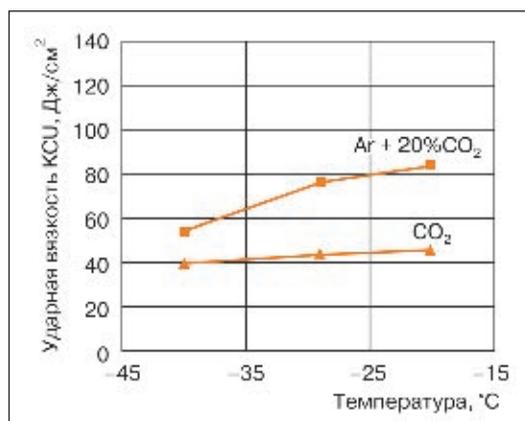
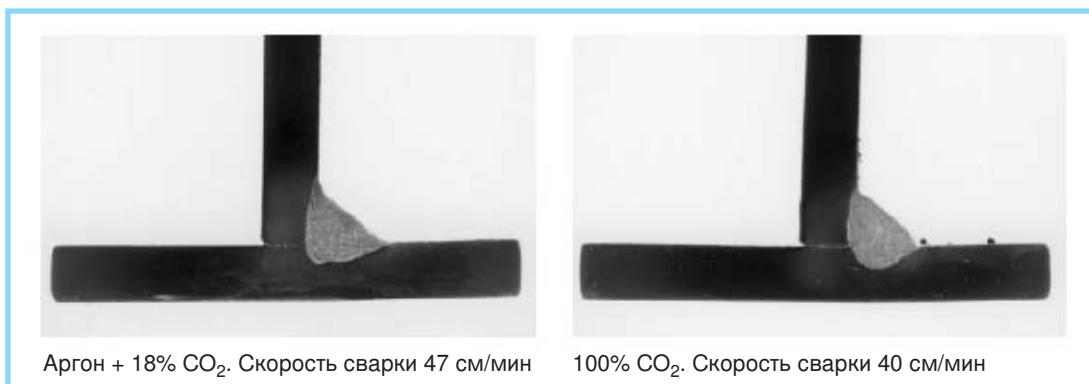


Рис. 2. Зависимость ударной вязкости металла от защитного газа и температуры

чистом CO_2 делает профиль шва сильно выпуклым, переходы на основной металл — неплавные. Кроме того, это приводит к низкой усталостной прочности сварного соединения, что также приводит к перерасходу сварочной проволоки при сварке в CO_2 для достижения заданного катета шва (рис. 5).

Установка параметров сварки. При использовании смесей на основе аргона гораздо легче найти оптимальные параметры сварки, чем при сварке в чистом CO_2 . Диапазон, в котором дуга остается стабильной гораздо шире в смесях на основе аргона. Чтобы избежать дефектов в шве очень важно произвести правильную настройку аппарата.

Рис. 3. Сварка в смесях на основе аргона позволяет получить более плавные переходы между металлом сварного шва и основным металлом, чем при использовании чистого CO_2 (пластины 6 мм, низколегированная сталь, проволока диаметром 1,0 мм, скорость подачи проволоки 12 м/мин)



Риск прожога. Напряжение при сварке в смесях на основе аргона на 2–3 В ниже, чем при сварке в CO_2 при той же скорости подачи сварочной проволоки. Это означает, что в зону сварки передается меньшее количество тепловой энергии и риск прожога при сварке тонких пластин в среде смесей на основе аргона значительно снижается.

Итак, преимущества, получаемые при переходе с чистого CO_2 на смеси на основе аргона и CO_2 , следующие:

- снижение разбрызгивания электродного металла;
- минимальное количество шлака на поверхности шва;

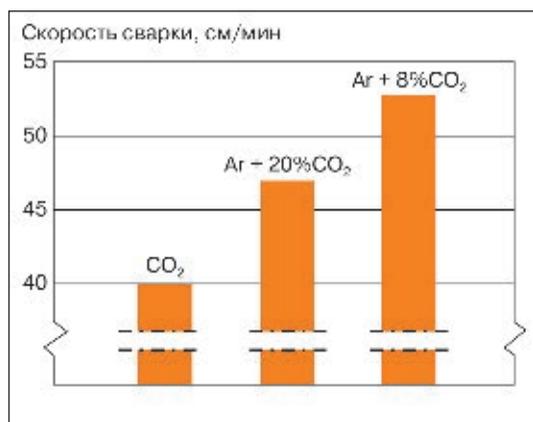


Рис. 4. Максимальные скорости сварки для углового шва при использовании различных защитных газов. Катет шва 4 мм, толщина пластин 6 мм, низколегированная сталь, диаметр сварочной проволоки 1,0 мм, скорость подачи проволоки 12 м/мин

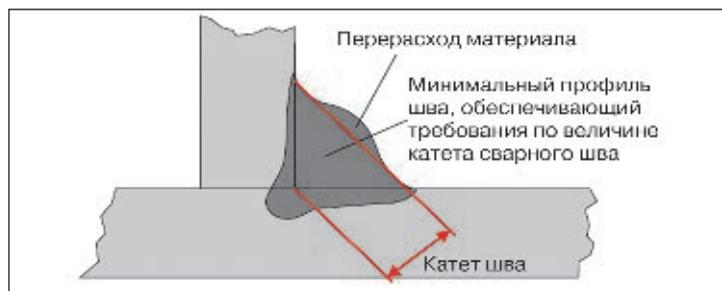


Рис. 5. Перерасход сварочной проволоки при сварке в чистом CO_2 — для заданного катета шва

- улучшение механических свойств сварного соединения (пластичность, вязкость, усталостная прочность);
- меньшее выгорание легирующих элементов, что означает более высокий предел текучести и предел прочности при растяжении;
- плоский сварной шов с плавными переходами к основному металлу;
- более высокая скорость сварки и производительность сварки.
- более простая установка оптимальных параметров сварки, расширенный диапазон, в котором дуга стабильна — меньший риск получения дефектов в шве;
- меньший риск прожога, особенно при сварке тонких листов за счет пониженного количества передаваемого в зону сварки тепла.

Смеси серии CORGON, производимые компанией Linde Gas для сварки низколегированных и углеродистых сталей.

- **CORGON 8 (смесь 92% аргона, 8% CO_2).** Хорошая смесь, используемая в качестве защитного газа при сварке низколегированных и углеродистых сталей в режиме струйного переноса металла.

Количество брызг электродного металла — минимально, что делает данную смесь идеальной для использования в производстве, где требуется экономия времени на зачистку (экономия средств).

Минимальное окисление поверхности шва, что требуется для процессов с последующей окраской поверхности.

Используется в различных отраслях промышленности, от производства грузовых автомобилей до судостроения. Очень хорошо подходит для технологических про-



Рис. 6. Эксперимент по сварке в сварочной смеси CORGON18, проведенный в ПАО «Дружковский машиностроительный завод»: а — сварка в среде CO_2 , сталь Ст3, толщина 10 мм, проволока СВ08Г2С, 1,6 мм, скорость подачи 9,0 м/мин, расход газа 12 л/мин; б — сварка в среде CORGON18, сталь Ст3, толщина 10 мм, проволока СВ08Г2С, 1,6 мм, скорость подачи 9,0 м/мин, расход газа 12 л/мин. Достигнута экономия сварочной проволоки 17,19%

Таблица. Характеристики газовых смесей Linde Gas для сварки низколегированных и углеродистых сталей

	Скорость сварки	Образование брызг	Уменьшение шлаковых включений	Образование пор	Плавление	Глубина провара	Простота использования
CORGON 10	••	••	••	••	•	•	••
CORGON 5S2	••	•••	•••	•	•	•	••
CORGON 18	•	•	•	•••	•••	•••	••
CORGON 12S2	•••	•••	••	•••	••	••	•••
CORGON 10He30	•••	•••	•••	•••	•••	•••	••

цессов, включающих последующую порошковую покраску после сварки.

● **CORGON 5S2 (смесь 93% аргона, 5% CO₂, 2% кислорода).** Эта трехкомпонентная смесь предназначена в основном для сварки тонких металлов. Низкие уровни CO₂ и O₂ уменьшают риск прожога и, как следствие, образования дефектов в виде пор и свищей в шве.

CORGON 5S2 обеспечивает высокую стабильность горения дуги, что, в свою очередь, снижает образование брызг, позволяет экономить сварочную проволоку и снижает затраты на последующую механическую обработку по удалению брызг металла.

Высокая скорость сварки, достигаемая при использовании CORGON 5S2 и низкое тепловложение позволяют значительно снизить температурные деформации зоны сварки.

● **CORGON18 (смесь 82% аргона и 18% CO₂).** С применением данной смеси достигается хорошая глубина провара, особенно при сварке толстолистового металла. Это позволяет избежать дефектов в шве. Достаточно высокое содержание CO₂ позволяет более эффективно производить сварку металла, загрязненного маслом, влагой, ржавчиной, снижая таким образом себестоимость производства. Самая распространенная смесь, применяемая при механизированной сварке низколегированных и углеродистых сталей. В сравнении с чистым CO₂ позволяет увеличить скорость сварки до 10% и достичь экономии сварочной проволоки до 15%.

● **CORGON12S2 (смесь 86% аргона, 12% CO₂, 2% кислорода).** Трехкомпонентная защитная газовая смесь предназначена для достижения максимальной производительности. Позволяет выполнять сварку в широком диапазоне по току и напряжению, облегчая сварщику их выбор и достижение хороших результатов сварки без дефектов.

Идеально подходит как для механизированной, так и для автоматической и роботизированной сварки. Обеспечивает низкий уровень образования брызг наряду с хорошей глубиной провара.

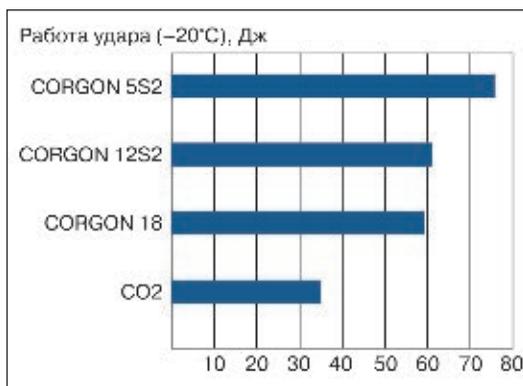


Рис. 7. Работа удара металла шва при использовании различных защитных газов

Применение CORGON12S2 позволяет получить гладкие сварные швы, сократить расход проволоки. Обеспечивает плавный переход между основным металлом и сварным швом, что позволяет избежать возникновения концентраторов напряжения. Высокая скорость сварки обеспечивает снижение уровня термических деформаций в свариваемых конструкциях.

● **CORGON10He30 (смесь 60% аргона, 10% CO₂, 30% гелия).** Данная смесь, содержащая гелий, была специально разработана для роботизированной сварки, где может быть полностью использован ее потенциал в части скорости сварки. Более высокая скорость сварки, достигаемая при использовании данной смеси, позволяет значительно увеличить производительность сварки, а также заметно снизить температурные деформации, возникающие в ходе сварочных работ.

Высокая стабильность дуги наряду с увеличением теплопроводности, благодаря наличию гелия в данной смеси, создает жидкий, долго остывающий сварной шов, что позволяет избежать таких дефектов, как пористость при остывании.

Все вышеперечисленные защитные сварочные смеси выпускаются компанией ПАО «Линде Газ Украина» под официально зарегистрированной торговой маркой CORGON® и проходят полный лабораторный анализ перед отгрузкой потребителю.

Наполнение смесей Linde Gas происходит в 40-литровые баллоны под давлением 150 атм., а также бандлы (связки 12-ти 50-литровых баллонов с единым выходом) под давлением 200 атм., что обеспечивает повышенную вместимость.

По вопросам приобретения любых защитных газовых смесей Linde, а также разработки технологий их внедрения обращайтесь в ПАО «Линде Газ Украина» (Днепропетровск), Отдел газовых технологий, тел. +38 0562 35-12-25.

● #1398

Публикуется на правах рекламы.

Проблемы ремонтной сварки стали 110Г13Л большой толщины

В.И. Панов, д-р техн. наук, ОАО «Уралмашзавод» (Екатеринбург)

Высокоуглеродистую высокомарганцовистую самонаклепывающуюся сталь 110Г13Л (старые названия — сталь Гадфильда, сталь Г13Л) аустенитного класса широко применяют при изготовлении деталей для тяжелого машиностроения (футеровка корпусов мельниц, била и др.), работающих в условиях ударного нагружения. Химический состав стали приведен в таблице.

В настоящее время дуговую сварку стали 110Г13Л применяют в следующих случаях. Изготовление лито-сварных конструкций (kozyрьки и зубья ковшей шагающих и карьерных экскаваторов, черпаки и барабаны драг и др.). В общих чертах свариваемость этой марки стали хорошо изучена.

Как образно выразился академик Б.Е. Патон, металл надо готовить к сварке. Для свариваемых заготовок есть ряд ограничений по химическому составу, прежде всего, по содержанию углерода, марганца и фосфора.

Учитывая очевидные преимущества стали подобного класса, для тяжелого машиностроения разработаны ее разновидности: 100Г13Х2НЛ, 100Г13Х2МЛ, 110Г13НЛ, 130Г13Х2Л, 150Г13Л и др.

Изготовление отливок высокоуглеродистых высокомарганцовистых износостойчивых сталей требует высокой культуры производства. Любое отклонение от технологии может привести к образованию трещин или разрушению заготовок еще в процессе изготовления. Устраняют дефекты ремонтной сваркой.

При принятии решений о выполнении сварочных работ на отливках стали 110Г13Л учитывают множество факторов и их возможное взаимодействие:

Перегрев металла перед заливкой способствует выпадению карбидов. Форма карбидов (сфероидальная, игольчатая и др.) и их размеры прямо зависят от содержания углерода.

Высокая температура заливаемого металла вызывает трансформацию. Этот дефект является скрытым. Он вызывает разрушение детали уже при незначительных нагрузках в процессе правки деформированных отливок (броневых плит, траков гусениц и др.) и при эксплуатации (отрыв клыков козырьков ковшей шагающих экскаваторов и др.). Попытки восстановить работоспособность разрушенной детали с помощью сварки безуспешны.

Фосфор играет роль легирующего элемента, и его содержание свыше 0,08% резко снижает технологическую прочность при сварке. Он обладает высокой ликвирующей способностью, что вызывает образование на границах зерен эвтектик типа Fe-Fe₃P и Mn+Mn₃P, имеющих температуру плавления соответственно 1050 и 964°C.

Фосфиды и фосфаты утолщают границы зерен, чем (как и карбиды) резко снижают межзеренные связи, создавая тем самым условия для образования трещин.

Повышенная температура нагрева деталей для аустенизации вызывает рост карбидов. При недостаточной температуре нагрева зерна крупных карбидов не успевают раствориться в матрице.

Длительное пребывание металла массивных отливок при высокой температуре в процессе нагрева для аустенизации вызывает обезуглероживание поверхностного слоя. Это приводит к образованию троостомартенситных участков. Аустенитная структура высокоуглеродистых высокомарганцовистых сталей должна иметь твердость не более 217 HV. Наличие перлита и мартенсита повышает твердость металла (более 240 HV) и резко снижает исходную ударную вязкость с 144 Дж/см² и более до 35–75 Дж/см².

Подобное явление может происходить в жаркую погоду, когда температура воды в закалочном баке (более 21°C) не обеспечивает необходимой скорости охлаждения. В целом надо отметить, что термист, выполняющий аустенизацию, должен обладать определенным опытом и уметь предупреждать

Таблица. Химический состав стали 110Г13Л (ГОСТ 2176–77), %, не более

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P
0,90–1,4	11,0–15,0	0,8–1,0	1,0	1,0	0,30	0,050	0,012

образование паровой рубашки на поверхности массивной детали сложной формы.

Аустенитная структура стали 110Г13Л позволяет устранять дефекты отливок непосредственно на месте эксплуатации, причем, чем ниже температура окружающего воздуха, тем благоприятнее условия для ускоренного охлаждения зоны термического влияния.

Затрудненный теплоотвод от места воздействия теплоты сварочной дуги, связанный с низкими теплопроводностью и температуропроводностью стали 110Г13Л и ее разновидностей, ее технологическая наследственность (наличие на границах зерен карбидов, эвтектики фосфора и др.) предъявляют особые требования к выбору режимов сварки. Технологию ремонтной сварки разрабатывают применительно к каждому случаю, в основном придерживаясь известных рекомендаций.

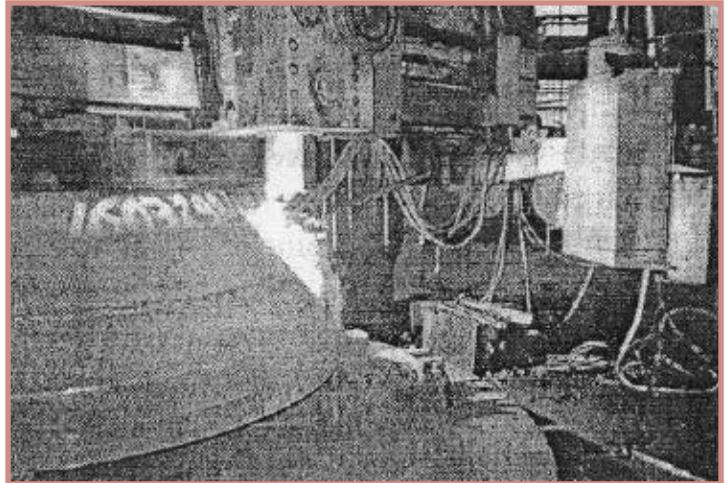
Следует различать случаи, когда детали не подвергаются механической обработке и когда детали подвергаются механической обработке (броневые плиты). В последнем случае сложности принятия решений по выполнению ремонтной сварки возрастают.

Аустенитный состав металла заготовок из стали 110Г13Л и ее аналогов обладает высоким сопротивлением пластическому деформированию. По этой причине размерная механическая обработка заготовок из стали 110Г13Л и ее разновидностей связана со значительными трудностями.

При высоком содержании марганца (более 10%) стали этого класса под действием сил резания приобретают склонность к наклепу, вследствие чего резко возрастает прочность, снижается пластичность поверхностного слоя, аустенит частично переходит в мартенсит.

Увеличение прочности уменьшает скорость резания, поскольку такому изменению механических свойств сопутствует увеличение истираемости резцов, интенсивное изнашивание инструмента вплоть до его поломки.

Низкие теплопроводность и температуропроводность высокоуглеродистых высокомарганцовистых сталей, затрудненный теплоотвод от режущей кромки инструмента требуют повышения температуры резания. Для интенсификации процесса резания заготовок стали 110Г13Л технологи механосборочного производства машиностроительного предприятия вводят искусственный подогрев срезаемого слоя заготовки до определенной температуры.



Наиболее широкое применение получила обработка резанием с плазменным нагревом (плазменно-механическая обработка — ПМО). Она представляет собой комбинированный процесс, повышающий эффективность резания при изготовлении труднообрабатываемых материалов при совместном использовании механической энергии и энергии низкотемпературной плазмы. Процесс ПМО включает в себя нагрев поверхностных слоев до температур, близких к температуре плавления основного металла, и последующее удаление резцом этого слоя. В качестве источника теплоты используют воздушно-плазменную дугу (рис. 1).

Нагрев во всех случаях снижает сопротивление деформации. При обработке легированных и высокопрочных сталей отмечается снижение уровня сил и мощности резания на 30–70%, увеличение стойкости инструмента в 4–40 раз.

По мере выполнения ПМО температура обрабатываемой детали возрастает, что создает неравномерное постоянно меняющееся напряженно-деформированное состояние.

Поток раскаленных газов, содержащихся в плазменной дуге, способствует насыщению этими газами, обладающими большой кинетической энергией, поверхностных слоев, в частности водородом. По мнению автора, водород, даже в аустенитной структуре, может сыграть отрицательную роль.

Таким образом, теплофизическая обстановка при выполнении размерной механической обработки отливок из стали 110Г13Л с предварительным и сопутствующим подогревом плазменной дугой, постепенным возрастанием температуры автоподогрева и последующим замедленным охлаждением является полной противоположностью известным рекомендациям по сварке (точеч-

Рис. 1. Непрерывная плазменная черновая обработка броневых плит дробилки

ный быстродействующий источник малой мощности; температура автоподогрева не должна превышать 50–60°C). Тепловой поток настолько мал, что фиктивный источник теплоты отсутствует и не имеет места принцип суперпозиции.

Рассмотрим, как на практике обрабатывают броневые плиты с предварительным и сопутствующим подогревами и последующим резанием на максимальных режимах с большой глубиной резания. Локальный нагрев осуществляют воздушно-плазменной дугой.

Общий нагрев заготовки броневых плит (толщина стенки 100 мм, диаметр до 2500 мм и масса до 600–700 кг) тяжело нагруженных дробилок в процессе съема стружки может достигать 300°C (определяют по цветам каления стружки и побежалости на поверхности толстостенной детали). Это приводит к тому, что вязкость металла заметно падает. Угол загиба образцов, который в аустенитном состоянии равен 180°, уменьшается до 10°.

На поверхностях, подвергнутой плазменно-механической обработке, вероятность образования трещин исключительно велика (рис. 2). Трещины, вызванные нали-

чием эвтектики фосфора, образуются непосредственно в процессе операции. Трещины, вызванные выпадением карбидов по границам зерен, имеют замедленный характер образования, что связано с формированием напряженно-деформированного состояния; инкубационный период составляет 7–8 сут.

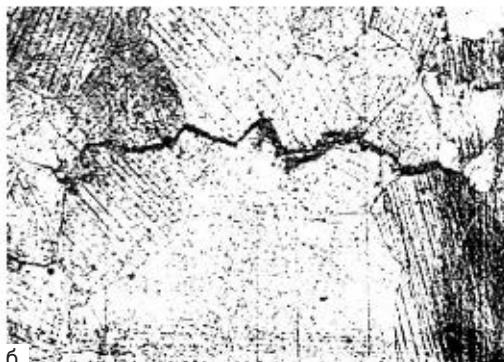
В массивных отливках сложной формы допускаются отклонения по всей толщине. Камнем преткновения является формоизменение обрабатываемых деталей в процессе ПМО, связанное с непрерывным локальным нагревом и большим объемом неравномерно распределенного удаляемого металла. Эллипсность броневых плит является признаком брака.

Восстановление чертежных размеров ручной дуговой наплавкой представляет собой значительные трудности. При разработке технологии ремонтной сварки необходимо учитывать все те сложные явления, которые протекают в металле отливок из стали 110Г13Л.

Помимо предупреждения дальнейшего охрупчивания металла (обеспечения технологической прочности) и сведения к минимуму деформаций, на этот раз сварочных, с



Рис. 2. Трещина (обозначена стрелкой) на обработанной поверхности (а); интеркристаллитные трещины замедленного разрушения аустенитного металла броневых плит дробилок после плазменно-механической обработки: б — $\times 60$; в — $\times 500$



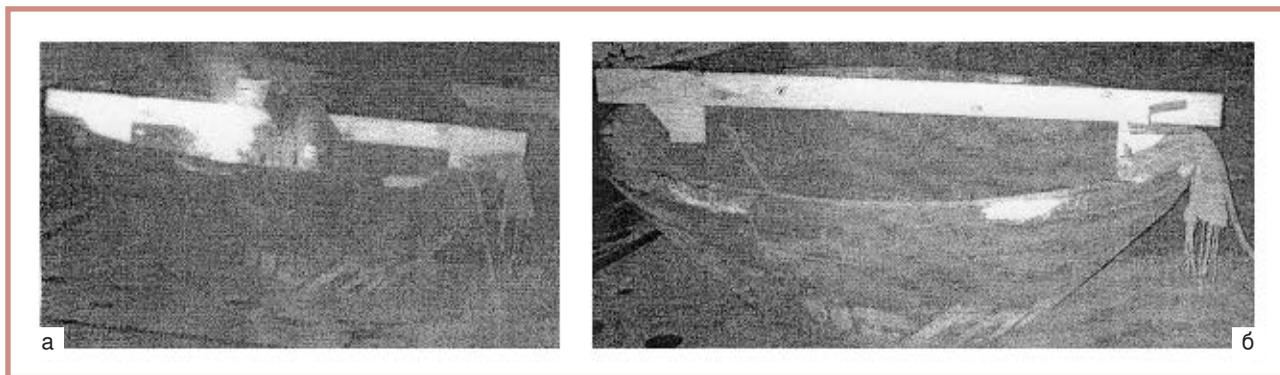


Рис. 3. Восстановление чертежных размеров броневых плит после плазменно-механической обработки: а — рабочий момент ремонтной сварки; б — шаблон для регулирования в процессе сварки временных и остаточных сварочных деформаций

целью восстановления чертежных размеров технология должна предусматривать регулирование временных деформаций корпуса броневых плит за счет соблюдения порядка выполнения наплавляемых валиков (рис. 3).

Приведем примеры успешного выполнения ремонтной сварки толстостенных отливок из стали 110Г13Л и ее аналогов.

1. В результате обрушения литейной формы оказалась не полностью залитой боковая стенка козырька ковша шагающего экскаватора ЭШ-20.90. Необходимо было наплавить «дыру» размером 160×500×400 мм. Работу выполняли в течение 3 мес. Тщательный комплексный контроль показал высокое качество металла сварного соединения. Было разрешено дальнейшее произ-

водство козырька. За работой ковша установили наблюдение.

2. Ремонтной сварке подвергали отливки с отклонением по содержанию углерода (до 2%), марганца (до 20%), фосфора (примерно до 0,14%).

3. За счет регулирования напряженно-деформированного состояния при восстановительной наплавке из разряда «брак окончательный» в разряд «брак исправимый» переводили механически окончательно обработанные броневые плиты с отклонением эллипсности диаметров до 20–24 мм.

4. Ряд ремонтных работ выполняли непосредственно в угольных разрезах на открытом воздухе при температуре минус 20–22°С.

● #1399

Новинки оборудования и современные технологии от ведущих компаний отрасли представят на «ВакуумТехЭкспо»

Международная выставка вакуумной техники, материалов и технологий «ВакуумТехЭкспо» состоится 15–17 апреля 2014 г. в Москве, КВЦ «Сокольники». Участники выставки — ведущие российские и зарубежные компании-производители и дистрибьюторы вакуумного оборудования, техники и технологий.

Выставка объединяет 6 направлений:

- Вакуумная техника и технологии в промышленности.
- Средства получения и измерения вакуума.
- Комплектующие вакуумной техники и материалы.
- Криогенное оборудование и комплектующие.
- Течеискатели и аналитическое оборудование, работающее в вакуумной среде.
- Оборудование и технологии для нанесения функциональных покрытий:
 - оборудование для нанесения, травления и осаждения различных материалов;
 - вакуумные установки для нанесения покрытий;
 - установки ионно-плазменной обработки и электронно-лучевого переплава, термовакuumных испытаний;
 - оборудование и технологии для осаждения тонких пленок и электровакуумной обработки оптических приборов;
 - вакуумно-плазменное и высоковакуумное оборудование.

На выставке «ВакуумТехЭкспо» каждый специалист отрасли сможет найти необходимое оборудование, приобрести технику по особой выставочной цене, оценить продукты конкурентов, узнать о новых технологиях и тенденциях следующего года.

www.mashportal.ru



NEW



СВАРКА И РЕЗКА

14-я международная специализированная
выставка оборудования, приборов
и инструментов для сварки и резки

8-11.04.2014



МАШИНОСТРОЕНИЕ

4-я международная специализированная выставка



ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ, ПОКРЫТИЯ

Международная специализированная выставка



ЛИТМЕТЭКСПО

Международная специализированная выставка

Беларусь, Минск,
пр-т Победителей, 20/2
Футбольный манеж

Организатор:



МИНСКЭКСПО

Тел.: +375 17 226 98 58

+375 17 226 90 83

Факс: + 375 17 226 98 58

+375 17 226 99 36

E-mail: e_fedorova@solo.by

партнер выставки:



Генеральный
информационный
партнер:



МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

СТАНКОСТРОЕНИЕ

14-17 октября 2014 Крокус Экспо, Москва

при поддержке Торгово-Промышленной палаты РФ и Московской торгово-промышленной палаты



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»
info@stankoexpo.com

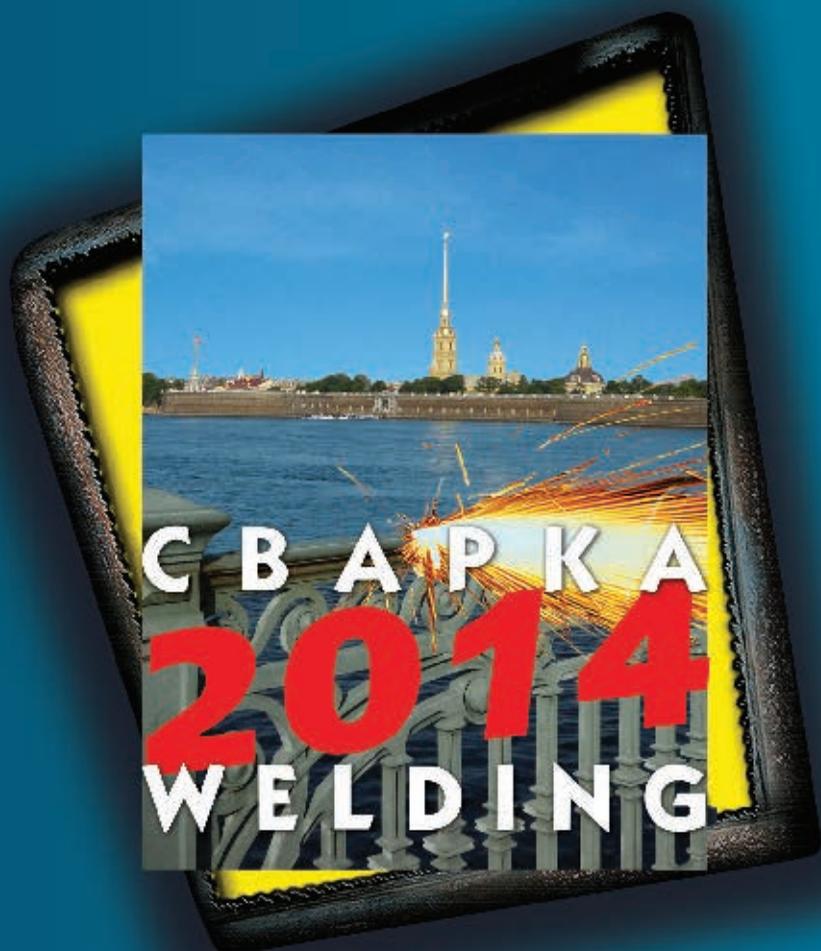
+7 (495) 988-27-68

www.stankoexpo.com



ХVI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

24–27 июня 2014



12+



Санкт-Петербург, ВК ЛЕНЭКСПО

Тел. +7 812 240 40 40, доб. 152

www.welding.expoforum.ru

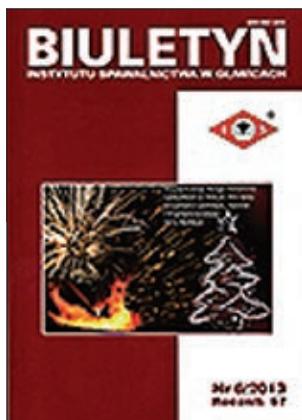
ОРГАНИЗАТОР



ПАРТНЕРЫ



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР Мир сварки



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

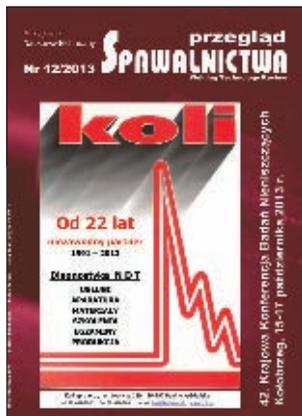
Rykala, T. Pfeifer. Роботизированная СМТ сварка листов из алюминиевых сплавов серии 6xxx

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 установок



**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

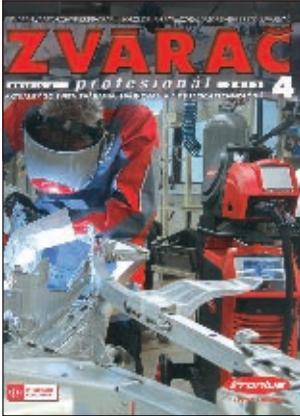
Marek Chalimoniuk, Artur Kulaszka. Оценка декогезии лопатки газовой турбины методом компьютерной томографии

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

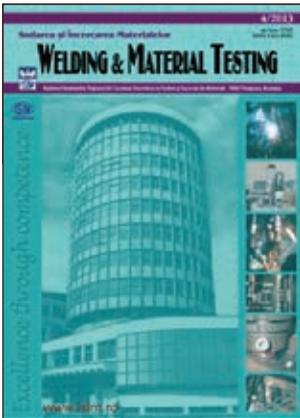


**Содержание журнала
«Zvarac» (Словакия)
№4–2013**

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



**Содержание журнала
«Welding & Material Testing» (Румыния)
№4–2013**

R. Szabo, L. Bergmann, J. dos Santos. Сварка трением с перемешиванием сталей S235 и S355

M. Kocic, M. Prvulovic, S. Linic, M. Ristic, M. Prokolab. Компьютерное моделирование процесса напыления сплава Al1.0Si0.6Mg0.6Mn

S. Budimir, A. Alil, M. Ristic, M. Kocic, B. Katavic. Анализ поврежденных задвижек клапанов компрессоров

I. Vasovic, M. Ristic, M. Radosavljevic, Z. Milutinovic, M. Kocic. Стресс-анализ состояния автобусных колес с использованием пакета программ CATIA и сравнительными методами

**Международный научно-технический конгресс
ОМД-2014. Фундаментальные проблемы.
Инновационные материалы и технологии**

14-17 апреля 2014 г. (Москва)

Организаторы: ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина, НИТУ «МИСиС»

Цель конгресса — проанализировать развитие теоретических исследований, результаты использования инновационных технологий процессов пластической деформации металлов и достижения в конструировании машин и агрегатов.

Тематика конгресса:

- теория и технология процессов пластической обработки металлических материалов;
- методы моделирования и разработки инновационных технологий;
- методы диагностики, оценки и прогнозирования свойств металлических материалов и изделий;
- нанотехнологии в производстве изделий из металлов и сплавов;
- термомеханическая обработка металлических материалов;
- машины и агрегаты ОМД;
- проблемы ресурс- и энергосбережения.



www.rusmet.ru

XII Международный промышленный форум

XII Международный промышленный форум состоялся 19–22 ноября 2013 г. в Киеве в Международном выставочном центре. Форум проходит ежегодно по распоряжению КМУ и уже девять лет входит в список ведущих промышленных выставок мира, официально признанных Всемирной ассоциацией выставочной индустрии UFI.

Организаторы форума – Министерство промышленной политики Украины, УНК «Укрстанкоинструмент», ООО «Международный выставочный центр».

В этом году специализированные выставки разместились на территории 17 000 кв. метров (два павильона МВЦ). В них приняли участие 430 компаний, представив оборудование и технологии из 34 стран мира. Форум посетили 10 911 человек. В рамках Форума были представлены экспозиции из Республики Беларусь, Италии, Китая, Турции и Чешской Республики, а также официальные экспозиции Кировской области, республики Татарстан и Чувашской Республики (Россия).

УкрСварка. Посетители экспозиции специализированной выставки «УкрСварка», были удовлетворены разнообразием оборудования для сварки и резки металла. В рамках экспозиции компании Kuhtreiber s.r.o. (Чешская Республика), ООО «Вистек» (Киев), ООО «Дельта – Современные технологии» (Днепропетровск), ООО «Саммит» (Днепропетровск), ООО «Фрониус Украина» (Киевская обл.), ООО «Центроспав-Украина» (Киев) развернули сварочные посты, на которых все желающие

могли увидеть работу оборудования в исполнении сварщиков-демонстраторов.

Отечественная машиностроительная отрасль была представлена ведущими предприятиями-производителями: ЧАО «Артемовский машиностроительный завод «Вистек» (Донецкая обл.), ПАО «Каховский завод электросварочного оборудования» (Херсонская обл.), ООО «НПФ «Техвагонмаш» (Полтавская обл.).

Оборудование для раскроя листового металла широко представили украинские производители: ООО «Завод автогенного оборудования «Донмет» (Донецкая обл., ОДО «Зонт» (Одесса), ООО «НПФ «Радикан» (Николаев), НПП «Техмаш» (Одесса), а также дилер Pierce Control Automation – ЧП «Фирма «Фаворит АМ» (Львов).

Вниманию многочисленных посетителей были представлены промышленные роботизированные сварочные комплексы Panasonic и Motoman на стендах системных партнеров – компаний ООО «КБ Роботикс Инженерия» (Киевская обл.) и ООО «Триада Сварка» (Запорожье).

Широкую номенклатуру материалов для сварки, наплавки и резки предложили компании: Каунак Teknigi San.VeTic.A.S. (Турция), ООО «Аргус Лимитед» (Одесса), ЧАО «АМЗ «Вистек» (Донецкая обл.), ООО «Запорожэлектрод» (Запорожье), ООО «ЭСАБ Украина» (Киев), ООО «Торговый Дом «ЛЭЗ» (Киев), ООО «Мендол» (Днепропетровская обл.), ООО «Оливер Украина» (Киевская обл.), ООО «НПП «Сварка Евразии», (Москва), ООО «Фрунзе-Электрод» (Сумы) и др.

20 ноября Общество сварщиков Украины организовало конкурс мастеров производственного обучения по сварке в учреждениях профтехобразования Киева и Киевской области. Конкурс включал теоретический экзамен и показательное соревнование по проведению сварочных работ на специально оборудованной площадке.

Металлообработка, Укрмаштех, Укрвтортех. В Международном форуме традиционно приняли участие отечественные заводы: ХЗКПО «Пригма-Пресс» (Хмельницкий), ЧАО «Черниговский механический завод», ОАО «Одесский завод ради-



ально-сверлильных станков», ЧП «Чип» (Нововольск), ДП «Проминструмент» и др.

Впервые за годы проведения Промышленного форума была представлена экспозиция предприятий Италии, которая вызвала повышенный интерес посетителей.

Особым интересом у посетителей форума пользовалось оборудование на стендах представительств таких компаний, как Alfleth Engineering AG (Швейцария), Bystronic AG (Швейцария), DMG (Германия), Galika AG (Швейцария), Gleason Sales (Германия), Knuth Werkzeugmaschinen GmbH (Германия), Spinner Werkzeugmaschinenfabrik GmbH (Германия), Sodick Company Ltd (Япония) и других. Украшением экспозиции стал новейший лазерный станок AMADA, представленный на стенде официального дилера — компании ООО «Батекс» (Киев).

Все разнообразие последних разработок станкостроительной отрасли Европы, а также образцы оборудования из Азии и США были показаны на стендах ведущих украинских дилеров: компаний «Абпланалт Украина» (Киев), ООО «АКМА-Станкоимпорт» (Днепропетровск), ООО «Алиста» (Днепропетровск), ООО «Батекс» (Киев), ООО ТЦ «ВариУс» (Днепропетровск), ООО «Дебико» (Днепропетровск), ООО «Дельта — Современные технологии» (Днепропетровск), ООО «Зенитек Украина» (Днепропетровск), ООО «Империя металлов» (Харьков), СП «Стан-Комплект» (Киев), ООО НПП «Станкопромимпорт» (Харьков), ООО «Сфера-Техно» (Киев) и многих других.

Произвела впечатление на гостей выставки экспозиция металлорежущего инструмента, традиционно представленная такими брендами, как Festool, Saint-Gobain, Sandvik Coromant, Seco AB, Iscar, Walter, Narex Zdanice, TaeguTec, Korloy Inc., Sumitomo, Guehring OHG, ZCC Cutting Tools Europe GmbH и др.

Новым участником Форума в 2013 г. стал отечественный производитель лазерного оборудования ООО «Арамис» (Черкассы).

Укрпромавтоматизация. Участие в работе выставки «Укрпромавтоматизация» приняли ведущие IT компании, разработчики систем автоматизации, производители приборов, отраслевые институты. Широкий ассортимент средств автоматизации и деталей для станков с ЧПУ представила компания «Рефит». Специалистам на выставке предоставляли не только технические консультации, но и помощь в подборе оборудования.

Успешно представил свою экспозицию постоянный участник выставки — компания ВО «Овен», отечественный производитель средств промышленной автоматики и контрольно-измерительных приборов (датчики, контроллеры, преобразователи частоты, регуляторы и т.д.).



Линейка продукции для комплексной автоматизации инженерной подготовки производства в машиностроении была представлена компанией Аскон-КР: Компас-3D, Лоцман: PLM, Вертикаль, Гольфстрим.

Фирма «1С» представила набор компьютерных программ делового, образовательного и домашнего назначения. На сегодняшний день более 1000 организаций доверили свой бизнес программным разработкам «1С».

Специалисты компании «ДСМ-Трейд» представили полный спектр услуг по автоматизации, системной интеграции программного и аппаратного обеспечения для решения различных задач машиностроения, промышленного и гражданского строительства. Компания является поставщиком решений для систем технического документооборота на основе аппаратного и программного обеспечения компаний Canon (Япония) и Ose NV (Нидерланды).

Впервые в выставке участвовала компания IFS Украина, которая является официальным партнером международной корпорации IFS на украинском рынке и осуществляет внедрение, техническую поддержку, установку и модификацию системы ERP класса IFS Applications. IFS Applications позволяет управлять производством, финансами, персоналом,





поставками, проектами, продажами и маркетингом в единой системе управления предприятием.

Особым интересом пользовалась экспозиция Open Mind, ведущего разработчика систем автоматизированного проектирования и программирования, предназначенных для конструирования и изготовления сложных форм и деталей для машиностроения, автомобильной и аэрокосмической промышленности.

Компания «Эси Груп» представила свою продукцию и услуги по проектированию и реализации систем внешнего и внутреннего электроснабжения, автоматизации и диспетчеризации (BMS, АСУ и АСУТП).

Образцы, стандарты, эталоны, приборы. В этом году участники выставки — предприятия-производители и дистрибьюторы измерительной техники продемонстрировали новинки отечественного и зарубежного оборудования. Среди постоянных участников следует отметить продукцию: ООО «Интрон-Сэт» — приборы и оборудование для неразрушающего контроля и технической диагностики, экологического контроля российских компаний «Интерприбор», «Интрон Плюс», «Алтек», «Кропус»; группы компаний «Веда» — широкий спектр весового оборудования производства Веда® и Vyshay®, а также оборудование для магнитно-абразивной обработки (МАОтм) деталей и инструмента; ООО «Вика Прибор» — более 50.000 модификаций измерительного оборудования «Wika Alexander Weigand SE&Co.KG» (Германия); ООО фирма «Кода» — оборудование для измерения и сигнализации уровня веществ Vega (Германия), средства измерения линейно-угловых величин фирмы TESA и Standard Gage (Швейцария); ООО «Мир весов» — новинки весового оборудования фирмы «Zemic» и «Rinstrum» (США); ООО «Снол Украина» — сушильные шкафы, промышленные электропечи для изготовления, сушки и прокаливания сва-

рочных электродов фирмы «Umega» (Литва); ООО «Диагностические приборы» — продукция для технической диагностики и неразрушающего контроля компаний «Olympus» (Япония), «Galdabini» (Италия), «Parker Research Corporation» (США); НПФ «Ультракон» — приборы для технической диагностики и неразрушающего контроля ЗАО «Константа» (Россия), «Votum» (Молдова), НПФ «Техно-тест» (Россия) и многих других.

Впервые в выставке приняли участие группа компаний «Аплисенс», которая представила приборы для измерения уровня сыпучих компонентов производства UWT (Германия), и компания «Макролаб ЛТД» — лабораторное оборудование для пробоподготовки, определения химического и фазового состава, муфельные и сушильные шкафы.

Безопасность производства. Специализированная выставка «Безопасность производства» гармонично дополнила общую экспозицию Международного промышленного форума и еще раз подтвердила актуальность тематики охраны труда и промышленной безопасности, как неотъемлемой части любого производственного процесса. Особое внимание посетителей привлекли образцы рабочей одежды и обуви на стендах отечественных компаний-производителей: ООО «Антал» (Киев), ООО «Браво спецодежда» (Киев), ООО «Вишневская обувная фабрика», (Киевская обл.), ООО «НИД Групп» (Киев). Коллекция тканей специального назначения для пошива рабочей одежды была представлена ООО «Мастер Текстиль» (Киев).

Широкую номенклатуру профессиональных СИЗ для промышленного альпинизма продемонстрировал украинский производитель — Группа производственных предприятий КРОК™ (Луганская обл.).

Коллекцию стендов и знаков промышленной безопасности представили: ЧП «Деста» (Ровно), ООО «ДХ-Студия» (Ровно), ЧП «Реаль» (Чернигов).

Свои предложения в области обучения должностных лиц, задействованных для проведения работ повышенной опасности, и специалистов по охране труда, представили киевские фирмы ООО УПЦ «Профессиональная безопасность» и ЧП «Укр-промлифтсвар».

Информационный раздел выставки был представлен журналами: «Сварщик», «Автоматическая сварка», «Двигатель», «Международный деловой журнал», «Металлообработка и станкостроение», «Наука и Техника», «Ритм», «Energy. Нафта і газ», «Рынок металлопроката и металлообработки», «Технополис», «Мир автоматизации» и др.

Организаторы XII Международного промышленного форума выражают благодарность всем экспонентам специализированных выставок за активное участие, средствам массовой информации за объективное и яркое освещение мероприятия. Надеемся на новую встречу в 2014 году! ● #1400

Календарь выставок на 2014 г.

Украина

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
25.03–28.03	Киев, Международный выставочный центр	Металлообработка. Инструмент. Пластмасса–2014	VI Международная специализированная выставка	ООО «Международный выставочный центр» www.iec-expo.com.ua
Октябрь	Днепропетровск, Экспоцентр «Метеор»	«Машпром-2014»	14-я Международная выставка промышленного оборудования и металлообработки	Экспоцентр «Метеор» http://www.expometeor.com
Октябрь	Днепропетровск, Экспоцентр «Метеор»	«ЛитЭкс»	9-я Международная выставка литейной продукции, технологий, оборудования и метриалов для производства литья	Экспоцентр «Метеор» http://www.expometeor.com
Октябрь	Днепропетровск, Экспоцентр «Метеор»	«Энергопром-2014»	13-я Национальная выставка энергоэффективности, энергосбережения и электротехники	Экспоцентр «Метеор» http://www.expometeor.com
27.05–29.05	Запорожье, «Козак Палац»	Сварка	1-я Специализированная выставка сварочного оборудования и технологий	Запорожская ТПП http://www.expo.zp.ua
23.04–24.04	Запорожье, «Козак Палац»	Композиты и стеклопластики	Специализированная выставка композитных и полимерных конструкционных материалов	Запорожская ТПП http://www.expo.zp.ua
27.05–29.05	Запорожье, «Козак Палац»	Машиностроение. Металлургия	XXII международная специализированная выставка промышленного оборудования и технологий	Запорожская ТПП http://www.expo.zp.ua
27.05–29.05	Запорожье, «Козак Палац»	Литье-2014	X Международная научно-практическая выставка-конференция	Запорожская ТПП http://www.expo.zp.ua
03.06–06.06	Донецк, ВЦ «Эксподонбасс»	«Металлургия-2014»	XI международная специализированная выставка машин, оборудования, технологий и продукции горно-металлургического комплекса	ВЦ «Эксподонбасс» expodon.dn.ua
03.06–06.06	Донецк, ВЦ «Эксподонбасс»	«Машиностроение-2014»	XIII специализированная выставка металлообрабатывающего оборудования, станков, инструмента и комплектов с международным участием	ВЦ «Эксподонбасс» expodon.dn.ua
03.06–06.06	Донецк, ВЦ «Эксподонбасс»	«Охрана труда-2014»	Тематический раздел, в котором будут представлены производители спецодежды, СИЗ, средств пожаротушения	ВЦ «Эксподонбасс» expodon.dn.ua
07.10–09.10	Харьков, ПВЦ «Радмир Экспохолл»	КИП	17-я специализированная выставка контрольно-измерительных приборов	ООО «ЭкспоСервис» www.expos.com.ua
02.12–05.12	Кривой Рог, Дворец Молодежи и студентов	Промышленность. Инвестиции. Технологии	Выставка-форум с международным участием	ООО «Кратос» www.kratos.net.ua

Россия

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
12.03–14.03	Санкт-Петербург, Выставочный комплекс «Ленэкспо»	Петербургская техническая ярмарка (ПТЯ)	Металлургия. Литейное дело, Металлообработка, Машиностроение	ГП «РЕСТЭК®» http://www.lenexpo.ru http://www.ptfair.ru/
25.03–28.03	Новосибирск, МВК «Новосибирск Экспоцентр»	Mashex Siberia	Международная выставка машиностроения и металлообработки	Международный Выставочный Центр «ИТЕ Сибирская ярмарка» http://www.sibmetall.sibfair.ru/
25.03–28.03	Пермь, ВЦ «Пермская ярмарка»	Металлообработка. Сварка–2014	13-я Международная выставка современных технологий, оборудования, материалов и средств защиты для машиностроения, металлообрабатывающей промышленности и сварочного производства	Пермская ярмарка http://www.exponet.ru
09.04–12.04	Санкт-Петербург, ООО «Примэкспо»	Металлоконструкции и металлоснабжение–2014	Экспозиция в рамках Международной строительной выставки «Интерстройэкспо»	ООО «Примэкспо» http://www.exponet.ru
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.ruai-interex.ru/

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
03.06–06.06	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Металлургия-Литмаш	Международная выставка машин, оборудования, технологий и продукции металлургической промышленности	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.exposentr.ru
03.06–06.06	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Трубы. Россия- 2014	Международная выставка трубной промышленности и трубопроводов	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.exposentr.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.exposentr.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.exposentr.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.exposentr.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
19.03–22.03	Стамбул, Турция	Win-World of industry	Международная выставка технологий сварки, обработки поверхности	Deutsche Messe AG Hannover Messegelehnnde D-30521 Hannover Germany +49 (0)511 89 0 +49 (0)511 89 32626
26.03–28.03	Кельце, Польша	Welding–2014	Международная выставка технологий сварки и сварочного оборудования	Targi Kielce Zakladowa 1 25-672 Kielce Poland +48 41 365 12 22 +48 41 345 62 61
26.03–28.03	Кельце, Польша	Stom-Tool–2014	Выставка-ярмарка металлообработки, инструментов и станков	
26.03–28.03	Кельце, Польша	Stom-Blech–2014	Выставка технологий обработки листового металла	
26.03–28.03	Кельце, Польша	EXPO-Surface	Ярмарка технологий обработки поверхности и защиты от коррозии	
09.04–11.04	Минск, Белоруссия	Сварка и резка	Выставка технологий сварки и резки. Инструменты и способы неразрушающего контроля	МинскЭкспо +375 017 226 91 93 +375 017 226 91 92
07.04–11.04	Ганновер, Германия	SurfaceTechnology–2014	Выставка технологий обработки поверхностей	Deutsche Messe AG Hannover Messegelehnnde D-30521 Hannover Germany +49 (0)511 89 0 +49 (0)511 89 32626
07.04–11.04	Дюссельдорф, Германия	Tube–2014	Международная выставка-ярмарка трубной промышленности	Messe Dьsseldorf GmbH Messeplatz 40474 Dьsseldorf Fon: 0211 4560-01 · Fax: 0211 4560-668 http://www.messe-duesseldorf.de info@messe-duesseldorf.de
08.04–10.04	Ганновер, Германия	Fastener Fair Hannover–2014	Международная выставка соединительных технологий и крепежных элементов	Mack-Brooks Exhibitions Ltd Mack Brooks Group Romeland House Romeland Hill St Albans Herts AL3 4ET UK–United Kingdom +44 (0)1727 814400 +44 (0)1727 814401
09.04–12.04	Загреб, Хорватия	Welding–2014	Международная выставка технологий и оборудования для сварки	agreb Fair Avenija Dubrovnik 15 HR-10 020 Zagreb Croatia +385 (0)1 6503 111 +385 (0)1 6550 619
10.04–12.04	Дели, Индия	Weld India–2014	Выставка сварочных технологий	IIW India (Indian Institute of Welding) “Mayur Apartments”, Flat No. 4 B / N 3A, Dr. U. N. Brahmachari Street Kolkata – 700 017 India +91 33–2281 3208 +91 33–2287 1350
15.04–17.04	Прага, Чехия	For Industry–2014	Международная выставка машиностроительной промышленности и технологий	ABF a.s. Vьclavskь nьm. 29 111 21 Praha 1 Czech Republic +420 225 291 121
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 Dьsseldorf (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

- ▶ 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

Дистрибьюторы:

ООО «УКРНИХРОМ»
49070, г. Днепропетровск,
пр. Пушкина, 40 Б
тел./факс: +380 562 33-74-35
+380 56 372-70-25
www.ukrnichrom.com.ua

ПП «УКРГАЗСЕРВИС-КОМПЛЕКС»
г. Киев, ул. Окружная, 10
тел. +380 44 222-72-95
+380 50 446-93-76
www.ugs.kiev.ua

ООО «ТДС»
03127, г. Киев,
пер. Коломиевский, 3/1
тел. +380 44 596-93-75
факс +380 44 596-93-70
welding@welding.kiev.ua

ООО «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ»
03150, г. Киев, ул. Антоновича
(Горького), 62
тел./факс +380 44 200-80-56
sales@et.ua
www.et.ua

ООО ПНФ «ГАЛЭЛЕКТРОСЕРВИС»
79034, г. Львов, ул. Навроцкого, 10 А
тел. +380 32 239-29-15, 239-29-16
факс +380 32 239-29-17
ges@tsp.net.ua
www.ges.lviv.ua



«РИВАЛ-РХЦ» ул. Польна 140В,
87-100 Торунь, Польша,
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.

ЧАО «Спецсплав»

Украина, г. Днепропетровск, ул. Курсантская, 1А
тел.: (0562)-35-50-25, факс: (056)-374-19-12
e-mail: spetssplav@mail.ru, www.spetssplav.dp.ua

- Разработка, производство, внедрение сварочных и наплавочных материалов, а также технологий их применения:
 - флюсы для сварки и электрошлакового переплава;
 - проволоки порошковые для сварки, наплавки и металлизации;
 - ленты порошковые наплавочные;
 - сплавы, в том числе порошковые для наплавки, легирования, раскисления и модифицирования.
- Оказание услуг по выполнению наплавочных и других ремонтно-восстановительных работ деталей горно-металлургического, энергетического и машиностроительного оборудования.
- Наплавка специализированными материалами и механическая обработка прокатных валков и других тел вращения массой до 50 тонн.
- Разработка и изготовление специализированного оборудования для механизированной дуговой наплавки.

ООО НПП РЕММАШ
Украина, 49083, г. Днепропетровск
пр. им. Газеты «Правда» 29, к. 603
т. (0562)347 009, (056)790 0133
тел./факс (056) 371 5242
E-mail: remmash_firm@ukr.net

Разработка и изготовление оборудования для механизированной дуговой наплавки

PM-9 — установка автоматической дуговой наплавки гребней железнодорожных колесных пар



PM-15 — универсальная установка автоматической дуговой наплавки деталей горного оборудования

ИЗРМ-5 — универсальная установка автоматической дуговой наплавки малогабаритных цилиндрических деталей



Открыта подписка-2014 на журнал «Сварщик»

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

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

ТАЛОН-ЗАКАЗ

на книги издательства «Экотехнология»

Название книги Цена (грн.)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Г. И. Лащенко. Современные технологии сварочного производства. 2012. — 720 с. 90

Книги прошу выслать по адресу:

Куда
почтовый индекс

Кому

Счет на оплату прошу выслать по факсу:

(.)

Реквизиты плательщика НДС:

Св. № идент. №

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

.

Заполните этот талон и вышлите в редакцию журнала «Сварщик» по адресу: 03150 Киев, ул. Горького, 62Б или по факсу: (044) 287-6502.

Цены на книги указаны без учета НДС и стоимости доставки.

В 2013 г. цены на наши издания снижены на 20-30%.

Сервисная карточка читателя

Без заполненного
формуляра
недействительна

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

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

1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338
1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347
1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356
1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365
1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374
1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383
1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392
1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401

Заполняется печатными буквами

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	Грн.*
1 полоса	210×295	4000
1/2 полосы	180×125	2000
1/4 полосы	88×125	1000

На страницах основной обложки

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

На страницах внутренней обложки

Стр. (площадь)	Размер, мм	Грн.*
3 (1 полоса)	210×295	5000
4 (1 полоса)	210×295	4800
5–6 (1 полоса)	210×295	4500
5–6 (1/2 полосы)	180×125	2300

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

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

Прогрессивная система скидок

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

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

Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»:

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

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

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

Носители: флэш-диск, DVD или CD-ROM.

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

Руководитель рекламного отдела: **В. Г. Абрамшвили**
тел./ф.: (0 44) **200-80-14**, (050) 413-98-86 (моб.)
e-mail: welder.kiev@gmail.com, tr@welder.kiev.ua
http://www.welder.kiev.ua/

Разработка, производство, внедрение

СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

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



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



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



 **FRUNZE** Сумы
ЭЛЕКТРОД

**СВАРОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ
ОТВЕТСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**



Комплекс оборудования для Мубарецкого ГПЗ

Сварено электродами ООО «ФРУНЗЕ-ЭЛЕКТРОД»

1. Система качества по ДСТУ ISO 9001:2009.
2. Сертификатные испытания каждой партии электродов.
3. Изготовление на швейцарском оборудовании.
4. Вакуумная упаковка.
5. Маркировка каждого электрода.

ООО «ФРУНЗЕ-ЭЛЕКТРОД»
Украина, 40004, г. Сумы,
ул. Горького, 58
Тел./факс: +38 (0542) 22-13-42,
+38 (0542) 22-54-38
Тел.: +38 (0542) 68-60-31

ООО «ФРУНЗЕ-ЭЛЕКТРОД»

E-mail: frunze@i.ua
www.frunze.com.ua

LTD Frunze-Electrodes
58, Gorky Street, Sumy,
40004, Ukraine
Tel./Fax: +38 (0542) 22-13-42
+38 (0542) 22-54-38
Tel.: +38 (0542) 68-60-31

 made
in
Germany

SCHWEISSEN & SCHNEIDEN
WELDING & CUTTING

 JÄCKLE



+ 38 044 / 403 13 99
+ 38 050 / 336 33 92



info@jaeckle.com.ua