



Globe Arc

ЗИО-8
МР-3
ОЗЛ-6
ОЗЛ-8
ОЗС-12
ТМУ-21У
УОНИИ 13/55
УОНИИ 13/55Р
УОНИИ 13/45
УОНИИ 13/45А
ЦЛ-11
ЦЛ-20
ЦЛ-39
ЦЧ-4
ЦТ-15
ЦУ-5
ЦУ-2ХМ
ЭА-395/9
ЭА-400/10
ЭА 898/21Б

ЭСАБ расширяет ассортимент сварочных материалов в Украине.

Сейчас на складах дистрибьюторов доступны **ЭЛЕКТРОДЫ** отечественных марок производства концерна ЭСАБ:

ЭСАБ Украина

03150 г. Киев, ул. Б. Васильковская
(ул. Красноармейская), д. 77А, 5 эт.

тел. +38 (044) 583 55 67
факс +38 (044) 568 51 66
E-mail: info@esab.com.ua

Полный список дистрибьюторов на www.esab.ru

ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЩИТНОЙ СВАРОЧНОЙ СМЕСИ



Какая бы Вам не потребовалась газовая смесь, наш газосмеситель может Вас ею обеспечить.

- стоимость смеси ниже, чем в баллонах и бандлах
- смешивает аргон, CO₂, кислород, азот и воздух
- производительность до 90 м. куб/час
- может интегрироваться с он-лайн газоанализатором
- встроенные счетчики газовой смеси
- сохраняет и передает данные по расходу и составу газа на ПК


Dansensor
a mocon company

MAP Check 3 Pressure

Он-лайн-газоанализатор для контроля в системе обеспечения смесью



MAP MIX Provoctus

Воздушитель



Fresh
Thinking

Dansensor A/S
Сергей Воронцов
Региональный менеджер
Украина, Россия, Беларусь
моб. (095) 256-26-01
Тел. +35 044 400 92 23
sev@dansensor.com
www.dansensor.com



3 (91) 2013

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

3-2013

СОДЕРЖАНИЕ

	Новости техники и технологий	4
	Производственный опыт	
	Газокислородная выплавка дефектов в процессековки заготовок с использованием нового резака РПКЗ. <i>В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, Т.В. Литвинова, Т.Б. Золотопупова</i>	6
	Опыт наплавки высокопрочных алюминиевых бронз на внутренние поверхности стальных втулок. <i>А.И.Панфилов, В.Н.Пелешко, А.Н.Бондаренко, В.М.Илюшенко</i>	10
	Наши консультации	14
	Технологии и оборудование	
	Микроплазменное напыление покрытий. <i>К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов, С.Г. Войнарович, О.М.Кислица, Е.К. Кузьмич-Янчук, А.А. Фомакин</i>	16
	Электрошлаковая наплавка в секционном токоподводящем кристаллизаторе. <i>Ю.М.Кусков</i>	21
	Основы разработки технологии сварки плавлением. 1. Способы сварки. <i>Г.И.Лашенко</i>	24
	Культура использования средств индивидуальной защиты при проведении сварочных работ. <i>К.М. Чернышук</i>	28
	Новое оборудование для ионно-плазменного азотирования. <i>М.Н.Босяков, С.В.Бондаренко, А.С.Бондаренко, Д.В.Жук, И.Л. Поболь</i>	30
	Новое исполнение установки для ТИГ-сварки продольных швов обечаек	37
	Безударное сжатие электродов при контактной сварке. <i>П.Д.Федоров, Н.Я.Смирнов, Д.И.Лихачев, В.И.Вайнштейн, Б.В.Федотов</i>	38
	Зарубежные коллеги	42
	Охрана труда	
	Производственный шум. Часть 2. <i>О.Г. Левченко, В.А. Кулешов</i>	44
	Подготовка кадров	
	Международный конкурс молодых сварщиков в Чехии. <i>А.А. Кайдалов</i>	50
	X Международный конкурс сварщиков «Золотой кубок Бенардоса»	52
	Страницы истории	
	Создание и покорение суперстали. Часть 5. Сталь для атомных реакторов <i>А.П.Александрова. А.Н.Корниенко</i>	54



Новини техніки й технологій	4
Виробничий досвід	
• Газокиснева виплавка дефектів у процесі кування заготовок із використанням нового різача РПКЗ. <i>В.М.Литвинов, Ю.Н.Лисенко, С.А.Чумак, С.Л.Зеленський, В.А.Бєлінський, С.Л.Василенко, Т.В.Литвинова, Т.Б.Золотопупова</i>	6
• Досвід наплавлення високоміцних алюмінієвих бронз на внутрішні поверхні сталевих втулок. <i>А.І.Панфілов, В.Н.Пелешко, А.Н.Бондаренко, В.М.Ілюшенко</i>	10
Наші консультації	14
Технології й устаткування	
• Мікроплазмове напильвання покриттів. <i>К.А.Ющенко, Ю.С.Борисов, С.Г.Войнарів, О.М.Кислиця, Є.К.Кузьмич-Янчук, А.А.Фомакін</i> ..	16
• Електрошлакове наплавлення в секційному кристалізаторі, що підводить струм. <i>Ю.М.Кусков</i>	21
• Основи розробки технології зварювання плавленням. 1. Способи зварювання. <i>Г.І.Лашченко</i>	24
• Культура використання засобів індивідуального захисту при проведенні зварювальних робіт. <i>К.М.Чернишук</i>	28
• Нове обладнання для іонно-плазмового азотування. <i>М.Н.Босьяков, С.В.Бондаренко, А.С.Бондаренко, Д.В.Жук, І.Л.Поболь</i>	30
• Нове виконання установки для ТІГ-зварювання поздовжніх швів обичайок.	37
• Безударний стиск електродів при контактному зварюванні. <i>П.Д.Федоров, Н.Я.Смирнов, Д.І.Лихачов, В.І.Вайнштейн, Б.В.Федотов</i>	38
Зарубіжні колеги	42
Охорона праці	
• Виробничий шум. Частина 2. <i>О.Г.Левченко, В.А.Кулешов</i>	44
Підготовка кадрів	
• Міжнародний конкурс молодих зварників у Чехії. <i>А.А.Кайдалов</i> ..	50
• X Міжнародний конкурс зварників «Золотий кубок Бенардоса» ..	52
Сторінки історії	
• Створення й підкорення суперсталі. Частина 5. Сталь для атомних реакторів А.П.Олександрова. <i>А.М.Корнієнко</i>	54

CONTENT

News of technique and technologies	4
Production experience	
• Gaseous oxygen melt of defects in process forge of preparations with use of a new cutter RPKZ. <i>V.M.Litvinov, Yu.N.Lisenko, S.A.Chumak, S.L.Zelenskiy, V.A.Belinskiy, S.L.Vasilenko, T.V.Litvinova, T.B.Zolotopupova</i>	6
• Experience cladding high-strength aluminium bronzes on internal surfaces of steel cartridges. <i>A.I.Panfilov, V.I.Peleshko, A.I.Bondarenko, V.M.Ilyushenko</i>	10
Our consultations	14
Technologies and equipment	
• Microplasma dispersing of coverings. <i>K.A.Yushenko, Yu.S.Borisov, S.G.Voynarovich, O.M.Kislitsa, E.K.Kuz'mich-Yanchuk, A.A.Fomakin</i> ..	16
• Electroslag cladding in section current-bring crystallizer. <i>Yu.M.Kuskov</i> ..	21
• Bases of development of technology of fusion welding. 1. Ways of welding. <i>G.I.Lashchenko</i>	24
• Culture of use of means of individual protection at realization of welding works. <i>K.V.Chernishuk</i>	28
• The new equipment for ion-plasma nitriding. <i>M.N.Bosyakov, S.V.Bondarenko, A.S.Bondarenko, D.V.Zhuk, I.L.Pobol'</i>	30
• New execution of plant for TIG-welding longitudinal seams preparations ..	37
• Unimpack compression of electrodes at contact welding. <i>P.D.Fedorov, N.Ya.Smirnov, D.I.Lichachov, V.I.Vaynshteyn, B.V.Fedotov</i>	38
The foreign colleagues	42
Labour protection	
• Industrial noise. Part 1. <i>O.G.Levchenko, V.A.Kuleshov</i>	44
Training of personnel	
• The international competition of the young welders in Czechia. <i>A.A.Kaydalov</i>	50
• X International competition of the welders «Gold cup of Benardos» ..	52
Pages of a history	
• Creation and conquest of supersteel. Part 5. Steel for A.P.Aleksandrov's nuclear reactor. <i>A.N.Kornienko</i>	54

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. Ілюшенко, А. А. Кайдалов, О. Г. Левченко, П. П. Проценко, И. А. Рябцев

Редакционный совет

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

Редакция

Т. Н. Мишина, А. Л. Берзина

Маркетинг и реклама

Т. И. Коваленко

Верстка

Т. Д. Пашигорова

Адрес редакции

03150 Киев, ул. Горького, 62Б

Телефон

+380 44 200 5361

Тел./факс

+380 44 287 6502, 200 8014

E-mail

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

URL

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

Представительство в Беларуси

Минск
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@amata.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 11.06.2013. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

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

Зак. № 4983 от 11.06.2013. Тираж 3000 экз.

Печать: ООО «Полиграфический центр «Принт 24», 2013. Киев, ул. Шахтерская, 9. Тел./ф. (044) 591 1012, 591 1013.

© ООО «Экотехнология», 2013

Газокислородная выплавка дефектов в процессековки заготовок с использованием нового резака РПКЗ



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

Описан разработанный авторами новый резак для выплавки дефектов на поковках РПКЗ. Даны его технические характеристики и расчет экономической эффективности. Приведены преимущества по сравнению с резаком РПК-2 и опыт применения.

Опыт наплавки высокопрочных алюминиевых бронз на внутреннюю поверхность стальных втулок

А.И. Панфилов, В.Н. Пелешко, А.Н. Бондаренко, В.М. Илюшенко

Приведены результаты применения специальных наплавочных материалов для нанесения на сталь слоя высокопрочной алюминиево-никелевой и марганцево-алюминиевой бронзы. Дан химический состав и механические свойства сложноплегированных Al-бронз.

Микроплазменное напыление покрытий

К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов, С.Г. Войнарович, О.М. Кислица, Е.К. Кузьмич-Янчук, А.А. Фомакин

Описан новый способ газотермического нанесения покрытий — микроплазменное напыление (МПН). Даны технические характеристики установки МПН-004 для микроплазменного напыления последнего поколения. Приведены свойства некоторых микроплазменных покрытий.

Электрошлаковая наплавка в секционном токоподводящем кристаллизаторе

Ю.М. Кусков

Описана оригинальная конструкция неплавящегося электрода — секционный токоподводящий кристаллизатор (ТПК) для электрошлаковой наплавки, разработанный в ИЭС им. Е.О. Патона. Приведены основные преимущества ТПК, опыт его использования.

Новое оборудование для ионно-плазменного азотирования

М.Н. Босьяков, С.В. Бондаренко, А.С. Бондаренко, Д.В. Жук, И.Л. Поболь

Рассмотрена технология ионно-плазменного азотирования (ИПА), используемая в Беларуси. Освещен опыт модернизации зарубежного оборудования для ионно-плазменного азотирования. Описан процесс подготовки поверхности деталей перед ИПА. Приведены преимущества замены лазерного упрочнения деталей ионным азотированием.

Безударное сжатие электродов при контактной сварке

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

Рассмотрены различные приводы сжатия электродов в машинах для контактной сварки. Приведены вероятные пути решения задачи безударного соприкосновения электрода с деталью. Описана машина СМС-6, предназначенная для микросварки и пайки точных деталей, дана ее техническая характеристика.

Производственный шум. Часть 2

О.Г. Левченко, В.А. Кулешов

В продолжении статьи рассмотрены такие вопросы, как нормирование шума, инфразвука и ультразвука. Дана классификация шума, допустимые его уровни. Приведена гигиеническая классификация условий труда.

Газокисневая выплавка дефектов у процессековки заготовок из застосування нового резака РПКЗ



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

Описано розроблений авторами статті новий різак для виплавки дефектів на поковках РПКЗ. Дані його технічні характеристики й розрахунок економічної ефективності. Наведені переваги в порівнянні з резаком РПК-2 і досвід застосування.

Досвід наплавлення високоміцних алюмінієвих бронз на внутрішні поверхні сталевих втулок

А.І. Панфілов, В.Н. Пелешко, А.Н. Бондаренко, В.М. Ілюшенко

Наведено результати застосування спеціальних наплавочних матеріалів для нанесення на сталь шару високоміцної алюмінієво-нікелевої й марганцево-алюмінієвої бронзи. Дано хімічний склад і механічні властивості складноплегіваних Al-бронз.

Микроплазмовое напыливание покрытий

К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов, С.Г. Войнарович, О.М. Кислица, Е.К. Кузьмич-Янчук, А.А. Фомакин

Описано новий спосіб газотермічного нанесення покриттів — мікроплазмове напылювання (МПН). Дано технічні характеристики установки МПН-004 для мікроплазмового напылювання останнього покоління. Наведено властивості деяких мікроплазмових покриттів.

Электрошлаковое наплавлення в секційному кристалізаторі, що підводить струм

Ю.М. Кусков

Описано оригінальну конструкцію електрода, що не плавиться, — секційний кристалізатор, що підводить струм (ТПК) для електрошлакового наплавлення, розроблений в ІЕЗ ім. Є.О. Патона. Наведено основні переваги ТПК, досвід його використання.

Новое обладнання для іонно-плазмового азотування

М.Н. Босьяков, С.В. Бондаренко, А.С. Бондаренко, Д.В. Жук, І.Л. Поболь

Розглянуто технологію іонно-плазмового азотування (ІПА), використовувану в Білорусі. Висвітлено досвід модернізації зарубіжного встаткування для іонно-плазмового азотування. Описано процес підготовки поверхні деталей перед ИПА. Наведено переваги заміни лазерного зміцнення деталей іонним азотуванням.

Безударний стиск електродів при контактному зварюванні

П.Д. Федоров, Н.Я. Смирнов, Д.І. Лихачов, В.І. Вайнштейн

Розглянуто різні приводи стиску електродів у машинах для контактної зварювання. Наведено ймовірні шляхи рішення такого завдання, як безударне зіткнення електрода з деталлю. Описано машину СМС-6, призначену для микросварювання й пайки точних деталей, дана її технічна характеристика.

Виробничий шум. Частина 2

О.Г. Левченко, В.А. Кулешов

У продовження статті розглянуті такі питання, як нормування шуму, інфразвуку й ультразвуку. Дано класифікацію шуму, припустимі його рівні. Наведено гігієнічну класифікацію умов праці.

Комплекс КГР-01 для гидроабразивной резки

Комплекс предназначен для автоматизированного фигурного и линейного раскроя листового металлопроката, неэлектропроводных материалов различной плотности (от гранита до поролона) с высокой производительностью и гарантированным качеством реза.



Техническая характеристика:

<i>Максимальные размеры рабочей зоны, мм:</i>	
<i>длина</i>	2000
<i>ширина</i>	3000
<i>Установленная мощность с системой управления, кВт</i>	
	48
<i>Максимальное перемещение, мм:</i>	
<i>продольное (ось X)</i>	3200
<i>поперечное (ось Y)</i>	2200
<i>вертикальное (ось Z)</i>	220
<i>Максимальная скорость перемещения, м/мин</i>	
	12
<i>Точность позиционирования, мм</i>	
	0,1
<i>Точность воспроизведения заданного контура, мм</i>	
	±0,05
<i>Средний срок эксплуатации, лет</i>	
	7

К преимуществам комплекса гидроабразивной резки КГР-01 следует отнести:

- высокую точность и качество вырезаемых деталей благодаря отсутствию термических деформаций и коробления деталей;
- отсутствие вредных выбросов;
- возможность эффективной резки металлов с высокой теплопроводностью;
- возможность использования в процессе резки мягких материалов струи воды без абразива.

● #1327

УП «НПО «Центр» (Минск)

ММК-МЕТИЗ расширил ассортимент электродов

Освоен выпуск еще четырех новых марок электродов: ОЗС-12, АНО-4, АНО-21 и МК-46. Электроды ОЗС-12 с рутиловым покрытием предназначены для ручной дуговой сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей. Пригодны для сварки тавровых соединений с получением мелкочешуйчатых вогнутых швов без подрезов. Выпускаются электроды диаметром 3,0; 4,0; 5,0 мм.

Марки АНО-4 и АНО-21 (рутиловое покрытие) предназначены для ручной дуговой сварки угловых, стыковых, нахлесточных соединений из углеродистых сталей. Электрод АНО-4 (диаметр от 3 до 5 мм) применяется для сварки металла толщиной от 3 до 20 мм, для АНО-21 (диаметр 3 мм) толщина металла не должна превышать 5 мм.

Электроды МК-46 диаметром от 3 до 5 мм с рутил-целлюлозным покрытием используют для ручной дуговой сварки ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей. Применение данного вида электродов позволяет сформировать шов, к которому предъявляются повышенные требования. Применяют для сварки корневых швов и неповоротных стыков трубных конструкций.



Электродный цех ОАО «ММК-МЕТИЗ», где изготавливают данные электроды, — один из самых современных в России, укомплектован оборудованием шведской фирмы ESAB. На сегодняшний день предприятие может предложить более 30 марок электродов. Вся продукция проходит строгий контроль качественных характеристик в лабораторных условиях, поэтому отвечает самым жестким требованиям потребителей.

● #1328

www.metalcom.ru

На Ашинском металлургическом заводе появилось новое оборудование британской компании Welding Alloys

Парк технологического оборудования ремонтно-механического цеха Ашинского металлургического завода (Челябинская область) пополнился современной британской установкой для наплавки роликов машины непрерывного литья заготовок.

Как сообщила агентству «Урал-прессинформ» специалист по связям с общественностью ОАО «Ашинский метзавод» Алена Шляпенкова, новый агрегат произведен в Великобритании компанией Welding Alloys и будет использоваться для ремонта и изготовления роликов машины непрерывного литья заготовок, которые при эксплуатации уменьшаются в диаметре вследствие окисления и механического изнашивания. Кроме того, на их поверхности появляются трещины, вызванные циклическим нагревом, так называемые «трещины разгара».

Восстановление роликов с помощью новой установки предполагает проточку изношенных мест для создания чистой поверхности, их наплавку и последующую обточку до рабочего размера.

По словам инженера отдела главного механика АМЗ по сварке Андрея Барматина, необходимость в этом агрегате возникла сразу с пуском МНЛЗ. Но перед приобретением оборудования ашинцы решили изучить аналогичный опыт других металлургических компаний. Металлурги АМЗ объективно оценили возможности и освоили принцип работы подобного оборудования в Магнитогорске и Выксе, после чего пришли к выводу, что на сегодняшний день оно является одним из лучших. С помощью этой наплавочной установки возможно проведение наплавки поверхностей деталей цилиндрической формы. Данный агрегат будет работать по новой для Ашинского метзавода технологии сварки порошковой проволокой.

● #1329

www.rusmet.ru

Компания Ruukki установила рекорд

Компания Ruukki (Финляндия) возвела серийное здание Трасскон® для нового склада компании ООО «АрсХолдинг» в Зеленограде, монтаж которого был произведен в рекордные для конструкции такого типа сроки — в течение трех недель. Такая скорость в возведении здания площадью 8700 м², высотой 11 м и массой 300 т обеспечена абсолютной точностью произведенных металлоконструкций.

При разработке проекта складского помещения компании «АрсХолдинг», специализирующейся на производстве деталей верхнего строения железнодорожных путей, важны были низкая стоимость и сжатые сроки поставки и монтажа, а также максимально свободные площади для складирования, что предполагает минимум колонн внутри здания. В здании склада должно быть обеспечено максимальное свободное пространство. В связи с этим предпочтение было отдано конструктивному решению Трасскон® компании Ruukki.

Все необходимые материалы и комплектующие поставляли на строительную площадку одновременно, что позволило легко возвести здание. Высокую точность сборки обеспечили ферменные конструкции серии



Трасскон®, при производстве которых используется лазерная 3-d резка.

Партнером компании Ruukki выступила компания ООО «ЛСК-Строй», которая обеспечила безупречный монтаж металлоконструкций. По словам генерального директора ООО «ЛСК-Строй» Валерия Гуляева, во время монтажа не потребовалось ни одной доработки, а совпадение отверстий было абсолютно точным, несмотря на значительные размеры здания.

О компании Ruukki. Специализируется на производстве стали и стальных конструкций. В компании работают примерно 9000 сотрудников, дистрибьюторская и дилерская сеть охватывает 30 стран, включая Скандинавию, Россию, Европу и развивающиеся рынки, такие как Индия, Китай и Южная Америка. В 2012 г. торговый оборот составил 2,8 млрд. евро.

● #1330

www.rusmet.ru

Газокислородная выплавка дефектов в процессековки заготовок с использованием нового резака РПКЗ

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

Технологией изготовления поковок предусмотрена выплавка поверхностных дефектов (трещин, зажимов, наплывов, плен, различных включений) при температурековки. До недавнего времени использовали газокислородные резаки РПК-2 Кировоканского завода автогенного машиностроения, причем специалисты ПАО «НКМЗ» самостоятельно удлиняли его до 3 м. Такая длина резака обусловлена условиями работы с нагретой до ковочных температур заготовкой, но она приводит к значительным потерям энергии кислородной струи. В удлиненном резаке отверстия присоединительного штуцера для кислорода, ниппеля, седла клапана и мундштука остались прежними, они выполнены таким образом, что необходимый для выплавки расход кислорода 180–200 м³/ч обеспечивается при его давлении в цеховой магистрали не менее 12 МПа. Производство резаков РПК-2 давно прекратили, и приобретать их взамен изношенных все труднее.

В настоящее время на заводе действует норма, согласно которой давление кислорода в цеховых магистралях должно находиться в пределах 0,8±0,05 МПа. При таком давлении производительность резака РПК-2 падает на 15–20%. Он работает неустойчиво, повышается склонность к хлопкам и об-

ратным ударам. При этом увеличивается расход наружных и внутренних мундштуков, срок службы резака резко сокращается.

Использование резаков западных фирм ограничено, так как они также рассчитаны на давление кислорода 1 МПа и выше, чувствительны к различным внешним условиям. Цена этих резаков высокая и комплектация их изнашиваемыми деталями при эксплуатации затруднена.

На рис. 1 показан резак РПК-2 до его переделки для нужд кузнечного производства. По оценкам рабочего персонала, расположение рычага клапана режущего кислорода сверху неудобно при работе через окно защитного экрана. При включении режущего кислорода головку резака отбрасывает назад реакцией струи, что при его длине 3 м затрудняет начало и точность процесса выплавки. Резкое нарастание давления кислорода перед мундштуком приводит также к образованию зажимов на месте выплавки.

В табл. 1 приведены технические характеристики старого резака РПК-2 и разработанного резака РПКЗ.

Авторским коллективом настоящей статьи было принято решение о целесообразности модернизации резака РПК-2 по указанным выше причинам и о разработке и внедрении в производство нового резака. Он получил название резак для выплавки дефектов на поковках РПКЗ (рис. 2).

Учет реальных условий эксплуатации, новый подход к расчету и проектированию, различные конструктивные решения обеспечили следующие преимущества резака РПКЗ перед использовавшимся ранее РПК-2:

- потери энергии кислородной струи в трубках удлиненного наконечника ком-

Таблица 1. Технические характеристики резаков РПК-2 и РПКЗ

Параметр		Резак	
		РПК-2	РПКЗ
Давление на входе, МПа	кислорода	1,2	0,75–0,85
	природного газа	0,08–0,12	0,06–0,08
Расход, м ³ /час	кислорода	200–220	180–190
	природного газа	6,5–8,5	5,5–7,5
Присоединительная резьба на штуцерах	для кислорода	M16×1,5	
	для природного газа	M16×1,5L	
Масса резака, кг, не более		4,0	3,0
Длина резака, мм, не более		3000	

Рис. 1. Резак для выплавки дефектов РПК-2



пенсированы за счет ликвидации «перезжимов» в рукоятке, клапане и головке (площадь поперечного сечения всех кислородных каналов от входного штуцера до внутреннего мундштука одинаково);

- горизонтальное расположение корпуса клапана позволило упростить конструкцию резака и уменьшить его массу (см. табл. 1);
- резак обеспечивает необходимый для выплавки дефектов расход кислорода при давлении в цеховой магистрали $0,8 \pm 0,05$ МПа, работает стабильно и долговечен;
- при включении режущего кислорода нажатием на рычаг клапана реакция струи гасится плавным нарастанием ее давления, при этом головку резака не отбрасывает назад и неуправляемая струя не врезается в тело поковки, образуя «зажимы»;
- рычаг клапана расположен в удобном месте и имеет фиксатор положения;
- несмотря на значительную длину (3000 мм) и достаточно высокую жесткость конструкции, резак РПКЗ имеет массу до 3 кг, что на 25% меньше удлиненного резака РПК-2. Это повышает точность работ по выплавке дефектов;
- для выполнения одной и той же работы резак РПКЗ требует меньше кислорода и природного газа, чем резак РПК-2, т. е. он экономичен.

Трещины и другие дефекты на поковках определяют визуально. Крупные трещины удаляют сразу. Для этого приостанавливают процесс ковки, подводят заготовку к стационарному защитному экрану для выплавки дефектов и располагают ее в удобном для работы положении. Выплавляют трещину мягкой, с большим углом раскрытия, струей режущего кислорода. Это достигается специальной конструкцией резака. Вокруг трещины убирают также здоровый металл таким образом, чтобы все переходы в зоне выплавки были плавными, сглаженными. Далее продолжают процесс ковки до тех пор, пока размеры заготовки не станут соответствовать чертежным значениям с припуском около 30 мм. Затем осуществляют визуальный контроль всей заготовки, выплавляют дефекты, обнаруженные на финише, и чистовыми операциями доводят размеры заготовки до указанных на чертеже значений.

На рис. 3 показаны наиболее часто встречающиеся дефекты на поверхности поковок. Часто встречаются также наплывы и неметаллические включения.



Рис. 2. Резак для выплавки дефектов на поковках РПКЗ

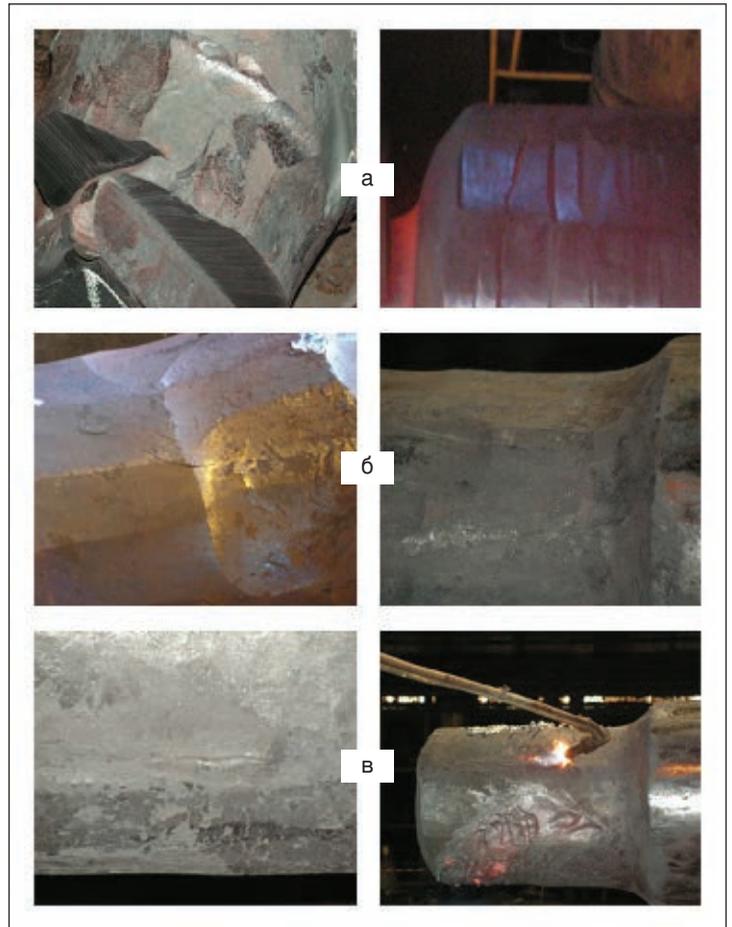


Рис. 3. Основные виды дефектов на поковках, подлежащих выплавке в процессе изготовления заготовки: а — зажимы; б — трещины; в — плены

На рис. 4 показаны дефектные места на поковках после выплавки. Наплывы просто срезают кислородной струей, а включения убирают так же, как и плены.

На рис. 5 показана выплавка дефектов на поковках резак РПКЗ под прессом усилием 3000 т: слева сверху на переднем плане — защитный экран для выплавки дефектов в исходном положении, где он не занимает полезную площадь вокруг пресса. Для приведения в рабочее положение экран необходимо повернуть вокруг вертикальной оси на 90° , как показано на рис. 5 справа внизу.

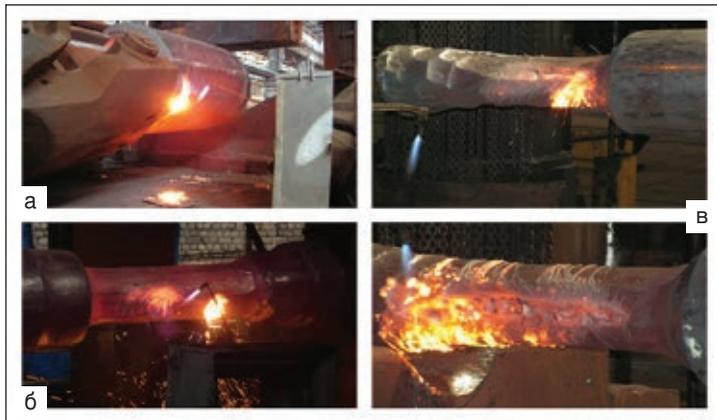


Рис. 4. Дефектные места на поковках после выплавки. Виды дефектов: а — зажим; б — плены; в — трещины



Рис. 5. Выплавка дефектов на поковках резаком РПКЗ под прессом усилием 3000 т

Выплавка дефектов на поковках резаком РПКЗ под прессом усилием 10000 т показана на рис. 6. Технология выплавки дефектов и кислородный резак такие же, как и на прессе усилием 3000 т. Поскольку рабочий персонал на этом прессе при выплавке подвергается более интенсивному тепловому излучению, защитный экран исполнен в усиленном варианте.

Внедрение резака РПКЗ в кузнечных цехах ПАО «НКМЗ» позволило обновить физически и морально изношенное оборудование, повысить качество и безопасность работ, снизить затраты на энергоресурсы на 15% (экономия кислорода и горючего газа за счет сокращения времени работы резака в режиме «выплавка» и за счет более низких затрат энергоносителей в единицу времени). В табл. 2 приведены результаты расчета экономического эффекта при годовой программе поковок 40000 т.

Опыт применения резака для выплавки дефектов на поковках РПКЗ в реальных условиях открыл новые перспективы улучшения условий труда, повышения производительности и уменьшения затрат на энергоносители.

Учитывая, что выплавка дефектов производится стационарно, через окно неподвижного защитного экрана, было решено разработать и внедрить полуавтомат для выплавки дефектов УРВД, включающий

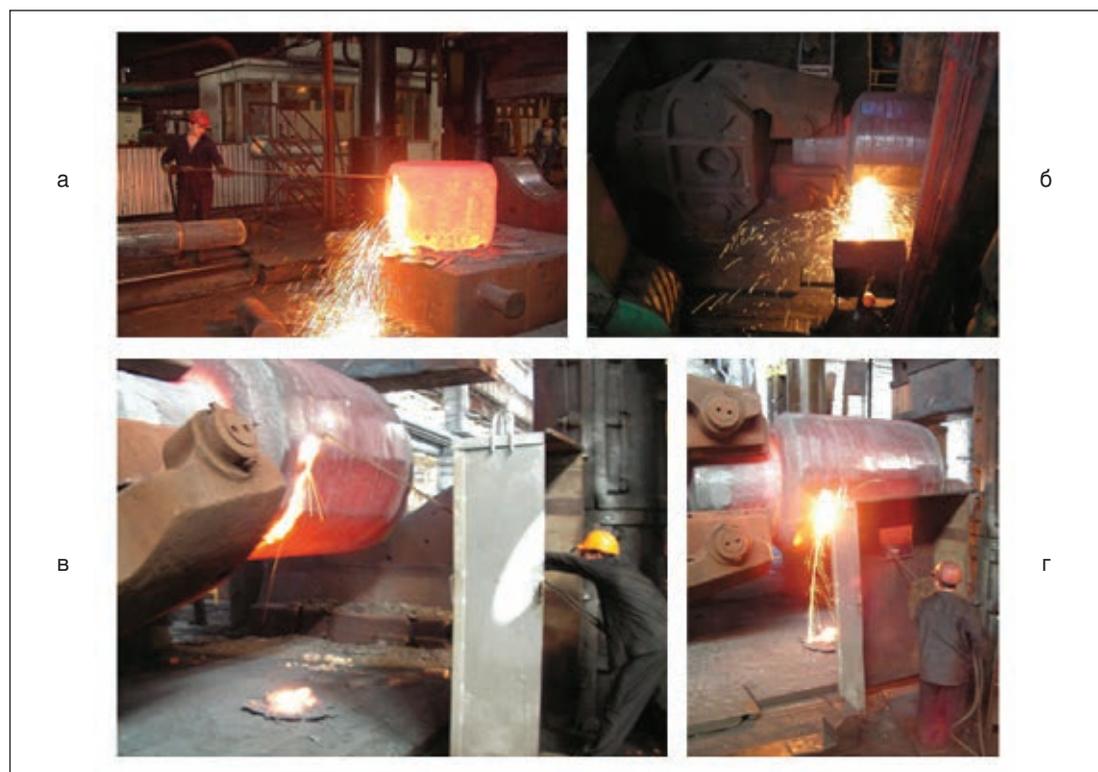


Рис. 6. Выплавка дефектов на поковках резаком РПКЗ под прессом усилием 10000 т: а — общий вид; б — вид сверху; в — вид слева; г — вид спереди

резак РПКЗ-02, блок управления с электромагнитными клапанами и газоподводящие рукава с присоединительными элементами. Блок управления можно разместить в специально отведенном месте защитного экрана.

Резак РПКЗ-02 отличается от описанного выше резака РПКЗ тем, что в нем отсутствуют вентиль горючего газа, вентиль подогревающего кислорода и клапан для пуска режущего кислорода. Взамен в рукоятку резака вмонтированы два микропереключателя: для пуска горючей смеси и для пуска режущего кислорода. Такое исполнение исключает потери давления энергоносителей в вентилях и клапане, т. к. эта запорная арматура отсутствует, и повышает КПД резака.

Блок управления выполнен в виде жесткого корпуса с защитным трубчатым обрамлением. В корпусе расположены два электромагнитных клапана для режущего кислорода, позволяющие выбирать жесткую струю для резки (удаления наплывов) или мягкую струю для выплавки. Имеются также электромагнитные клапаны для включения-выключения подогревающего кислорода и горючего газа. Для регулировки давления режущего кислорода, подогревающего кислорода и горючего газа в блоке управления предусмотрены соответствующие ручные вентили необходимой точности. Электрическая схема, расположенная также в корпусе блока управления, позволяет:

- запускать мягкую или жесткую струю режущего кислорода нажатием микропереключателя на рукоятке резака;
- начинать или прекращать подачу горючей смеси в зону резки нажатием микропереключателя на рукоятке резака;

Таблица 2. Расчет экономического эффекта при годовой программе поковок 40000 т

Показатель	На 1 т	На программу, м ³ (\$)
Экономия кислорода, м ³	0,3	12000 (3840)
Экономия природного газа, м ³	0,075	3000 (1380)
Стоимость 1 м ³ кислорода, \$	0,32	–
Стоимость 1 м ³ природного газа, \$	0,46	–
Экономический эффект на программу 40000 т поковок, \$	–	5220



Рис. 7. Резка стального «козла» полуавтоматом УРВД. Резак РПКЗ-02 с наконечником для резки концов поковок и удаления наплывов

- переключать факел пламени с рабочего режима на дежурный и наоборот нажатием микропереключателя на рукоятке резака.

Резка стального «козла» полуавтоматом УРВД показана на рис. 7. Использовали резак РПКЗ-02 с наконечником для резки концов поковок и удаления наплывов.

При необходимости полуавтомат можно применять также для кислородной резки прибылей литья и крупногабаритного металлолома толщиной до 800 мм.

● #1331

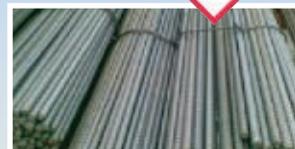
ММК начал выпуск термоупрочненной арматуры класса А600С

На Магнитогорском металлургическом комбинате освоено производство арматуры класса А600С, отвечающей требованиям СТО АСЧМ 7-93.

Освоение нового вида продукции происходило в соответствии с реализуемой в ОАО «ММК» программой разработки и освоения технологии производства новых видов арматурного проката. Благодаря современной линии термоупрочнения, установленной на новейшем сортовом стане Danieli, весь комплекс требуемых механических свойств соответствующих классу А600С ($\sigma_b \geq 740$ Н/мм², $\sigma_t \geq 600$ Н/мм², $\delta \geq 12\%$) достигнут за счет отработки режимов термоупрочнения проката из обычной стали, используемой при производстве широко применяемой в РФ арматуры класса А500С. Это позволило существенно снизить себестоимость производства арматуры класса А600С по сравнению с выпуском подобного горячекатаного арматурного проката из легированных марок стали.

Затраты на производство арматуры А600С СТО АСЧМ 7-93 в ОАО «ММК» сопоставимы с затратами на изготовление арматуры класса А500С, что позволяет проводить гибкую ценовую политику при ее реализации.

Пробные партии арматуры класса А600С производства ОАО «ММК» были отгружены потребителям в Краснодарский край. На продукцию получены положительные отзывы. В настоящее время в ОАО «ММК» формируют портфель заказов на арматуру класса А600С с целью ее производства в промышленных объемах.



www.steelsite.ru

Опыт наплавки высокопрочных алюминиевых бронз на внутренние поверхности стальных втулок

А.И.Панфилов, В.Н.Пелешко, ООО «Стил Ворк» (Кривой Рог), А.Н.Бондаренко, В.М.Илюшенко, канд. техн. наук, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

Одними из наиболее распространенных сплавов на основе меди являются алюминиевые бронзы, обладающие высокими механическими и антифрикционными свойствами, коррозионной стойкостью, а при легировании никелем — повышенной жаро- и морозостойкостью. Такое благоприятное сочетание физико-химических свойств способствует широкому использованию этих сплавов для изготовления деталей ответственного назначения в различных областях машиностроения.

Сложнолегированные алюминиевые бронзы, содержащие более двух легирующих элементов (таблица), применяют, как правило, в литом состоянии, их сварка и наплавка при использовании современных технологических процессов затруднена из-за отсутствия сварочных материалов требуемого состава.

В судостроении России для механизированной сварки и наплавки этих бронз была разработана электродная проволока марок Бр.АЖНМц8,5-4-5-1,5 и Бр.МцАЖН12-8-3-2, промышленность поставляет ее диаметром от 1,6 до 6,0 мм (ТУ 48-21-648-79). Однако возможности применения проволоки этих марок для изготовления деталей и узлов машин и механизмов общего машиностроения ограничены ввиду сложности их изготовления и высокой стоимости. В связи с этим представляло интерес создание более доступных и дешевых электродных материалов в виде порошковой или композитной проволоки.

В ИЭС им. Е.О. Патона по техническому заданию ОАО «КЦРЗ» (Кривой Рог) был

выполнен комплекс исследований по разработке* специальных наплавочных материалов для нанесения на сталь слоя высокопрочной алюминиево-никелевой и марганцево-алюминиевой бронзы.

В качестве оболочки порошковой или композитной проволоки использовали медную ленту марки М1М размером (0,4...0,8)×(10...15) мм. Алюминий в проволоку вводили в виде алюминиевого порошка марки ПА-3 (для порошковой проволоки) или в виде алюминиевой проволоки диаметром 0,8–1,6 мм (для композитной проволоки). Марганец и никель вводили в виде порошков ферромарганца, металлического марганца и карбонильного никелевого порошка. Учитывая, что данную проволоку разрабатывали применительно к наплавке на сталь, когда наплавленный слой, как правило, легируется железом из основного металла, железный порошок в состав проволоки не вводили. Легирующие элементы в проволоку вводили из расчета получения в наплавленном металле: 6,5–10,0% Al, 0,5–14,0% Mn, 1,5–5,5% Ni. С учетом минимального проплавления стали в наплавленной бронзе может содержаться 2,0–6,0% Fe. Сравнивая эти составы с данными таблицы, можно заключить, что разработанная проволока марок ПП-БрАНМц и ПП-БрМцАН (ВТУ ИЭС) обеспечивает получение наплавленной бронзы, близкой по составу сплавам

* В работе принимал участие инж. В.А. Аношин.

Таблица. Химический состав и механические свойства сложнолегированных Al-бронз (ГОСТ 493-79)

Сплав	Химический состав, %							Механические свойства*		
	Cu	Al	Fe	Mn	Ni	Zn	Примеси, не более	σ_B , МПа	δ , %	Твердость НВ, МПа
Бр.А10ЖЗМц2	Осн.	9,0–11,0	2,0–4,0	1,0–3,0	–	–	1,0	392	10	980
Бр.А10Ж4Н4Л	Осн.	9,5–11,0	3,5–5,5	–	3,5–5,5	–	1,5	587	5	1568
Бр.А11Ж6Н6	Осн.	10,5–11,5	5,0–6,5	–	5,0–6,5	–	1,5	587	2	2450
Бр.А9Ж4Н4Мц1	Осн.	8,8–10,0	4,0–5,0	0,5–1,2	4,0–5,0	–	1,2	587	12	1568
Бр.А7 Мц15 ЖЗН2Ц2	Осн.	6,6–7,5	2,5–3,5	14,0–15,5	1,5–2,5	1,5–2,5	0,5	607	18	–

* Литые в песчаную форму

Бр.А10Ж4Н4Л (алюминиевожелезоникелевая бронза) и Бр.А7Мц15Ж3Н2Ц2 (марганцевоалюминиевожелезоникелевая бронза).

На рис. 1 показаны характерные микроструктуры металла двухслойных наплавов бронз, выполненных МИГ-процессом с использованием разработанной проволоки. Структура наплавленного металла мелкозернистая двухфазная (α -фаза и γ -фаза сложного состава) с выделениями железистой составляющей, которая, как известно из практики литейного производства, способствует измельчению зерна и улучшению механических свойств алюминиевых бронз. В зависимости от степени легирования металла, в первую очередь, от содержания алюминия в бронзе твердость наплавленного слоя может составлять 140–200 НВ. В зоне сплавления бронзы со сталью наблюдается (рис. 2) кристаллизационная прослойка небольшой толщины.

При выборе способа автоматизированной наплавки внутренних поверхностей стальных втулок оценивали два процесса — наплавка в среде защитных газов и под слоем флюса. С учетом номенклатуры наплавляемых втулок (более 60% — втулки с внутренним диаметром 150–400 мм, остальные — диаметром более 400 мм) технология аргонодуговой наплавки бронзы разработана для втулок диаметром до 400 мм. При этом используют композитную или порошковую проволоку диаметром 2,5 мм. Оптимальные режимы ($i \leq 40 \text{ А/мм}^2$, $U_{\text{д}} = 26...28 \text{ В}$) обеспечивают стабильный процесс с равномерным мелкокапельным переносом металла и хорошее формирование валиков. Техника наплавки обычная — по винтовой линии с шагом перекрытия 50%. Для этих целей модернизирован универсальный наплавочный станок УД-209М. В качестве источника питания используют выпрямитель КИУ-501.

Втулки диаметром более 400 мм наплавляли расщепленным электродом под флюсом по принципиальной технологии, разработанной ранее* применительно к изготовлению биметаллических втулок конусных дробилок (рабочий слой — бронза Бр.ОС8-21). Использовали опытно-промышленную установку (рис. 3), оснащенную аппаратом с по-

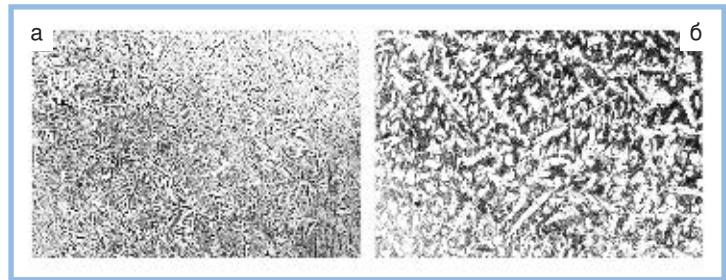


Рис. 1. Микроструктура наплавленного металла: а — проволокой ПП-Бр.АНМц; б — проволокой ПП-Бр.МцАН

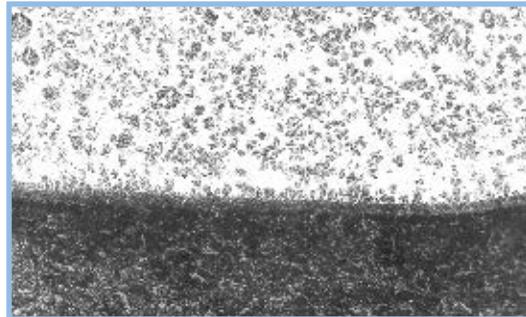


Рис. 2. Зона сплавления бронзы со сталью (наплавка проволокой ПП-Бр.АНМц в аргоне)

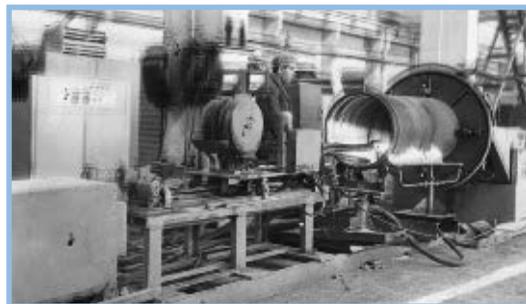


Рис. 3. Процесс наплавки расщепленным электродом под флюсом

дающим механизмом, который имеет специальный удлиненный мундштук для подачи двух проволок, тележкой, обеспечивающей продольное перемещение аппарата на установленный шаг и манипулятор УСМ-1200 для крепления заготовки втулки. Один конец заготовки втулки крепили в планшайбе манипулятора, а другой устанавливали на роликовую опору. Для лучшего формирования наплавленных валиков применяли предварительный подогрев заготовки до 200–250°С. Техника наплавки обычная: по винтовой линии с шагом 8 мм. Толщина слоя наплавленного металла составляет 6–8 мм. При контроле качества биметаллических втулок после механической обработки наплавленного слоя недопустимых дефектов в нем (несплавления, трещин и раковин) не обнаружено.

Наплавленные биметаллические втулки установлены и успешно эксплуатируются в узлах трения дробилок и другого горнообогатительного оборудования взамен литых бронзовых.

● #1332

* В.М. Илюшенко и др. Изготовление наплавкой биметаллических сталь + бронза втулок конусных дробилок. Тез. докл. Республик. науч.-техн. конф. «Повышение надежности и долговечности оборудования на предприятиях черной металлургии», Днепропетровск, 1970.



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 в ассортименте.
- 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



ОДО «ЗОНТ»

торговая
марка

АВТОГЕНМАШ

Украина, 65104, г. Одесса
пр. Маршала Жукова, 103
тел. (048) 717-0050
факс (048) 715-6950
E-mail: oaozont@zont.com.ua
URL: www.zont.com.ua

Производство, поставка, сервис

МАШИНЫ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ:

- ♦ с газокислородной и плазменной оснасткой;
- ♦ лазерные комплексы (оптоволоконные);
- ♦ гидроабразивные комплексы;
- ♦ криотехника.



MENDOL



WELDING

Сварочные электроды
НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ



М **ООО «МЕНДОЛ»**

51931, Днепропетровская обл.,
г. Днепродзержинск, ул. Садовая, 87-б
Тел./факс (0569) 53-47-66, 53-47-69
E-mail: en_fleur@mail.ru

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



**ТРИАДА
СВАРКА**

SPONORS: Fronius, ABICOR BINZEL, ASKAYNAK, SCSMA
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОСТАВЩИК
СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



**РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
СВАРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПОЛНАЯ
КОМПЛЕКТАЦИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

РЕМОНТ ЛЮБОГО СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ПУСКО-НАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ

ШИРОКИЙ ВЫБОР СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Украина,
г. Запорожье,
ул. 40 лет Сов. Украины,
82, оф. 79

г. Днепропетровск,
пр. Кирова, 58, оф. 6

sales@triada-welding.com

тел.: (061) 220-00-79
(061) 213-22-69
факс: (061) 233-10-58
(0612) 34-36-23
тел.: (056) 375-65-83
(050) 322-50-03

www.triada-welding.com



ДП «ЕКОТЕХНОЛОГІЯ»

Київ 03150 вул. Горького, 62
т./ф.

sales@et.ua, equip@et.ua www.et.ua
+380 44 200 8056 (багатокан.), 289 21 81, 287 26 17, 287 27 16



зварювальні матеріали • зварювальне обладнання • газополуменева 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 применении и сварке дуплексных нержавеющих сталей.

К.А. Максименко (Киев)

Лидером в производстве дуплексных сталей является финская фирма Outokumpu. Она выпускает полный ассортимент дуплексной стали от низколегированной LDX 2101® до особых дуплексных марок 2507 и 4501. Остановимся на свойствах сталей марок LDX 2101®, 2304, LDX 2404™, 2205 и 2507.

Эти стали обладают следующими свойствами:

- высокой степенью устойчивости к сплошной, точечной и контактной коррозии; повышенной устойчивостью к коррозионному растрескиванию под напряжением и коррозионной усталости;
- высокой механической прочностью;

- хорошей износостойкостью и эрозионной стойкостью;
- хорошим усталостным сопротивлением;
- высоким энергопоглощением;
- низким тепловым расширением;
- хорошей свариваемостью.

Дуплексные стали применяют для изготовления систем очистки отходящих газов, грузовых цистерн и трубопроводных систем, танкеров для перевозки химических продуктов, компонентов строительных конструкций, сосудов, работающих под давлением, роторов, рабочих колес и валов, арматуры для железобетонных конструкций, при строительстве мостов и др.

Стандартный химический состав сталей Outokumpu приведен в *табл. 1*.

Механические свойства и ударная вязкость горячекатаной листовой стали (толстый лист) приведены соответственно в *табл. 2, 3*.

Таблица 1. Химический состав дуплексных сталей

Марка стали	Международное обозначение		Химический состав, %					
	EN	ASTM/UNS	C	N	Cr	Ni	Mo	Прочие
LDX 2101®	1,4162	S32101	0,03	0,22	21	1,5	0,3	5 Мп
2304	1,4362	S32304	0,02	0,10	23	4,8	0,3	–
LDX 2404™	1,4662	S82441	0,02	0,27	24	3,6	1,6	3 Мп
2205	1,4462	S32205/S31803	0,02	0,17	22	5,7	3,1	–
2507	1,4410	S32750	0,02	0,27	25	7,0	4,0	

Таблица 2. Механические свойства горячекатаной листовой стали (толщина 15 мм) при температуре +20 °С

Марка стали	Условный предел текучести, МПа	Предел прочности при растяжении, МПа	Относительное удлинение, %	Твердость НВ
LDX 2101®	450/480*	650/700	30/38	225
2304	400/450	630/670	25/40	210
LDX 2404™ **	480/540	680/750	25/33	230
2205	460/510	640/750	25/35	230
2507	530/550	730/820	20/35	250

* В числителе приведены значения в соответствии с EN 10088, в знаменателе — типовые значения.
** Механические свойства в соответствии с AM 641.

Таблица 3. Минимальные значения ударной вязкости, поперечное направление, при температуре +20 °С и –40 °С, Дж (EN 10028)

Марка стали	+20 °С	–40 °С
LDX 2101®*	60	27
2304	60	40
LDX 2404™ **	60	40
2205	60	40
2507	60	40

* Значения в соответствии с AM 611.
** Значения в соответствии с AM 641.

Если для дуплексных сталей необходима горячая формовка, то она должна выполняться при указанных в *табл. 4* температурах. Дуплексные стали подвержены выделению вторичных фаз при воздействии температур приблизительно до 900°C. Выделение вторичных фаз приводит к снижению как пластичности, так и коррозионной стойкости.

Для снижения выделения вторичных фаз после горячей формовки заготовка должна подвергаться термообработке с образованием твердого раствора. Дуплексные стали значительно размягчаются при высоких температурах. Это необходимо учитывать, приступая к термообработке.

Холодную формовку дуплексных сталей можно выполнять с использованием обычных способов. Однако в связи с их высокой прочностью такие операции, как глубокая вытяжка, гибка с вытяжкой и ротационное выдавливание, с дуплексными сталями выполнять гораздо сложнее, чем с аустенитными.

Механическая обработка дуплексных сталей (кроме LDX 2101) также более сложная по сравнению с обработкой аустенитных сталей. Инструменты из быстрорежущей стали в этом случае эффективнее, чем инструменты из керамики.

Дуплексные стали, как правило, имеют хорошую свариваемость и могут свариваться с использованием большинства способов сварки, применяемых для сварки аустенитной нержавеющей стали:

- сварка защищенной дугой (SMAW);
- дуговая сварка вольфрамовым электродом в защитном газе TIG (GTAW);
- дуговая сварка металлическим электродом в среде защитного газа MIG (GMAW);
- дуговая сварка порошковой проволокой (FCW);
- плазменная дуговая сварка (PAW);
- дуговая сварка под флюсом (SAW);
- лазерная сварка;
- контактная сварка;
- высокочастотная сварка.

Благодаря сбалансированному химическому составу зона термического влияния получает достаточно высокое содержание аустенита для сохранения хорошей устойчивости к местной коррозии. Отдельные марки дуплексной стали имеют несколько отличные сварочные характеристики.

При сварке дуплексных сталей необходимо выполнять следующие указания:

- материал не нужно предварительно подогревать;

Таблица 4. Рекомендуемые температуры нагрева, °C

Марка стали	Горячая штамповка	Закалочный отжиг	Отжиг для снятия напряжений
LDX 2101®	1100–900	1020–1080	1020–1080
2304	1100–900	950–1050	950–1050
LDX 2404™	1120–900	1000–1120	1000–1120
2205	1150–950	1020–1100	1020–1100
2507	1200–1025	1040–1120	1040–1120

Таблица 5. Сварочные материалы

Марка стали	Сварочный материал (ISO)	Химический состав, %				
		C	Cr	Ni	Mo	N
LDX 2101®	23 7 NL	0,02	23,5	8,0	0,3	0,14
	22 9 3 NL	0,02	22,5	8,5	3,0	0,15
2304	23 7 NL	0,02	23,5	8,0	0,3	0,14
	22 9 3 NL	0,02	22,5	8,5	3,0	0,15
LDX 2404™	22 9 3 NL	0,02	22,5	8,5	3,0	0,15
	2205	22 9 3 NL	0,02	22,5	8,5	3,0
2507	25 9 4 NL	0,02	25	8,5	3,5	0,25

- между проходами при сварке необходимо дать материалу остыть, предпочтительно до температуры ниже 150°C;
- для получения хорошего качества сварного шва непосредственно после сварки необходимо использовать присадочный материал. Для стали LDX 2101® хорошие свойства могут быть получены и без присадочного материала;
- рекомендуемую энергию дуги следует поддерживать в определенных пределах для достижения хорошего баланса между ферритом и аустенитом в сварном шве. Погонная энергия должна соответствовать марке стали и быть скорректированной пропорционально толщине свариваемого материала;
- при сварке с присадочным материалом послесварочный отжиг необязателен. При необходимости термообработки она должна проводиться в соответствии с температурами, указанными в *табл. 4*, но при минимальной температуре, увеличенной на 30–50°C для полного распада интерметаллидной фазы в металле сварного шва;
- для обеспечения оптимальной устойчивости к точечной коррозии при сварке способами GTAW и PAW рекомендуется дополнительно вводить в защитный/продувочный газ азот.

В *табл. 5* приведены сварочные материалы для дуплексных сталей.

• #1333

В статье использованы материалы фирмы ЗАО «Оутокумпу» (Санкт-Петербург).

Продолжение в следующем номере.

Микроплазменное напыление покрытий

К.А.Ющенко, акад. НАНУ, Ю.С.Борисов, д-р техн. наук, С.Г.Войнарович, О.М.Кислица, кандидаты техн. наук, Е.К.Кузьмич-Янчук, А.А.Фомакин, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

Одним из основных методов газотермического нанесения покрытий является плазменное напыление. Наиболее часто для этой цели используют плазмотроны, генерирующие турбулентную плазменную струю с электрической мощностью до 200 кВт и диаметром пятна напыляемого материала 15–30 мм.

Применение таких плазмотронов для напыления деталей малых размеров или тонкостенных деталей может привести к их перегреву и короблению ввиду высокой тепловой мощности плазменной струи. Кроме того, напыление малоразмерных деталей или локальных участков поверхности (5–10 мм и менее) сопровождается большими потерями напыляемого материала и требует дополнительной операции по маскировке участков, не подлежащих напылению.

Эти обстоятельства обусловили необходимость разработки нового способа газотермического нанесения покрытий – микроплазменного напыления (МПН). В течение 1990–1995 гг. в ИЭС им. Е.О. Патона был

выполнен комплекс конструкторских и технологических работ, в результате которых создан ряд установок для микроплазменного напыления (МПН-001, МПН-002, МПН-003). Установка МПН-004 для микроплазменного напыления последнего поколения включает источник питания с блоком водяного охлаждения, блок управления, микроплазмотрон с выносным поворотным охлаждаемым анодом (Пат. UA В23К10/00 №2002076032), а также взаимозаменяемые механизм для подачи проволоки и порошковый дозатор МПД-004 (рис. 1).

Особенностью процесса микроплазменного напыления является ламинарный режим истечения струи с использованием в качестве плазмообразующего газа аргона.

Такой режим, а также конструкция микроплазмотрона обусловили следующие отличительные характеристики процесса МПН:

- поскольку угол раскрытия ламинарной плазменной струи составляет всего 2–6° (для турбулентных плазменных струй



Рис. 1. Внешний вид установки МПН-004 для микроплазменного напыления

Техническая характеристика установки МПН-004:

Защитный газ	Аргон
Расход, л/мин:	
рабочего газа	0,5–5,0
защитного газа	1,0–10,0
Мощность, кВт	До 2,5
Сила тока, А	10–60
Напряжение, В	20–40
Расход, кг/ч:	
порошка	0,25–2,5
проволоки	0,1–0,6
Скорость подачи проволоки, м/мин	1,0–6,0
Коэффициент использования материала	0,6–0,9
Диаметр пятна напыления, мм	1–8
Источник питания с системой автономного водяного охлаждения:	
габаритные размеры, мм	500×180×650
масса, кг	30
Газовый пульт:	
габаритные размеры, мм	470×180×400
масса, кг	7
Масса плазмотрона, кг	1,2
Уровень шума, дБ	30–50

Таблица 1. Микротвердость микроплазменных покрытий при напылении порошком

Напыляемый материал	Микротвердость, МПа
Бронза	1300–1600 HV _{0,025}
Молибден	4120–4730 HV _{0,05}
Ni-5Al	1400–3500 HV _{0,01}
Стеллит 6	5500–8500 HV _{0,05}
NiCrBSi (Castolin 18972)	9500–12500 HV _{0,05}
Нерж. сталь 254SMO	2060–2520 HV _{0,3}
WC-12Co	11450–14500 HV _{0,05}
Inconel 718	2170–2830 HV _{0,05}
Cr ₃ C ₂ +Ni ₈₀ Cr ₂₀	10300±1480 HV _{0,05}
Ni-Cr-Al/Bentonite	NiCrAl — 1880±150 HV _{0,05}
Metco 314 NS (при- рабочное покрытие)	Bentonite — 7100±700 HV _{0,05}

это 10–18°) и диаметр сопла невелик (1–2 мм и менее), можно уменьшить размер пятна напыления до 1–8 мм;

- низкая тепловая мощность микроплазменной струи позволяет уменьшить нагрев основы, что дает возможность наносить покрытия на изделия малых размеров и изделия с тонкими стенками без излишнего локального перегрева и коробления;
- использование микроплазмотрона с выносным анодом дает возможность подавать напыляемый материал непосредственно в дуговой разряд, самую высокотемпературную область плазменной струи, и наносить такие тугоплавкие материалы, как Al₂O₃, ZrO₂, W;
- применение струи защитного газа аргона снижает степень окисления напыляемого материала;
- ламинарная пламенная струя имеет низкий уровень звука (30–50 дБ), поэтому можно использовать оборудование для микроплазменного напыления без специальной шумоизолирующей камеры;
- оборудование мобильно благодаря наличию собственной системы охлаждения. Для работы установки необходим один баллон сжатого аргона и сеть переменного тока 220 В (380 В), 50 Гц.

Мощность микроплазмотрона МП-004 достигает 2,5 кВт, режим истечения струи аргоновой плазмы — ламинарный, соосный обдув плазменной струи аргоном способствует ее стабилизации.

В качестве исходных материалов для напыления можно использовать как порошки, так и проволоку. Коэффициент использова-

Таблица 2. Микротвердость и содержание кислорода в микроплазменных покрытиях при напылении проволокой диаметром 0,3 мм

Напыляемый материал	Микротвердость, МПа	Содержание кислорода, %
Inconel 625	349–389 HV _{0,05}	—
Inconel 82	303–370 HV _{0,05}	2,9–5,8
W	1880–2060 HV _{0,05}	3,3–13,8
NiCr (Ni80Cr20)	309–361 HV _{0,05}	3,1–15,1
Ti	320–550 HV _{0,025}	0,88–2,8
Cu	450–610 HV _{0,05}	—

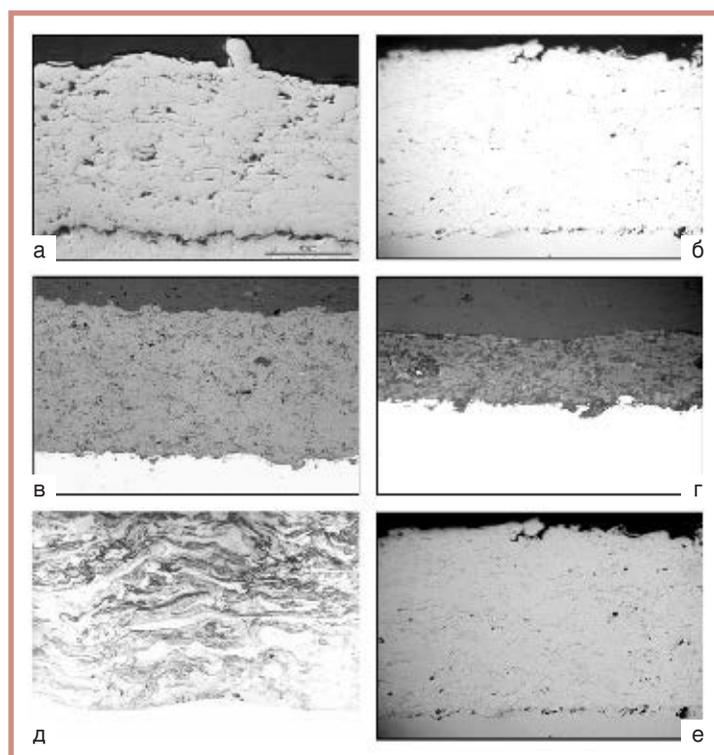
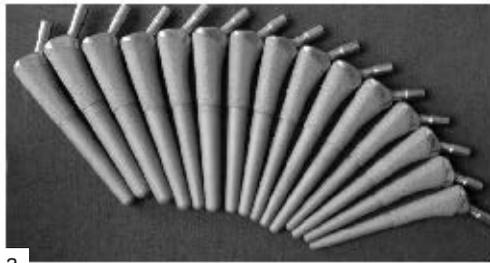


Рис. 2. Структуры покрытий, полученных методом микроплазменного напыления: а — Мо; б — Inconel 718; в — ZrO₂-Y₂O₃; г — гидроксиапатит; д — медь; е — нихром (Ni80Cr20)

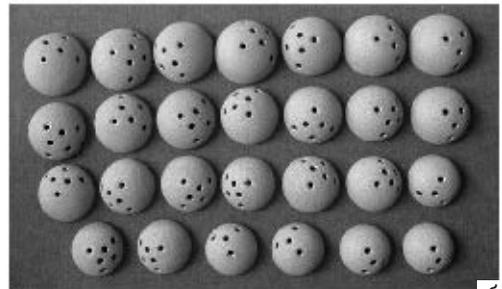
ния напыляемого материала при МПН составляет 0,6–0,9. Свойства некоторых микроплазменных покрытий приведены в табл. 1, 2.

Накопленный в ИЭС опыт применения микроплазменного напыления подтверждает возможность использования для напыления: металлов Al, Cu, Ni, Ti, W, Mo и т. д.; Al-, Cu-, Fe-, Co-, Ni-сплавов; оксидов Al₂O₃, TiO₂, ZrO₂; карбидов WC, Cr₃C₂; биокерамики (гидроксиапатит, трикальций-фосфат). Микроструктура некоторых покрытий, полученных методом микроплазменного напыления порошка (а–г) и проволоки (д, е), показана на рис. 2.

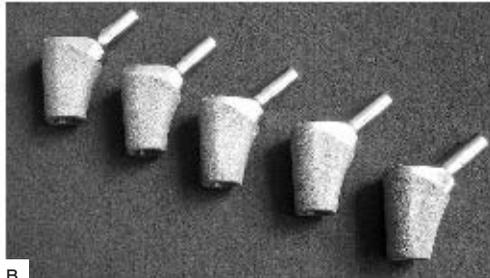
В ИЭС разработана технология нанесения биосовместимых покрытий на эндопро-



а



б



в

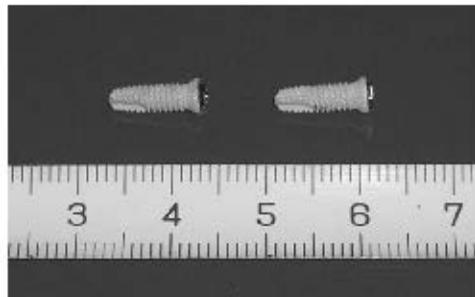
Рис. 3. Компоненты эндопротеза тазобедренного сустава с биосовместимым пористым Ti-покрытием, полученным методом МПН при использовании проволоки: а — ножка; б — чашка; в — проксимальный модуль



а



б



в



г

Рис. 4. Примеры изделий с биосовместимым покрытием, полученным микроплазменным напылением: а, б — имплантаты для межтелового спондилодеза; в — стоматологический имплантат; г — эндопротез коленного сустава

тезы тазобедренного сустава, в производство таких эндопротезов освоено на АО «МОТОР СИЧ» (рис. 3). Эта технология позволяет наносить биосовместимые покрытия на другие типы эндопротезов, включая стоматологические имплантаты (рис. 4).

Оборудование и технология микроплазменного напыления могут быть использованы в приборостроении и электротехнике (нанесение электроизоляционных и токоведущих покрытий), химической и пищевой промышленности (нанесение химически стойких покрытий), при производстве бытовой техники и др. Кроме того, метод мик-

роплазменного напыления покрытий позволяет проводить:

- восстановление валов, в том числе малого диаметра (2–5 мм);
- восстановление посадочных мест под подшипники;
- устранение дефектов привалочных плоскостей;
- восстановление антифрикционного слоя подшипников скольжения;
- локальный ремонт повреждений поверхности на различных изделиях (в том числе ремонт локальных дефектов эмалевых покрытий емкостей) и др. ● #1334

Всемирный поставщик передовых расходных материалов для резки и сварки

Thermacut®

Advanced Consumables



Год основания - 1990 (г. Кларемонт, США). С 1999 года - в составе IBC Group, Германия.

SilverEX
ELECTRODE

TungstenEX
NOZZLE

ООО «Термакат Украина ГмБХ»
08130, Киевская обл., с. Петропавловская Борщаговка
ул. Петропавловская, 24

Офис, Киев: т./ф. +38 044 / 403 1299, +38 050 / 336 3391
info@thermacut.ua
www.thermacut.ua

Офис, Львов: +38 050 / 392 4668
Офис, Николаев: +38 050 / 333 8161
Офис, Харьков: +38 050 / 417 6068

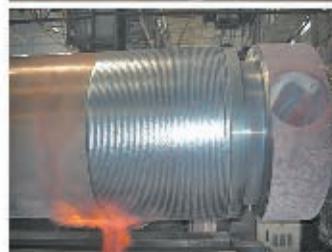


**ВЕДУЩИЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ПОРОШКОВЫХ ПРОВОЛОК
ДЛЯ СВАРКИ, НАПЛАВКИ И НАПЫЛЕНИЯ**

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

*Качество продукции
подтверждается
количеством партнеров*

03680, г.Киев, Украина,
ул.Боженко 15, оф.303,507
тел. (044) 200-86-97
факс(044) 200-84-85
office@veldtec.ua
www.veldtec.ua



- ▶ 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 "ВУТМАРК-УКРАИНА"
г. Киев, ул. Плодовая, 16
т./ф. +380 44 392 73 44
info@wutmarc.com.ua
www.wutmarc.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"
г. Киев, 03150,
ул.Антоновича (Горького), 62
т./ф. +380 44 200 8056
sales@et.ua
www.et.ua

ООО ПНФ „ГАЛЕЛЕКТРОСЕРВИС“
79034, г. Львов, ул. Навроцкого, 10 А
тел. + 38 (032) 239-29-15, 239-29-16
факс + 38 (032) 239-29-17
ges@tsp.net.ua
www.ges.lviv.ua

most
GOLD
Line



RYWAL RHC

«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.

Электрошлаковая наплавка в секционном токоподводящем кристаллизаторе

Ю.М. Кусков, д-р техн. наук, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

В ИЭС им. Е.О. Патона для электрошлаковой наплавки разработана оригинальная конструкция неплавящегося электрода — секционный токоподводящий кристаллизатор (ТПК). При использовании ТПК присадочные материалы можно подавать в шлаковую ванну в виде труб, стержней, прутков, лент, проволоки сплошного сечения и порошковой, порошков, дробы, стружки, жидкого присадочного материала. Однако наиболее перспективным для наплавки в ТПК является дискретный присадочный материал (дробь), с помощью которого можно не только получать наплавленные слои заданных размеров и химического состава, но и активно влиять на процессы кристаллизации наплавленного металла и его свойства, в частности, износостойкость, прочность, твердость и т. п.

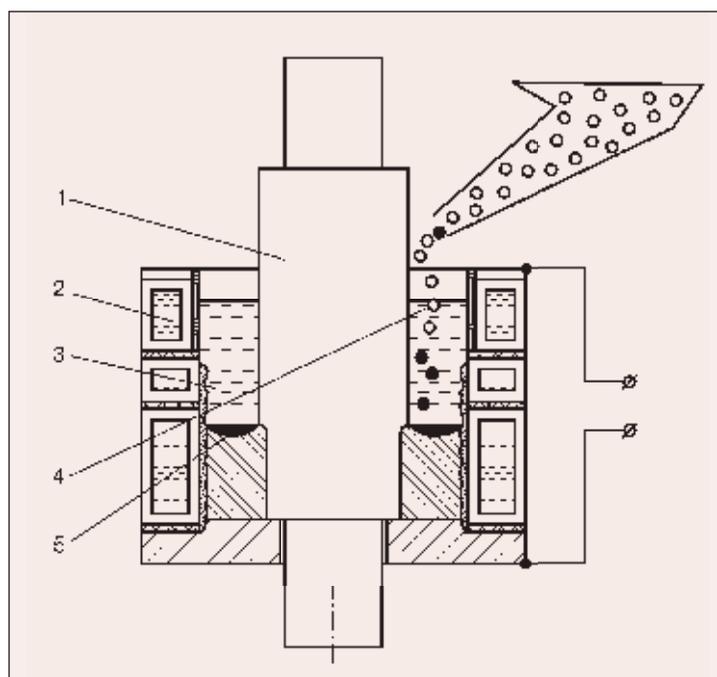
Основные преимущества ТПК по сравнению с другими неплавящимися электродами следующие:

- обеспечение равномерного теплового поля на больших площадях;
- возможность магнитного воздействия на процессы кристаллизации наплавленного металла без применения дополнительных источников энергии;
- отсутствие необходимости в корректировке положения неплавящихся электродов в шлаковой ванне из-за изменения их геометрических размеров в процессе наплавки;
- возможность точного регулирования процесса наплавки за счет изменения технологических параметров наплавки и конструктивного оформления кристаллизатора;
- возможность регулирования проплавления основного металла как за счет электрического режима, так и за счет изменения скорости наплавки.

В настоящее время наибольший опыт использования ТПК накоплен при наплавке прокатных валков дробью с размером ча-

стиц 1,5–4,0 мм (рисунок). Наплавляемая заготовка валка 1 устанавливается вертикально, соосно с кристаллизатором 2. В зазор между наплавляемой поверхностью бочки валка и стенкой ТПК, к одной из секций которого подведено напряжение, заливают расплавленный в отдельной емкости шлак 3. Благодаря взаимодействию магнитных полей шлаковой ванны и токоподводящей секции кристаллизатора обеспечивается вращение шлаковой ванны в горизонтальной плоскости. Вращение шлаковой ванны приводит к тому, что частицы дробы 4 полностью расплавляются в шлаковой ванне и металл лучше рафинируется. Металлическая ванна 5 образуется при расплавлении подаваемых в шлак частиц дробы. Подачу дробы можно осуществлять несколькими стационарными дозаторами или одним дозатором, совершающим возвратно-вращательное движение по периметру кристаллизатора. Во время наплавки ТПК перемещается вверх, либо, если ТПК неподвижен, то вниз перемещается валок.

Рисунок. Схема электрошлаковой наплавки прокатных валков дискретной присадкой (дробью) в токоподводящем кристаллизаторе



Установлено, что хорошему формированию наплавленного слоя и качественному его сплавлению с основным металлом способствует правильный выбор оптимального уровня металлической ванны, который должен сохраняться постоянным во время наплавки. Слежение за этим параметром во время наплавки можно выполнять, основываясь на установленных закономерностях изменения электрических параметров наплавки в зависимости от положения ТПК, или при помощи датчиков уровня.

Наплавляли дробью из хромистого чугуна, содержащего 16–20% хрома, стальные валки III–IV клетей стана 300 диаметром 360–380 мм в ТПК с диаметром формирующей секции 440 мм. Производительность наплавки до 100 кг/ч. Режим наплавки: напряжение 39–42 В; сила тока 5,5–5,8 кА; флюс АН-75. Стойкость наплавленных валков в 1,5–2,0 раза выше стойкости литых валков из хромоникелевого чугуна.

Восстановленные наплавкой дробью из хромистого и высокохромистого (до 25% хрома) чугуна прокатные валки диаметром до 520 мм штриповых и мелкосортных станков показали стойкость не ниже стойкости литых двухслойных валков, обычно устанавливаемых в этих станках. Наплавка чугунных прокатных валков отличается от наплавки стальных меньшим прогревом заготовки валка шлаковой ванной до подачи присадки (примерно на 70%), пониженным электрическим режимом и более высокой массовой скоростью подачи дроби (до 200 кг/ч и более).

Положительный опыт наплавки стальных и чугунных прокатных валков относительно небольших размеров (диаметр бочки до 500 мм, длина бочки до 700 мм) был подтвержден при наплавке чугунных валков диаметром до 1 м и длиной до 2 м. При этом были установлены основные закономерности изменения теплового состояния наплаваемых изделий, химического состава флюса, электрических режимов наплавки, массовой скорости подачи присадки, особенностей нагрева и охлаждения прокатного валка во время и после наплавки.

Учитывая то, что процесс восстановления изношенных прокатных валков можно выполнять неоднократно (по предварительным оценкам не менее пяти раз), были разработаны техника и технология качественной наплавки чугуна на ранее нанесенные и частично удаленные при повторных механических обработках слои на изношенной рабочей поверхности.

Установлена также возможность выполнения ЭШН в токоподводящем кристаллизаторе новых биметаллических валков холодной прокатки с рабочим слоем из быстрорежущей стали. Производительность наплавки составила 100–150 кг/ч.

Помимо кольцевой наплавки, разработанная технология находит применение и при торцевой наплавке деталей различного назначения. В этом случае предусмотрена возможность использования как стационарного, так и подвижного ТПК в зависимости от толщины наплаваемого слоя. Перспективно использование торцевой наплавки для упрочнения инструментов и деталей, эксплуатирующихся в условиях абразивного изнашивания и ударных нагрузок, например, в горнодобывающей и перерабатывающей промышленности. Установлена возможность получения высококачественных изделий в сочетаниях низколегированная сталь, сталь Г13 (основной металл) – высокохромистый чугун (рабочая наплаваемая часть). Отличительной особенностью такого наплавленного металла, кроме высокой стойкости против абразивного изнашивания, являются повышенные механические характеристики по сравнению с характеристиками литого металла аналогичного химического состава. В частности, временное сопротивление разрыву (σ_b) повышается на 30–40%. Особенно это отличие наблюдается при повышенных температурах (до 500°C), при которых σ_b может возрасти до двух раз.

Имеется опыт наплавки внутренних поверхностей патрубков из конструкционной стали с внутренним диаметром 200–260 мм и толщиной стенки 10–25 мм с использованием флюса АНФ-29 и дроби диаметром 2–4 мм из нелегированного чугуна. Толщина наплаваемого слоя 25–45 мм.

В зависимости от задач, решаемых с помощью ТПК, можно получать в наплавленном слое как однородный электрошлаковый металл, так и композитный. Если в качестве присадки используют гранулы большого диаметра, тугоплавкие частицы или наплавку производят при большой массовой скорости подачи присадки, то в наплавленном металле появляются недоплавленные либо вообще несплавленные частицы. Наличие таких частиц в объеме наплавленного слоя превращает его в своеобразный композитный металл.

ТПК можно использовать для получения наплавленных слоев с регулируемым

изменением свойств рабочей поверхности за счет подачи в шлаковую ванну присадок различного химического состава. Этот технологический процесс проверен при наплавке стальных заготовок диаметром 130 мм с использованием наплавочной дроби из низколегированного и высоколегированного хромоникелевого чугуна.

Несмотря на перспективность использования при наплавке дискретного наплавочного материала, в ряде случаев возникает необходимость переплава электродов большого сечения из-за отсутствия дискретной присадки требуемого химического состава и возможности изготовления электродов из отдельных частей вышедших из строя деталей, изготовленных из металла аналогичного состава. В настоящее время изучены технологические и электротехнические особенности такого электрошлакового процесса с использованием электродов диаметром

0,1–0,7 диаметра кристаллизатора и источников питания постоянного и переменного тока. При оптимальных размерах электродов и схемы подключения источников питания можно обеспечить высокопроизводительную наплавку с получением равномерного и небольшого по величине проплавления основного металла.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования и промышленная проверка разработанных технологий позволяют утверждать, что способ электрошлаковой наплавки в ТПК имеет более широкие возможности и преимущества перед другими способами электрошлаковой наплавки и перспективен как при восстановлении, так и при изготовлении деталей различного назначения и условий эксплуатации, в частности, абразивного изнашивания, постоянных и циклических тепловых и ударных нагрузок.

● #1335

ПОЗДРАВЛЯЕМ!



Борису Владимировичу ЮРЛОВУ – 60 лет

6 июля 2013 г. исполняется 60 лет Борису Владимировичу Юрлову, известному специалисту сварочного производства, заместителю директора по экономике и маркетингу Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, кандидату технических наук, международному инженеру-сварщику, вице-президенту Общества сварщиков Украины, главному редактору журналов «Сварщик» и «Сварщик в России».

Выпускник сварочного факультета Киевского политехнического института 1976 г. — Б.В.Юрлов был направлен на работу в ИЭС им. Е.О. Патона, где прошел путь от инженера до старшего научного сотрудника.

Его научно-техническая деятельность была посвящена исследованию металлургических процессов при ручной дуговой сварке углеродистых и низколегированных сталей, разработке новых марок покрытых электродов и технологии их производства. Автор ряда марок электродов для сварки низкоуглеродистых, низколегированных сталей нормальной и повышенной прочности, применяемых для изготовления ответственных конструкций в судостроении, подвижного железнодорожного состава, морских плавучих буровых платформ, эксплуатируемых при низких климатических температурах.

В 1998 г. Борис Владимирович успешно реализовал свою идею издания информационно-технического журнала для специалистов сварочного производства. В этом году журнал «Сварщик» отметил свое пятнадцатилетие, и благодаря активным усилиям Б.В. Юрлова издание стало источником полезной информации для широкого круга специалистов не только в Украине, но и в России, Белоруссии (журналы «Сварщик в России» и «Сварщик в Белоруссии»).

Сегодня основным направлением деятельности Б.В. Юрлова как заместителя директора ИЭС им. Е.О. Патона является разработка и реализация маркетинговой стратегии продвижения научно-технической продукции, созданной в институте, на внутреннем и внешних рынках.

От всей души поздравляем Бориса Владимировича с юбилеем, желаем ему здоровья, счастья, благополучия, творческого долголетия и успехов!

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

Основы разработки технологии сварки плавлением*

1. Способы сварки

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

Плазменная сварка относится к дуговому способу сварки, при которой происходит сжатие столба дуги в канале сопла потоком газа или магнитным полем. В дугах средней мощности (сила тока до 1000 А), стабилизированных потоком газа (аргон, азот, кислород, водород), плазма обычно имеет температуру 5000–20000°С.

1.2. Плазменная сварка. Существенным отличием плазменной сварки от дуговой является тот факт, что на формирование ванны и шва существенное влияние оказывает плазменно-газовый поток.

В мировой практике применяют технологию и оборудование для плазменной сварки дугой косвенного действия, на постоянном токе прямой и обратной полярности и дугой прямого действия (рис. 5), трехфазной дугой (рис. 6), с двойными дугами неплавящимся и плавящимся электродами с отдельными источниками питания (рис. 7).

Основными параметрами регулирования тепловых характеристик плазменной дуги или струи являются сила тока, длина дуги и расход плазмообразующего газа. Увеличение силы тока и длины дуги приводит к возрастанию температуры, а повышение расхода плазмообразующего газа — к ее понижению.

Важными характеристиками плазменной струи как источника теплоты при обработке материалов является эффективная тепловая мощность, т. е. мощность, вводимая плазмен-

ной струей в обрабатываемый материал, и распределение этой мощности по пятну нагрева.

Эффективная мощность плазменной струи меньше на срезе сопла вследствие конвекционных и лучистых потерь. Увеличение силы тока дуги, длины ее в дуговой камере и уменьшение диаметра канала сопла повышают тепловую эффективную мощность струи. Увеличение расхода газа при малых его значениях резко увеличивает мощность струи. При больших расходах газа эффективная мощность изменяется незначительно. Увеличение расстояния между соплом и нагреваемой поверхностью снижает эффективную мощность струи вследствие возрастания потерь энергии струи в основном в результате конвекционного теплообмена струи с окружающей средой. Конвекционные потери возрастают при турбулентном истечении струи из сопла. Этим объясняют более резкое снижение эффективной мощности струи при повышении расхода газа, чему способствует также снижение температуры струи по мере удаления из сопла.

Наиболее распространен способ сварки плазменной дугой, при котором дуговой разряд возбуждается между неплавящимся электродом плазматрона и свариваемым изделием (см. рис. 5, а).

По сравнению с аргонодуговой сваркой плазменно-дуговая сварка отличается более стабильным горением дуги. При плазмен-

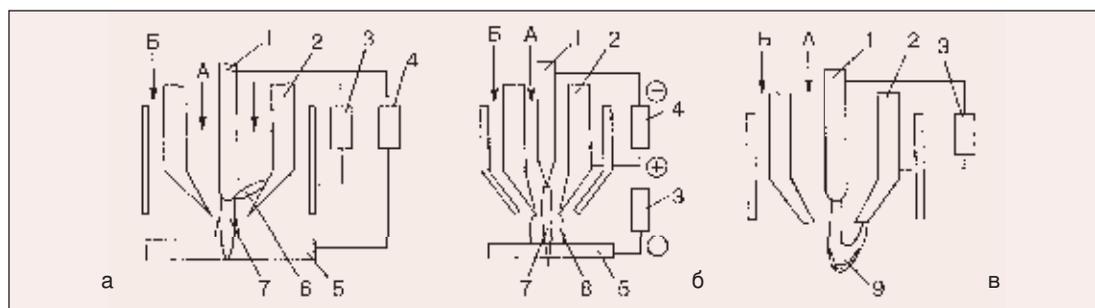


Рис. 5. Схема плазменной сварки: дугой прямого действия (а); микроплазменной на обратной полярности (б); косвенного действия (в): 1 — электрод; 2 — сопло; 3, 4 — источник соответственно вспомогательной и основной дуги; 5 — плазменная дуга; 6 — вспомогательная дуга; 7 — изделие; 8 — дуга обратной полярности; 9 — столб дуги и факел

* Продолжение. Начало в №1, 2–2013.

ной сварке обеспечивается более равномерное проплавление кромок.

Благодаря цилиндрической форме столба дуги плазменно-дуговая сварка менее чувствительна к изменению длины дуги, чем аргодуговая. Изменение длины дуги конической формы (при аргодуговой сварке) всегда ведет к изменению пятна нагрева, а следовательно, и к изменению ширины шва. Плазменная дуга позволяет сохранять практически постоянный диаметр пятна, а также стабилизировать проплавление основного металла. Это свойство плазменной дуги успешно используют при сварке очень тонких листов.

Пятну нагрева при сварке плазменной дугой может быть придана наиболее благоприятная форма. Изменения формы пятна нагрева получают, применяя специальные сопла (рис. 8). Если необходимо иметь пятно нагрева вытянутой формы, то в сопле делают два дополнительных отверстия (см. рис. 8, б). Через эти отверстия поступает холодный газ, что приводит к уменьшению поперечного размера пятна нагрева и придает ему вытянутую форму. При сварке плазменной дугой с таким соплом зона термического влияния сужается, а скорость сварки возрастает на 50–100%.

Разновидность сопла с дополнительным отверстием для создания фокусирующего газового потока показана на рис. 8, в. Плазмообразующий газ подается тангенциально, что позволяет при небольшом его расходе хорошо стабилизировать дугу. Поток фокусирующего газа, направленный под углом к оси столба дуги, дополнительно сжимает ее. Деформировать пятно нагрева при сварке плазменной дугой возможно, накладывая на нее неоднородное магнитное поле, которое создают две пары магнитных полюсов. Дуга, находясь в середине такой магнитной системы, вытягивается в одном направлении, превращаясь в линейный источник теплоты.

При сварке плазменной дугой получают глубокое проплавление основного металла в форме «замочной скважины».

Сварные соединения, выполненные плазменной дугой, отличаются глубоким проплавлением и незначительной шириной шва, причем оба этих качества обеспечиваются на скоростях, которые при одинаковой мощности дуги превышают скорости других дуговых способов.

При сварке на форсированных режимах для качественного формирования шва необходимо обеспечить движение расплавленно-

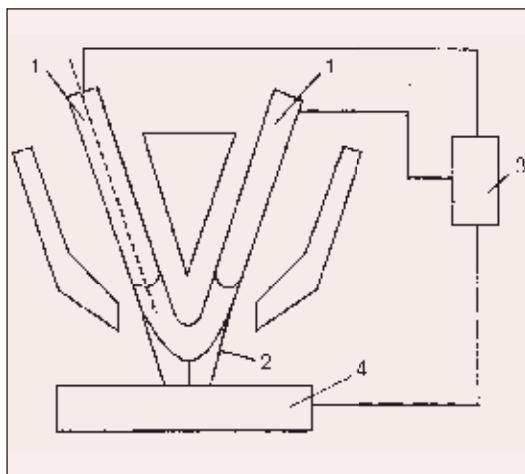


Рис. 6. Схема плазменной сварки трехфазной дугой: 1 — электроды; 2 — дуги прямого и косвенного действия; 3 — источник питания; 4 — изделие

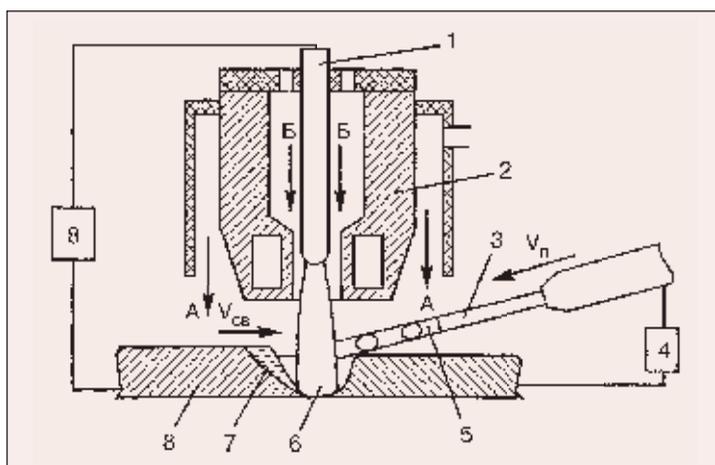


Рис. 7. Схема плазменно-дуговой сварки с боковой подачей плавящегося электрода: 1 — электрод плазмотрона; 2 — сопло; 3 — плавящийся электрод; 4 — источник питания плазменной дуги; 5 — источник питания плавящегося электрода; 6 — плазменная дуга; 7 — дуга плавящегося электрода; 8 — изделие

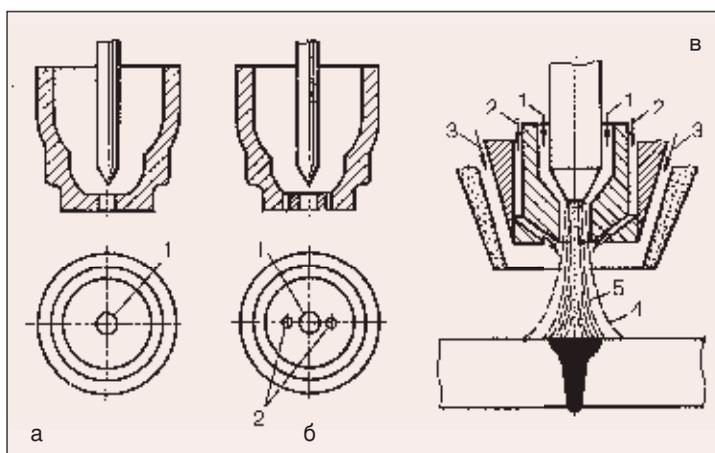


Рис. 8. Схемы плазмообразующих сопел для сварки плазменной дугой: а — с круглым пятном нагрева; б — с вытянутым пятном нагрева (1 — центральный канал для газа, обеспечивающий образование плазменной дуги; 2 — боковые отверстия для прохода холодного фокусирующего газа); в — с дополнительным газовым потоком для фокусировки дуги (1 — плазмообразующий газ; 2 — фокусирующий газ; 3 — защитный газ; 4 — очертания дуги при отсутствии фокусирующего газа; 5 — то же с фокусирующим газом)

го металла не в глубину полости кратера, а параллельно поверхности свариваемых пластин по его боковой поверхности. По мере увеличения скорости сварки и повышения газокинетической энергии плазменного потока это условие может нарушаться, что приводит к образованию грубочешуйчатой формы шва, подрезов, неравномерности глубины проплавления, периодической цепочки пор или выбросу расплавленного металла.

При плазменно-дуговой сварке расход плазмообразующего газа устанавливают таким, чтобы истечение плазмы из сопла не было турбулентным, а силовое воздействие плазменно-газовой струи на поверхность ванны не приводило к разбрызгиванию металла и нарушению формирования шва.

В качестве плазмообразующего газа обычно применяют аргон или его смеси с водородом и гелием, а для защиты металла сварочной ванны от окисления при сварке легированной стали, меди, никеля и сплавов на его основе — смесь аргона с 5–8% водорода. При сварке циркония и титана водород вообще нельзя применять ввиду большого его сродства к этим металлам. При укладке второго валика при двухслойной сварке или подварке корня шва рекомендуют применять гелий. При сварке малоуглеродистой и низколегированной стали в качестве плазмообразующего и защитного газа можно использовать углекислый газ.

Состав плазмообразующего газа влияет на глубину проплавления при данной силе тока. Добавление к аргону небольшого количества водорода увеличивает проплавление. Оптимальное содержание водорода 7%.

Плазменно-дуговая сварка может быть выполнена практически в любом пространственном положении.

При сварке с присадкой присадочную проволоку обычно вводят в плазменную струю со стороны хвостовой части сварочной ванны.

При многопроходной плазменной сварке с присадкой толстых листов выполнение последующих проходов не должно сопровождаться проплавлением типа «замочная скважина». Поэтому при укладке последующих швов силовое действие плазменной дуги регулируют изменением расхода плазмообразующего газа так, чтобы расплавленный металл не вытеснялся из сварочной ванны.

В последние годы получает развитие способ плазменно-порошковой сварки, при котором порошок подают в плазму и заполняют разделку. Способ проверен при механизированной и ручной сварке металла тол-

щиной 1–50 мм во всех пространственных положениях. При варьировании составов присадочных порошков открываются новые возможности получения неразъемных соединений металлических, композиционных и керамических материалов.

Для соединения металлов и сплавов толщиной от 0,025 до 2,0 мм применяют **микроплазменную сварку**. При этом сила тока плазменной дуги 0,1–20 А. Среди способов микроплазменной сварки выделяют сварку при прямой полярности в непрерывном и импульсном режимах горения дуги, сварку переменным током и сварку в вакууме.

Микроплазменную сварку на прямой полярности выполняют при изготовлении изделий из углеродистых и легированных сталей, различных цветных металлов (медь, никель, титан), а также благородных металлов и сплавов.

Сварку подавляющего большинства металлов выполняют в непрерывном или импульсном режиме при прямой полярности дугой, горящей между вольфрамовым электродом плазмотрона и изделием в струе плазмообразующего инертного газа, как правило, аргона.

Для предотвращения взаимодействия расплавленной ванночки жидкого металла и зоны термического влияния с атмосферой по периферии дуги подают защитный газ: аргон, гелий, азот, углекислый газ, смеси аргона с водородом, аргона с гелием, аргона с азотом и другие смеси в зависимости от свойств свариваемого металла.

При микроплазменной сварке прикатодная область дуги находится в среде плазмообразующего газа, а столб и прианодная область — преимущественно в среде защитного газа. При правильном выборе защитного и плазмообразующего газов, их расхода, а также соответствующей конструкции плазмотрона сжатая плазменная дуга имеет конусообразную форму с вершиной, обращенной к изделию. При этом в аноде-изделии существенно возрастает концентрация энергии. Такую форму дуги объясняют тем, что у среза сопла плазма находится преимущественно в среде аргона, а по мере приближения к аноду плазмообразующий и защитный газы все сильнее перемешиваются, и разряд горит уже в смеси этих газов. Чем ближе к аноду, тем больше содержание защитного газа. Если при этом защитный газ имеет больший коэффициент теплопроводности, чем плазмообразующий, то степень сжатия дуги по мере приближения к аноду увеличивается.

Отмеченную форму дуги наблюдают в аргоно-водородной смеси, гелии, азоте, углекислом газе при правильно выбранном расходе плазмообразующего газа. Если защитным газом является аргон, то дуга имеет цилиндрическую или даже расходящуюся в направлении к изделию форму. Практически цилиндрическую форму приобретает дуга также при силе тока более 20 А, где влияние среды на контрагирование дуги заметно ослабляется. В этом случае ее диаметр определяется в основном диаметром канала сопла. При больших расходах плазмообразующего газа из зоны горения дуги оттесняется защитный газ и эффект фокусировки также ослабляется.

Для получения качественных сварных соединений из особо тонких металлов (менее 0,2 мм) разработан способ импульсной микроплазменной сварки, при котором нагрев и плавление металла осуществляют импульсами тока дугой прямой полярности.

Во время паузы ванночка жидкого металла остывает, металл кристаллизуется и формируется сварная точка. Частоту импульсов и скорость сварки выбирают так, чтобы обеспечить определенную величину перекрытия сварных точек. Таким образом, новая сварная точка формируется из непроплавленного и частично переплавленного металла. Подбирая амплитуду и длительность импульса тока, а также длительность паузы, можно исключить прожоги металла даже при остановке плазменной горелки или неравномерности ее перемещения, характерной для ручной сварки. Импульсная микроплазменная сварка значительно облегчает процесс и улучшает качество сварных соединений.

Микроплазменная сварка **асимметричным переменным током** и **разнополярными прямоугольными импульсами** нашла применение при изготовлении изделий из алюминия и алюминиевых сплавов толщиной 0,2–2,0 мм.

Сущность способа микроплазменной сварки разнополярными импульсами (рис. 9), разработанного в ИЭС им. Е.О. Патона, заключается в том, что в целях катодного разрушения оксидных пленок на свариваемом металле на сопло плазматрона 2 подают положительные относительно изделия 3 импульсы напряжения для питания дуги обратной полярности, а в промежутках между ними на вольфрамовый электрод 1 подают отрицательные относительно изделия импульсы напряжения, под действием

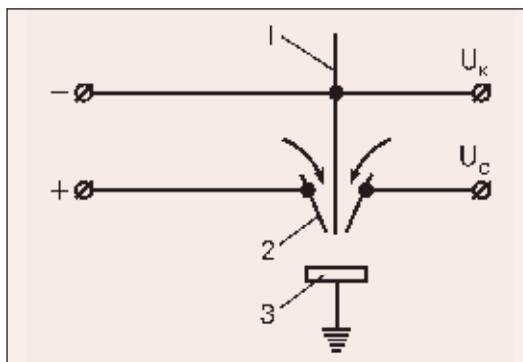


Рис. 9. Схема способа микроплазменной сварки разнополярным током

которых между электродом и изделием формируется плазменная дуга прямой полярности. Между вольфрамовым электродом и соплом в потоке плазмообразующего газа непрерывно горит малоамперная дежурная дуга постоянного тока, создающая факел плазмы. В результате обеспечивается стабильный режим функционирования микроплазменной дуги при разнополярном токе. Плазмообразующий газ (аргон) поступает в кольцевой зазор между вольфрамовым электродом и соплом; защитный газ (как правило, гелий) — в зазор между плазмообразующим и защитным соплом.

Способы микроплазменной сварки на переменном токе с разнополярными импульсами хорошо зарекомендовали себя при изготовлении изделий из легких металлов и сплавов в авиационной, радиотехнической, космической, машиностроительной и других отраслях промышленности (алюминиевые корпуса бытовых водонагревателей, корпуса конденсаторов и др.).

Микроплазменную сварку применяют при изготовлении полупроводниковых элементов, конденсаторов, теплообменников, вакуумных датчиков, реле, резисторов, труб, сильфонных узлов, фильтров и др.

Плазменной дугой большой мощности сваривают листы толщиной до 9,5 мм встык без разделки кромок и присадочного металла. В ряде случаев успешно сваривают за один проход листы толщиной до 12,7 мм. При сварке листов толщиной до 25 мм требуется V- или U-образная подготовка кромок, причем глубина и угол разделки значительно меньше, чем для аргонодуговой сварки. Наибольшие преимущества сварки плазменной дугой проявляются при соединении толстых листов (более 4 мм) без разделки кромок и без присадочного металла.

Плазменная сварка продолжает развиваться за счет использования компьютерной техники и электроники, в т. ч. современных инверторных источников питания. ● #1336

Продолжение в следующих номерах журнала.

Культура использования средств индивидуальной защиты при проведении сварочных работ



К.М. Чернышук, технический эксперт отдела продаж СИЗ, ООО «3М Украина» (Киев)

На сегодняшний день достаточно информации о вредных факторах, воздействующих на персонал при проведении сварочных работ. Нельзя не уделять должного внимания вредным факторам, наносящим непоправимый вред органам дыхания и органам слуха, так как может оказаться слишком поздно...

Сварочный дым — это «коктейль», который в зависимости от сварочных материалов, способов и режимов сварки может состоять из озона, оксидов азота и углерода, соединений фтора, марганца, кадмия, хрома, никеля, кобальта, магния, и это далеко не весь список. Озон является одним из сильнейших окислителей — вызывает сильное раздражение слизистой оболочки и серьезные респираторные заболевания. Угарный газ крайне опасен, т. к. не имеет цвета и запаха, но при вдыхании блокирует процесс газообмена. Концентрация в воздухе угарного газа более 0,1% приводит к смерти в течение 1 ч. Под воздействием сварочной дуги азот, который является основной составляющей воздуха, окисляется, образуя ряд оксидов: оксид азота NO — сильный яд, оказывающий влияние на центральную нервную систему, диоксид азота NO₂ — при взаимодействии с влагой (включая влагу слизистых оболочек организма человека) способен образовывать азотную кислоту, вызывает токсический отек легких. В целом негативное воздействие вредных факторов при сварочных работах на организм сварщика, помимо развития заболеваний органов зрения, может вызывать кашель, рвоту, тошноту, одышку, общую усталость, боли в мышцах и в груди, а при длительном воздействии — развитие хронических заболеваний дыхательных путей, потерю слуха, заболевания сердечно-сосудистой системы, системы пищеварения, заболевания почек и других органов выделительной и репродуктивных систем. Последние исследования показывают, что некоторые из вышеперечисленных признаков отравления или симптомов заболевания могут проявиться только спустя 4–5 месяцев после воздействия вредного фактора.

В связи с этой ситуацией сварщикам крайне важно осознавать степень опасности такого воздействия для жизни и здоровья, а также необходимость защиты.

Внедряя комплекс средств индивидуальной защиты, предоставляя возможность комфортно совмещать различные виды СИЗ, используя новейшие технические решения и инновации, компания 3М остается лидером в этой области в течение многих лет. В состав корпорации 3М вошла шведская фирма Hornell AB (торговая марка Speedglas™), основатель которой — шведский ученый Аке Хорнелл, который впервые в мире изобрел светофильтр на основе жидких кристаллов и впоследствии вывел на рынок первые сварочные маски с фильтрами автоматического затемнения. Сегодня компания 3М, имея более чем 30-летний опыт производства надежных и долговечных средств защиты профессиональных сварщиков, не останавливается на достигнутом: ежегодно инвестируя более миллиарда долларов в разработки инновационных решений, учитывая отзывы пользователей — совершенствует свои продукты.

На данный момент основная линейка продуктов для профессиональных сварщиков — сварочные маски 3М Speedglas™ серии 9100 обладают новым оголовьем, легко принимающим форму головы и обеспечивающим высокий комфорт при сварочных работах. Низкое расположение оси поворота обеспечивает хорошую сбалансированность и стабильность маски, значительно уменьшает усталость при ее использовании, что важно при долгой и непрерывной работе. Форма самой маски также была изменена, она стала глубже и шире, тем самым лучше защищая уши, голову и шею. Боковые окна, которые при необходимости можно закрыть, повышают комфорт, не снижая при этом уровня защиты, т.к. тоже являются светофильтрами. Фильтры автоматического затемнения, используемые в этой серии, традиционно высочайшего качества — обеспечивают стабильную однородность затемнения поверхности, что является даже более существенным параметром, чем скорость срабатывания ФАЗ, а также обеспечивают минимальное искажение изображения. Простота, но вместе с тем широкие возможности настройки фильтра позволяют регулировать степень затемнения, чувствительность срабатывания, что помогает исключить срабатывание фильтра от посторонних источников излучения, соседнего сварочного аппарата. Есть возможность зафиксиро-

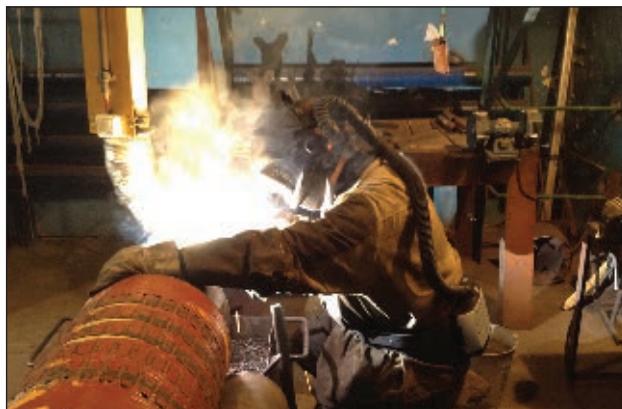
вать степень затемнения: например 5 DIN — при газовой сварке и газовой резке это делает работу более удобной, улучшает качество сварочных работ.

В сварочных масках 3M Speedglas™ серии 9100 предусмотрена возможность подключения к системе централизованной подачи воздуха для дыхания или работа с использованием фильтрующего респиратора с принудительной подачей очищенного воздуха 3M Adflo™.

Регулятор подачи воздуха FreshAir™, подключаемый к централизованной системе — легкий, компактный и легко регулируемый прибор, который обеспечивает постоянную подачу чистого воздуха под сварочную маску в большем количестве, чем потребляет сварщик во время работ. Регулятор также имеет возможность подключения пневматического инструмента, при этом поток воздуха для дыхания остается стабильным, а в случае падения давления воздуха в центральной системе регулятор издает предупреждающий сигнал.

Фильтрующий респиратор с принудительной подачей очищенного воздуха 3M™ Adflo™ работает автономно за счет аккумуляторной батареи, которая может быть стандартной емкости (рабочая смена) и повышенной емкости (12–14 ч работы). Изначально осуществляя забор воздуха в удалении от источника вредных веществ, блок двигателя прокачивает воздух через предварительный фильтр (значительно увеличивает срок эксплуатации основного фильтра) и фильтр твердых частиц, либо газовый фильтр, далее подавая очищенный воздух в подмасочное пространство. Электронный блок управления респиратором контролирует интенсивность подачи очищенного воздуха, при необходимости самостоятельно изменяя режим работы двигателя и обеспечивая постоянный объем поступления чистого воздуха под сварочную маску независимо от степени загрязнения фильтров. О необходимости замены фильтра или зарядки аккумуляторной батареи система информирует световым индикатором, дублируя его звуковым сигналом. Сигналы подаются заранее, давая возможность сварщику спокойно покинуть рабочую зону. Ремень крепления сделан таким образом, что и без того небольшую массу респиратора можно равномерно распределить, снижая нагрузку на позвоночник и напряжение околопозвоночных мышц. Это делает работу комфортной и удобной в течение всей смены.

Кроме защиты органов зрения и органов дыхания, не менее важным вопросом остается защита органов слуха. Во время сварочных работ уровень шума может не превышать отметку 80–85 дБ, но обычно уровень громкости звуков значительно выше 85 дБ во время механической обработки, подготовки материалов к сварке или при газовой резке. Воздействие такого уровня шума ведет к постепенной, но необратимой потере слуха. Первыми при-



Производственные испытания продукта на передовом предприятии Украины

знаками вредного воздействия шума на организм и ухудшения слуха может быть то, что человек делает громче телевизор, чаще переспрашивает. Как уже было сказано, это необратимый процесс.

Инновационные решения 3M дают возможность не просто использовать средства индивидуальной защиты слуха, а подойти к проблеме комплексно и в несколько этапов. Первый — определить основные параметры шума (в первую очередь, громкость звука) с помощью детекторов шума производства 3M, что в свою очередь дает возможность правильно рекомендовать тип СИЗ — защитить, но не «перезаглушить» человека (изначально это стресс для организма, при слишком интенсивном шумозаглушении человек может не услышать предупреждающего сигнала работающей техники). Следующий этап — установить, получен ли нужный результат: какой уровень заглушения шума достигнут при использовании выбранного средства индивидуальной защиты для конкретной ситуации конкретным пользователем. И дальнейшие рекомендации по использованию данных СИЗ в комбинации с другими средствами индивидуальной защиты для полной гарантии безопасности ведения работ.

В целом нужно понимать, что защитить свое здоровье можно, нужно только правильно выбрать средство индивидуальной защиты. Это в первую очередь, культура использования СИЗ, производства и продуктивная работа. А главное — правильный выбор и эффективное использование комплекса СИЗ позволит получать от работы удовольствие, так как сварка — своего рода искусство: качественное выполнение этих работ требует особых навыков, умений, глубоких и разносторонних знаний, многолетнего опыта.

● #1337

Публикуется на правах рекламы.

ООО «3М Украина»

ул. М. Амосова, 12, 03680, г. Киев, Украина

Тел. + 38 044 490-57-77

Факс + 38 044 490-57-75

3M

www.3m.ua

Новое оборудование для ионно-плазменного азотирования

М.Н.Босяков, канд. физ-мат.наук, С.В.Бондаренко, А.С.Бондаренко, Д.В.Жук, И.Л.Поболь, д-р техн. наук, Физико-технический институт НАН Беларуси (Минск)

Современный уровень развития машиностроения в промышленно развитых странах характеризуется массовым внедрением в термическую и химико-термическую обработку вакуумных технологий и оборудования. Обработка в вакууме изделий машиностроения имеет несомненные преимущества перед традиционной термообработкой в промышленных печах сопротивления с окислительной и защитной атмосферами. Вакуумная обработка является наиболее энерго- и ресурсосберегающей, экологически безопасной, а для производственного персонала — наиболее соответствующей требованиям гигиены и производственной санитарии.

Более 90% изделий ведущих зарубежных фирм, изготавливаемых из инструментальных сталей (сверла, метчики, штампы, пресс-формы, литевая оснастка, матрицы, пуансоны, развертки, фрезы, прошивки, протяжки, долбяки, резцы и др.) обрабатывают только в вакуумных печах.

Активно используют в промышленности и ионное азотирование. В результате ионно-плазменного азотирования (ИПА) могут быть существенно повышены износостойкость, усталостная выносливость, теплоустойчивость, коррозионная стойкость изделий. Ионное азотирование позволило избавиться от таких недостатков газового азотирования, как большая длительность и трудоемкость процесса, повышенная хрупкость слоя, недостаточная контактная выносливость, а также нестабильность получаемых результатов. Этим методом упрочняют самые различные изделия — от формообразующего инструмента до клапанных пружин, коленчатых и распределительных валов, шестерен и др.

В зависимости от целей обработки при ИПА возможно получение диффузионного слоя с нитридной зоной и без нее. В первом случае обеспечиваются высокие коррозионная стойкость и прирабатываемость трущихся поверхностей (для деталей, работающих на износ), во втором — сопротивление знакопеременным нагрузкам в условиях изнашивания при высоких давлениях (для деталей, режущего и штампового инструмента).

Применение ИПА вместо цементации, нитроцементации, газового или жидкостного азотирования, объемной или ТВЧ-закалки позволяет экономить основное оборудование и производственные площади, снизить станочные и транспортные затраты, уменьшить расход электроэнергии и активных газовых сред.

Учитывая весьма высокую стоимость оборудования для ИПА западных фирм, решение проблемы применения данной технологии в Беларуси, России, Украине, Казахстане состоит, прежде всего, в изготовлении отечественных установок ионного азотирования, соответствующих современному уровню требований. Прежде всего, должно быть обеспечено автоматизированное управление процессом ИПА. Поскольку с помощью метода ионного азотирования можно обрабатывать детали самых разных размеров, актуальной задачей является разработка и создание универсального оборудования с возможностью изменения габаритов рабочей камеры. При этом, благодаря автоматизированному управлению процессом, может быть обеспечена возможность обработки изделий из разных марок сталей независимо от степени загрузки рабочей камеры. Исходными параметрами в этом случае являются требования конструкторской документации по глубине упрочненного слоя и его твердости.

В 2012 г. в Физико-техническом институте НАН Беларуси разработан и создан инновационный комплекс для реализации процесса азотирования, выполнена коренная модернизация образцов зарубежного промышленного оборудования, в результате которой его производительность повышена практически вдвое.

Использование технологии ИПА в Беларуси. Традиционно применяемыми технологиями химико-термической обработки на предприятиях Беларуси и стран СНГ являются газовая цементация, нитроцементация, газовое азотирование и никатрирование (газовое азотирование в смеси аммиака и природного газа при температуре 560–570°C).

В то же время в Беларуси есть положительный опыт промышленного использования и технологии ИПА. Оборудование для ИПА применяют на таких крупных машиностроительных предприятиях, как Минский завод колесных тягачей (ОАО «МЗКТ»), ОАО «БелАЗ», ОАО «МАЗ», ПО «Гомсельмаш», ОАО «Могилевлифтмаш». Трем последним предприятиям оборудование производства ФТИ поставлено в 2012–2013 гг. При этом на Заводе самоходных комбайнов РУП «Гомсельмаш» эксплуатируют уже три установки ионного азотирования отечественного производства с размерами вакуумных камер 950/1250 мм (диаметр внутреннего рабочего пространства и высота рабочего пространства), 950/2200 и 1400/2000 мм. Следует отметить, что все создаваемое отечественное оборудование ИПА – автоматизированное.

В рамках инновационного проекта в 2012 г. в Беларуси впервые создано оборудование для ионного азотирования, отличительной особенностью которого является возможность изменения геометрии рабочей камеры (рис. 1). Диаметр внутреннего рабочего пространства 950 мм, высота загрузки может составлять 1400 и 3000 мм. Благодаря этому на установке возможна обработка широкого спектра деталей, в том числе длинномерных.

Установка обеспечивает следующие характеристики:

- импульсный режим работы с управлением частотой следования импульсов в пределах 0,5–8 кГц;
- максимальную мощность разряда – до 50 кВт;
- максимальную силу тока разряда – до 100 А;
- максимальное напряжение – до 650 В;
- давление в рабочей камере – до 300 Па;
- расход рабочих газов: аргона и азота 0–90, водорода 0–25, метана (ацетилен) 0–3,6 л/ч.

Система управления реализована на основе отечественного специализированного контроллера, что дает ряд преимуществ, особенно при обработке широкой номенклатуры изделий, а также при отработке режимов упрочнения деталей из сталей новых марок. Такие комплексы успешно функционируют на установках, эксплуатируемых на ряде перечисленных предприятий в Беларуси и России.

Созданное оборудование обеспечивает формирование диффузионных слоев нуж-



Рис. 1. Установка УА-63-950/3000 с изменяемой геометрией рабочей камеры

ной глубины (до 0,5 мм) с заданной твердостью (450–1250 HV в зависимости от марки стали) независимо от объема загрузки камеры деталями. Эти характеристики азотированного слоя обеспечиваются выбором режима обработки по давлению в камере, концентрации азота в рабочей газовой смеси, параметрами разряда и алгоритмом изменения концентрации азота в ходе процесса и автоматизированным управлением режима обработки.

Отечественный и мировой опыт ИПА сталей различных марок показал, что, управляя алгоритмом изменения плотности потока азота в ходе процесса, можно формировать на сталях глубокие слои, причем использование в качестве рабочей среды смеси газов H_2+N_2+Ar дает существенно лучшие результаты, чем применение аммиака NH_3 .

Опыт модернизации зарубежного оборудования для ИПА. В некоторых ранее приобретенных предприятиями СНГ установках ионного азотирования в качестве рабочей среды используется аммиак.

Таким установкам присущ ряд недостатков:

- существуют проблемы по технике безопасности и экологии;
- нет возможности независимого управления расходом аммиака NH_3 и давлением

в камере, из-за чего невозможно проводить обработку при полной загрузке камеры деталями, так как увеличение загрузки требует снижения рабочего давления для обеспечения «аномальности» разряда. А это приводит к уменьшению активности рабочей среды и, как следствие, к необходимости увеличения длительности выдержки, в результате чего снижаются производительность оборудования и параметры азотированного слоя;

- при диссоциации аммиака в рабочей камере образуется некоторое количество метана, неконтролируемое присутствие которого в рабочей атмосфере во многих случаях недопустимо с точки зрения формирования качественного азотированного слоя;
- для обеспечения высокого качества азотирования требуется очистка аммиака от остатков влаги и масла, для чего необходимо дополнительное специальное оборудование.

В результате неудовлетворительной работы установок ИОН-100 (работает на постоянном токе) и ИОН-100И (используется пульсирующий ток) в ОАО «МАЗ» было принято решение об их модернизации. Первая задача — достижение производительности 50 кг/ч, что возможно при полной загрузке в камеру 120 шестерен (суммарной массой 1056 кг, азотируемой площадью 24 м²), если общая длительность цикла не превысит 21 ч. Вторая задача — снижение удельных энергозатрат при обработке за счет:

- перевода установки ИОН-100 из режима работы на постоянном токе в режим работы на пульсирующем токе;
- использования вместо аммиака рабочей смеси газов (Н₂+N₂+Ar), причем водород вырабатывается автономно (его источником является электролизер, работающий на дистиллированной воде), аргон — баллонный и азот — из централизованной заводской магистрали либо баллонный;
- усовершенствования системы откачки камеры для управления ее скоростью;
- оптимизации режима обработки на всех стадиях (разогрев, выдержка, остуживание) за счет его полной автоматизации;
- усовершенствования системы тепловой защиты камеры и конструкции загрузочного электрода (катода).

Для обеспечения выполнения требований по модернизации была разработана методика определения энергетических характеристик установки при проведении обработки.

Энергетические характеристики процесса ионного азотирования в камерах с холодными (водоохлаждаемыми) стенками внутренним диаметром 1530 мм и высотой 1500 мм рассчитывали на основании модели, созданной по результатам анализа энергетического баланса системы «садка — стенка камеры» на разных стадиях процесса: при разогреве садки и при ее изотермической выдержке.

В этой модели предполагается, что в аномальном тлеющем разряде мощность, выделяющаяся на катоде, которым является обрабатываемые изделия, определяется в основном энергией, приносимой положительными ионами и «быстрыми» молекулами и атомами, которые образуются при перезарядке в области катодного падения потенциала. Доля мощности, идущая на разогрев катода (садки), составляет от 0,8 до 0,9 от общей мощности разряда $P_{эл} = U \cdot I \cdot k$, где U — напряжение; I — сила тока разряда; k — коэффициент скважности для пульсирующего разряда (в расчетах использовалось среднее значение — 0,85). При разогреве садки энергия расходуется на повышение теплоемкости деталей в садке и оснастке (если таковую используют), а также элементов камеры (экранов и, в конечном счете, стенки камеры). Потери теплоты, которую садка аккумулирует при разогреве и на стадии выдержки, обусловлены, прежде всего, теплообменом между садкой и стенками рабочей камеры вследствие теплового излучения. При этом для установок с холодными стенками температура стенки камеры считается постоянной, так как она является водоохлаждаемой и не должна превышать 45°С (требование ГОСТ), а излучающей поверхностью считается поверхность, огибающая нагреваемую садку. В расчетах учитывалось, что при обработке шестерен с зубом на внутреннем венце азотируемая площадь может быть существенно больше площади, участвующей в теплообмене со стенками камеры. При разогреве садки также учитывалось увеличение теплоемкости стали с ростом температуры.

Полученные значения $P_{эл}$ позволили определить диапазон рабочих давлений при разогреве и выдержке, обеспечивающий плотное «облегание» разрядом поверхности изделий при полной загрузке камеры, получение равномерного азотированного слоя. При этом разряд оставался аномальным. Для реализации последнего требования необходимо выполнять условие $J_{разр} \geq J_{Н}^{N_2}(P, T)$, где

$J_{\text{разр}}$ — плотность разрядного тока; $J_{\text{H}_2}^{\text{N}_2}$ — нормальная плотность тока для азота — компонента рабочей смеси, имеющего максимальное значение J_{H} при конкретных значениях давления в камере и температуры садки.

На модернизированных установках при проведении азотирования используют три технологических газа — азот, аргон, водород, при необходимости возможна также подача метана или ацетилена. Контроль и автоматическое регулирование состава газовой среды и температуры деталей в процессе ИПА осуществляют в соответствии с заданным алгоритмом, обеспечивающим получение качественных азотированных слоев.

Катод — загрузочный стол, выполненный решетчатым для снижения «паразитной» массы и обеспечения температурной однородности садки по высоте камеры.

В соответствии с техническим заданием ОАО «МАЗ» система управления изготовлена на базе электронных компонентов производства фирмы Mitsubishi, а панель оператора встроена в дверь шкафа управления (рис. 2). Пример полной загрузки рабочей камеры деталями типа «шестерня ведомая 5440-2405050» после модернизации показан на рис. 3.

В результате модернизации эксплуатационные затраты на один процесс обработки существенно снизились и составили: расход электроэнергии 490–500 кВт·ч — на формирование разряда и 50–60 кВт·ч — на работу электродвигателей двух вакуумных насосов и водяного насоса системы охлаждения; расход азота 0,7–0,75 м³, аргона 0,07–0,085 м³, потребление дистиллированной (или деионизованной) воды для получения водорода 0,6 л.

Таким образом, после модернизации фактически удвоено количество (и масса) изделий, которые могут загружаться и обрабатываться в одной садке, т. е. количество доведено до 120 деталей при использовании стандартной камеры установок ИОН-100 и ИОН-100И и тем самым обеспечена производительность на уровне 50 кг/ч.

На рис. 4 показаны типичные профили распределения микротвердости по глубине азотированного слоя для сталей 40Х и 25ХГТ, полученные на модернизированном оборудовании при обработке серийных садок с общей азотируемой площадью 24 м².

Замена лазерного упрочнения деталей ионным азотированием. Для ОАО «Могилевлифтмаш» было создано оборудование и разработана технология упрочнения методом



Рис. 2. Модернизированная установка ОАО «МАЗ» со шкафом управления



Рис. 3. Шестерни из стали 25ХГТ, размещенные в камере установки

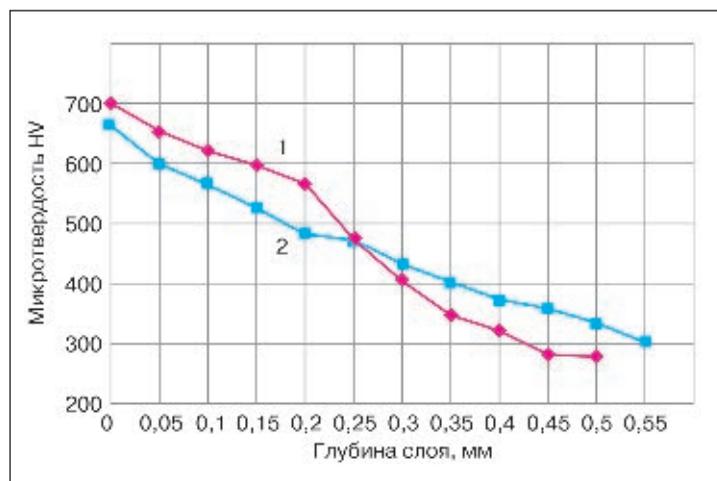


Рис. 4. Распределение микротвердости по глубине упрочненных слоев для сталей 25ХГТ (1) и 40Х (2)



Рис. 5. Детали типа «червяк» после ИПА

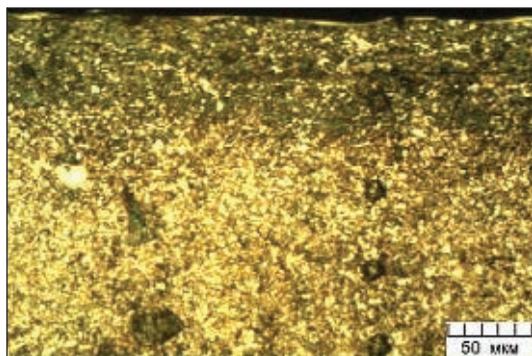


Рис. 6. Микроструктура стали 40X после предварительной термообработки и ионно-плазменного азотирования при температуре 515°C в течение 14 ч



Рис. 7. Комплекс оборудования для обезжиривания деталей

ионного азотирования деталей типа «червяк» из стали 40X (рис. 5). Детали имеют длину от 432 до 769 мм и массу от 9,6 до 18,7 кг.

Разработанная технология позволяет получать на поверхности деталей однородный упрочненный слой глубиной 0,35–0,45 мм с твердостью 590–650 HV₅ (50–56 HRC₃). При этом практически отсутствуют коробление и деформация деталей при сохранении шероховатости поверхности в пределах Ra = 0,63...1,2 мкм, что в данном случае обеспечивает возможность использовать ИПА как финишную обработку.

Микроструктура образцов из стали 40X после ионно-плазменного азотирования показана на рис. 6. Азотированный слой состо-

ит из диффузионной зоны (более темная, чем основной металл) толщиной 70–80 мкм, представляющей собой твердый раствор азота в α-железе с дисперсными включениями нитридов железа и хрома. Сплошной нитридный слой на поверхности не образуется.

До освоения технологии ИПА поверхностное упрочнение отдельных участков червяков проводили с помощью лазерной закали. В результате воздействия лазерного излучения на поверхности материала образовывались параллельно расположенные упрочненные дорожки, которые накладывались друг на друга с определенным коэффициентом перекрытия. Глубина упрочненного слоя составляла 0,5–0,96 мм. Однако необходимая сплошность модифицированного слоя не всегда достигалась. На участках детали, где упрочнение материала до требуемой величины не осуществлялось, в процессе работы происходило ее разрушение. Кроме того, недостатком указанного метода обработки является зависимость степени поглощения энергии от оптических свойств и шероховатости поверхности, что вызывает необходимость нанесения покрытия на поверхность детали для повышения ее поглощающей способности.

Подготовка поверхности деталей перед ИПА. Перед проведением азотирования поверхность деталей не должна иметь признаков окисления, следов масляных пятен, смазочного материала и охлаждающей жидкости, препятствующих формированию слоя. С целью качественной подготовки поверхности образцов к азотированию использовали промывку в водном растворе экологически безопасного средства «Прималюкс» (ТУ РБ 37430824.002-97) с последующим ополаскиванием в питьевой воде (СТБ 1188-99) и сушкой горячим воздухом в специальной сушильной камере.

Разработан и создан комплекс оборудования для обезжиривания деталей перед ИПА. Он состоит из трех ванн: ультразвуковой отмывки, ополаскивания и сушки (рис. 7).

В ванне ультразвуковой промывки, помимо воздействия ультразвуковых колебаний, используется циркуляция моющего средства, что в совокупности обеспечивает качественную очистку поверхности деталей различной формы. Это минимизирует «микродугую» стадию очистки поверхности деталей в разряде при разогреве садки до рабочей температуры и обеспечивает формирование однородного упрочняющего слоя по поверхности деталей.

● #1338



СВАРОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ



Компрессорная станция ХАВАРАН в Иране

Сварено электродами ООО «ФРУНЗЕ-ЭЛЕКТРОД»

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

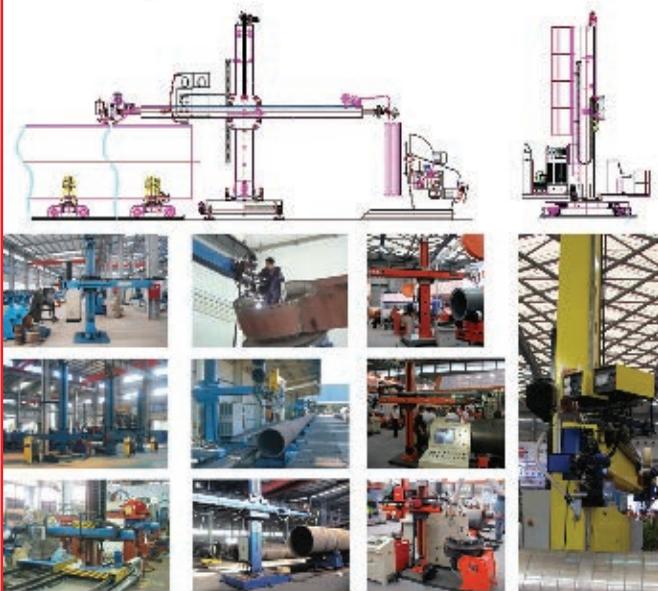
LTD Frunze-Electrodes
58, Gorky Street, Sumy,
40004, Ukraine
Tel./Fax: +38 (0542) 22-13-42
+38 (0542) 22-54-38
Tel.: +38 (0542) 68-60-31

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.

MTI МИГАТЕХ индустрия

ТЕХНОЛОГИИ, СБЕРЕГАЮЩИЕ ЭНЕРГИЮ

Сварочные комплексы



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

www.migateh.com.ua



The Joy of Welding

СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЛИДЕРА В ОБЛАСТИ СВАРКИ ФИНСКОЙ КОМПАНИИ КЕМППИ ОУ

- Инверторы для ММА.
- Сварочные полуавтоматы MIG/MAG.
- Аппараты для сварки TIG.
- Роботизированные комплексы.
- Специальные разработки для судостроения и тяжелой промышленности.



Компания «ВИСТЕК» — официальный представитель в Украине.

Продажа, техническая поддержка, оригинальные запчасти, ремонт. Гарантия — 2 года. Авторизованная сервисная мастерская.

Внимание, новинки 2013 года!

Новые линейки аппаратов Minarc EVO, Kемpact RA, MagTrac

Подробности на нашем сайте: www.vistec.kiev.ua

01033 Киев, ул. Жиланская 30-а
www.vistec.kiev.ua

т. (044) 569-5656, ф. 569-5657
e-mail: yuriy_z@vistec.kiev.ua

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
малогобаритных
цилиндрических
деталей



ЧАО «АРТЕМОВСКИЙ ВАШ-ОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

VISTEC **ВИСТЕК**



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

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

www.vistec.com.ua



**ELMA
EMITA**

83058, Донецк, ул. Левобережная, 35
(062) 345-15-62, (050) 326-95-71
E-mail: emita-elma@ukr.net
<http://elma-emita.dn.ua>

Установки многоточечной контактной сварки сетки

(строительной, шахтной затяжки и евроограждений)



Ширина сетки от 600 до 3100 мм
Размер ячейки 25...200 мм
Диаметр проволоки 1,6...12 мм
Количество одновременно свариваемых точек — до 82
Подача поперечного прутка — поштучно из бункера
Отсутствие гибких электрических соединений между выводами трансформатора и электродами
Равномерная загрузка трех фаз. Экономичность



ЧАО «Спецсплав»

Украина, г. Днепропетровск, ул. Курсантская, 1д
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.

Новое исполнение установки для ТИГ-сварки продольных швов обечаек

Предприятие «НАВКО-ТЕХ» постоянно совершенствует производимое им сварочное оборудование и предлагает новое исполнение установки АС333 (рис. 1) для автоматической сварки неплавящимся электродом в среде аргона продольных швов тонкостенных обечаек из нержавеющей сталей толщиной от 0,4 мм и выше (рис. 2). Три модификации установки позволяют сваривать обечайки длиной 500, 1000 и 1500 мм и диаметром соответственно от 40, 70 и 100 мм и более (на установках можно сваривать и плоские листы).

Принцип действия установки остался прежним: сварка выполняется на медной охлаждаемой жидкостью подкладке с клавишным прижатием свариваемых кромок, с дополнительной защитой хвостовой части сварочной ванны и поддувом аргона с обратной стороны шва. Установку комплектуют устройством УП4 подачи присадочной проволоки для сварки безникелевых сталей и обечаек толщиной свыше 1,0 мм.

Модернизация коснулась, прежде всего, средств управления установкой. Применен более «мощный» контроллер, что позволяет непосредственно с панели (рис. 3) оператора:

- задавать, контролировать и редактировать реальную скорость сварки;
- задавать длину сварного шва (мм);
- вести учет количества сваренных обечаек;
- задавать величину отступа шва с краев обечайки (мм);
- контролировать состояние исполнительных механизмов установки и управлять ими в ручном режиме;
- задавать временные задержки на включение/выключение процесса сварки, подачи и реверса присадочной проволоки, продувки газа, подъема/опускания горелки, а также программировать сварочный источник.



Рис. 1. Общий вид нового исполнения установки АС333



Рис. 2. Внешний вид сварного шва



Рис. 3. Панель оператора установки АС333

При неправильных действиях оператора или возникновении неисправности на экране панели оператора появляется сообщение с подсказкой к дальнейшим действиям.

По-новому выполнен упор, ориентирующий кромку обечайки. Если раньше его перемещали вручную, то теперь приводят в действие с помощью пневматики. Это облегчило труд сварщика и исключило опасность поломки горелки при опущенном упоре.

На новой элементной базе сделан механизм перемещения горелки, улучшены эксплуатационные характеристики установки. Она стала проще в обслуживании.

Новшества положительно оценены на многих предприятиях Украины, России и Беларуси.

• #1339

Публикуется на правах рекламы.

ООО «НАВКО-ТЕХ»
т. +380 44 456-40-20, ф. 456-83-53
www.navko-teh.kiev.ua

Безударное сжатие электродов при контактной сварке

П.Д.Федоров, Н.Я.Смирнов, Д.И.Лихачев, ЗАО «Технолог-С», В.И.Вайнштейн, ЗАО НПК «Северная Заря», Б.В.Федотов, СПбГПУ (Санкт-Петербург)

Усилие сжатия электродов является одним из основных параметров режима при контактной сварке. Другим важнейшим параметром является сварочный ток.

Усилие сжатия электродов обеспечивает начальный контакт между деталями и удерживает от выплеска расплавленный металл сварной точки при протекании сварочного тока. В сложных циклах усилие сжатия электродов можно использовать для предварительного обжатия деталей перед сваркой, а также для проковки повышенным усилием с целью предотвращения образования пор и раковин при остывании металла. Кроме того, усилие сжатия электродов может изменяться по заданной программе во время прохождения сварочного тока. Эти вопросы освещены как в справочной литературе (требуемая величина усилия сжатия и проковки в зависимости от материала и толщины свариваемых деталей), так и в научно-технических журналах (сварка с переменным усилием).

Скорость электрода в момент его касания свариваемой детали не регламентирована, однако подразумевается, что она должна быть по возможности минимальной. С этой целью, например, в машинах с пневмоприводом усилия сжатия конструктивно предусматривают дроссели, позволяющие регулировать скорость перемещения привода и минимизировать силу удара электрода о деталь. Но при снижении скорости снижается и производительность, при этом чем больше рабочий ход электрода, тем ниже будет производительность. Поэтому на практике стараются сделать рабочий ход электрода возможно меньшим, а скорость привода снижают до компромиссного уровня между производительностью и приемлемой силой удара электрода.

В машинах контактной сварки используют различные приводы для сжатия электродов: гравитационный; мускульной силы человека; пневматический; гидравлический; пружинный; кулачковый; электромагнитный; электромашинный.

При гравитационном приводе калиброванный груз давит через систему рычагов на верхний электрод.

Мускульную силу человека используют либо при нажатии на педаль, либо для сжатия рукой рычагов сжатия электродов.

Пневматический привод создает усилие сжатия электродов в пневмоцилиндре благодаря сжатию воздуха, подводимому от цеховой магистрали либо от автономного компрессора. Этот тип привода является в настоящее время доминирующим в машинах контактной сварки благодаря относительной простоте, надежности и удобству в эксплуатации.

Гидравлический привод по своему действию аналогичен пневматическому, но рабочим агентом является не сжатый воздух, а масло. В гидроприводах используется повышенное давление (до 20 МПа), что позволяет уменьшить габаритные размеры цилиндров по сравнению с габаритными размерами пневмопривода, в котором давление обычно не превышает 1 МПа. Поскольку жидкость несжимаема, гидроприводы позволяют фиксировать положение в заданной точке, в отличие от пневмоприводов, которые работают «до упора». Гидроприводы при контактной сварке применяют в подвесных клещах для точечной сварки и в мощных машинах для стыковой сварки оплавлением (в частности, трубо- и рельсо-сварочных).

Пружинный привод используют в машинах малой мощности. Пружина создает рабочее усилие, возврат электрода может производиться различными способами — возвратной пружиной, электромагнитом, мускульной силой и др.

Кулачковый привод в машинах для точечной сварки используют в основном в автоматах, работающих с высокой производительностью и с небольшим ходом электродов. В движение кулачки приводит обычно электромотор. Кулачок воздействует на рычаг, который передает перемещение и усилие на сварочный электрод. При этом

предъявляются повышенные требования к точности свариваемых деталей.

Электромагнитный привод иногда используют для создания сварочного усилия при контактной сварке. К его недостаткам следует отнести зависимость тягового усилия электромагнита от зазора в магнитной цепи, т. е. от пути, пройденного сварочным электродом.

Электромашиный привод в последние годы получает все большее применение, в частности, в клещах для роботизированной сварки. В качестве движущей силы используют линейные электродвигатели либо вращающиеся с преобразованием вращающего движения в линейное посредством передачи «винт-гайка».

Для чего требуется безударное приложение усилия для сжатия электродов?

- Для уменьшения силы удара при соприкосновении электрода с деталью. Удар вызывает повышенный износ электрода и гнезда электрододержателя, создает дополнительную нагрузку на узлы привода сжатия — подшипники, направляющие.
- Удар электрода приводит к механической деформации поверхности детали под электродом, что особенно нежелательно при расположении электрода со стороны лицевой поверхности детали.
- При сварке деталей малых размеров без жестких кондукторов возможно смещение деталей от удара.
- В угольных или графитовых электродах, применяемых при пайке электросопротивлением на машинах контактной сварки, в случае удара хрупкие рабочие части могут разрушаться.
- При сварке деталей хрупкие элементы, находящиеся вблизи зоны сварки (например, металл-стеклянный спай), могут не выдержать приложенной нагрузки.
- При микросварке удар электрода вызывает вибрацию (колебательные движения) нижней консоли, что ведет к образованию выплесков и снижению стабильности качества сварного соединения.
- В других случаях, когда соударение электрода с деталью может привести к необратимым последствиям.

Можно ли обеспечить безударное соприкосновение электрода с деталью?

Если речь идет не о сварке уникальных изделий, где важен результат и качество, а о любом промышленном производстве, где производительность является одним из важнейших показателей, то ответ будет отрица-

тельным. Поэтому целесообразно говорить о минимизации скорости перемещения электрода при его соприкосновении с деталью.

Рассмотрим вероятные пути решения задачи.

Найдем идеальный вариант.

1. Время рабочего хода электрода должно быть минимальным и не снижать производительности.

2. В момент соприкосновения электрода с поверхностью детали скорость электрода должна быть равна нулю. Скорость можно задавать как переменную с приходом к нулевой в заданной точке перемещения. Скорость может меняться плавно либо ступенчато: высокая маршевая и замедляющаяся на последнем участке пути. Некоторые из перечисленных типов привода позволяют с различной степенью точности приводить электрод в заданную точку с нулевой скоростью. Но будет ли эта точка действительно местом соприкосновения электрода с деталью, даже при условии нулевой погрешности в позиционировании?

Вероятность очень мала. И причин тому немало:

- толщина детали имеет допуск;
- форма поверхности детали может отклоняться от теоретической в пределах допуска;
- рабочая поверхность электрода после каждой сварки изнашивается.

Даже этих трех причин достаточно для того, чтобы перейти от идеального варианта к поиску приемлемого решения.

Одним из способов является упоминавшееся приведение в заданную точку неизнашиваемой подвижной части, например, электрододержателя. Расположение точки задается таким образом, чтобы рабочая поверхность электрода остановилась на минимальном расстоянии от поверхности детали. После этого к электроду (приводу) прилагают рабочее усилие. Благодаря инерционности привода электрод не успеет набрать большую скорость до касания с деталью. Пример точного приведения в заданную точку — использование механизма «мальтийский крест».

Другие способы, как правило, основаны на использовании обратной связи от каких-либо датчиков:

- положения (линейного, углового),
- оптического (видимого зазора между электродом и деталью),
- электрического (контакта между электродом и деталью) и др.

Эти способы используют, иногда в комбинации с другими, в реальных машинах для контактной сварки.

В машинах для контактной сварки, разработанных во ВНИИЭСО (Институте сварки России), стремились уменьшить массу подвижной части привода, для чего делали пружинные развязки, использовали диафрагменные и сильфонные приводы и т. п. Например, в мощных рельефных конденсаторных машинах МРК-160, ПРК-12002, МРК-12001 был применен диафрагменный привод, в машине МРК-3201 — поршневой пневмопривод с «плавающей» диафрагмой.

Эти традиции сотрудники института соблюдают и в новых условиях. Так, в машине для контактной микросварки типа МТЧ-5.05, разработанной и выпускаемой ЗАО «Технолог-С», для минимизации усилия при соприкосновении электродов с деталями реализованы многие из перечисленных принципов: приведение механизма сжатия в заданную точку по программе, пружинная развязка, максимально возможное уменьшение массы подвижных частей, контроль усилия сжатия. На рис. 1 показана сварочная головка машины МТЧ-5.05.

Основные элементы сварочной головки — корпус и привод сжатия. Привод включает: электропривод; муфту; шариковинтовую пару; концевой датчик; датчик усилия; пружинную развязку; электроды и хобот.



Рис. 1.
Сварочная
головка
машины
МТЧ-5.05

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

Пружинная развязка служит для снижения инерционности привода, что является существенным технологическим фактором при сварке деталей малых толщин, особенно при рельефной микросварке (например, сварка стержня с пластиной).

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

Для повышения динамичности привода использована линейная направляющая с циркулирующими шариками

Работает привод следующим образом. При нажатии на педаль пуска сварки блок управления запускает электропривод. Вращательный момент электропривода через муфту подается на винтовую пару с размещенным на ней датчиком усилия и преобразуется в поступательное движение верхнего электрода. Верхний электрод закрепляется в колодке, которая размещена на направляющем устройстве, связанном через пружинную развязку с датчиком усилия и винтовой парой. В момент касания электродов электропривод снижает скорость, и дальнейшее сжатие до необходимого усилия происходит через пружинную развязку. При достижении заданной величины усилия сжатия электродов контролируемого по сигналу с датчика усилия, электропривод останавливается и блок управления пропускает через сжатые детали сварочный ток. После прохождения сварочного цикла электропривод поднимает верхний электрод на заданное расстояние или до срабатывания концевой датчика.

Машина МТЧ-5.05 имеет инверторный источник сварочного тока и микропроцессорное управление. Более подробно с характеристиками машины МТЧ-5.05 можно ознакомиться в предыдущих номерах журнала «Сварщик» (№2 — 2012) и «Сварщик в России» (№2 — 2012).

Самый, пожалуй, совершенный способ приложения усилия с минимальной силой удара реализован в машинах малой мощности, многие десятилетия выпускавшихся в мире. Это машины типа СМС (сварочно-монтажный стол) и ССП (стол сварочный с

Техническая характеристика машины СМС-6:

Привод механизма сжатия	Ножной
Пределы плавного регулирования усилия сжатия, Н.	50–250
Производительность, сварок/мин, не менее	20
Напряжение питания, В	220±22
Потребляемая мощность, кВА, не более	3
Вылет электродов, мм	60
Максимальный рабочий ход, мм.	50
Величина регулировки рабочего хода, мм.	50
Габаритные размеры, мм:	
длина.	990
ширина.	690
высота.	1230
Масса (без источника питания), кг, не более.	70



Рис. 2. Машина СМС-6 с источником ИП-1.2

пылезащитой). Привод сжатия в этих машинах ножной. Визуальный контроль хода электрода выполняет сварщик. В данном случае все зависит от мастерства человека, который может учесть погрешности, зазоры, люфты в механизмах и в свариваемых деталях.

В настоящее время ЗАО «Технолог-С» выпускает машины СМС-6 (рис. 2), предназначенные для микросварки и пайки точных деталей: элементов реле, проволочных выводов с контактными лепестками, контактов с контактодержателями и других изделий из цветных и черных металлов и сплавов.

В комплект машины входит конденсаторный источник или источник переменного тока с блоком управления, обеспечивающим отсчет времени сварки в полупериодах сети (дискрет 0,01 с), в отличие от серийной аппаратуры управления (РКС, РВИ, РЦС, РКМ), в которой все выдержки производятся в периодах сети (дискрет 0,02 с). Можно использовать и другие источники или аппаратуру управления, в том числе микропроцессорную, с функциями контроля, индикации величины и формы сварочного тока.

● #1340

ПОЗДРАВЛЯЕМ!

Валентину Михайловичу ИЛЮШЕНКО – 75 лет



1 июля 2013 г. исполняется 75 лет со дня рождения известного специалиста в области сварки и наплавки тяжелых цветных металлов и автоматизации сварочного производства, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника, заведующего отделом проблем техники и технологии дуговой сварки Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, исполнительного директора Общества сварщиков Украины Валентина Михайловича Илюшенко.

С 1959 г. после окончания Киевского политехнического института по специальности «Оборудование и технология сварочного производства» и по настоящее время он работает в Институте электросварки им. Е.О. Патона. Здесь он прошел путь от инженера до заместителя начальника ОКТБ института, а затем — заведующего научным отделом. Основные направления его научной и инженерной деятельности — исследования в области металлургии и технологии сварки и наплавки тяжелых цветных металлов и сплавов; разработка технологических процессов и оборудования для автоматической дуговой сварки в различных пространственных положениях; механизация сварочных процессов.

Весомый вклад В.М. Илюшенко внес в создание высокоэффективных технологических процессов сварки меди и ее низколегированных сплавов больших толщин для изготовления ответственных сварных конструкций — кристаллизаторов печей ЭШП и ВДН, фурм металлургического производства, медных узлов крупных электрических машин и др. Будучи заместителем начальника ОКТБ ИЭС по технологии (1980–1987 гг.), он принимал участие в организации работ по внедрению новых разработок института по комплексной механизации сварочного производства в важнейших отраслях народного хозяйства.

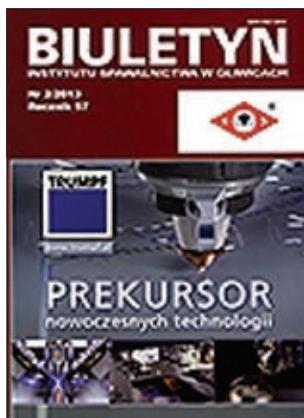
В 1987 г. В.М. Илюшенко возглавил научный отдел проблем техники и технологии дуговой сварки, занимающийся в настоящее время комплексными исследованиями по созданию комбинированных и гибридных процессов дуговой сварки, развитию технологических процессов, автоматизированной дуговой сварки в монтажных условиях в таких отраслях как судостроение, сооружение резервуаров, изготовление других крупногабаритных сварных металлоконструкций.

В 1992 г. В.М. Илюшенко избран академиком Украинской академии наук национального прогресса (с 2004 г. — Украинская академия наук).

Являясь на протяжении многих лет вице-президентом Общества сварщиков Украины, а в настоящее время — его исполнительным директором, Валентин Михайлович много сил и энергии отдает организационной работе в Обществе. Искреннее признание коллег и сотрудников он заслужил своим профессионализмом, неиссякаемой деловой и творческой энергией, трудолюбием и доброжелательностью.

Сердечно поздравляем Валентина Михайловича с юбилеем и желаем ему здоровья, творческих успехов, новых достижений.

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



Содержание журнала «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша) №2–2013

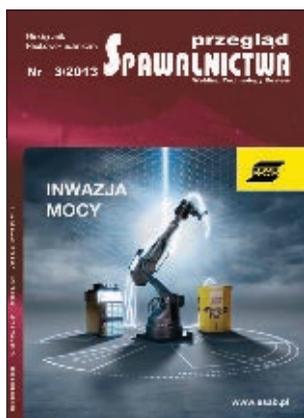
M.St. Weglowski. Электролитическое травление при металлографических исследованиях

J. Hilkes, V. Gross. Сварка CrMo сталей в энергетике и нефтеперерабатывающей промышленности

A. Kurc-Lisicka. Формирование текстуры, структуры и механических свойств стали AISI 304 после холодной пластической деформации

О.К. Маковецкая. Инновационные технологии как основа повышения конкурентоспособности сварочного производства США

A. Sawicki. Функция коэффициента затухания в моделях сварочной дуги переменного тока. Часть 1. Явление релаксации термических процессов, их аппроксимация и измерение



Содержание журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша) №3–2013

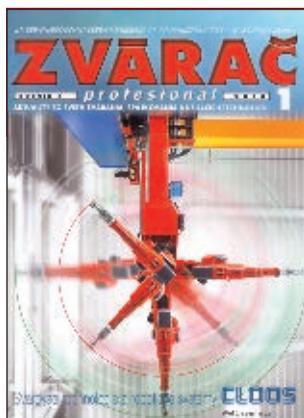
M. Blicharski. Микроструктурные изменения в сварных соединениях разнородных материалов, используемых в энергетике

J.Czuchryj, S. Sikora., K. Staniszewski. Оценка качества сварных соединений стальных конструкций с помощью радиографического контроля на основе требований к уровню качества В+ стандарта PN-EN 1090-2

A. Pociła. От паровоза до сверхторпеды. Газопламенная сварка при ремонте колес железнодорожных вагонов. Часть 1

Z. Wang, Y.M. Zhang, L. Wu. Измерение и оценка поверхности сварочной ванны и глубины проплавления при импульсной сварке MIG/MAG

B. Cyganek. Применение для точности измерений системы стереоскопических камер



Содержание журнала «Zvarac» (Словакия) №1–2013

M.Klucik, F.Duchon, A.Babinec, A.Vitko, M.Dekan. Поиск оптимальных траекторий сварочной горелки с использованием генетических алгоритмов

P.Krampot'ak, K.Koloman, J.Barta. Оценка качества сварных соединений аустенитной нержавеющей стали, выполненных волоконным лазером.

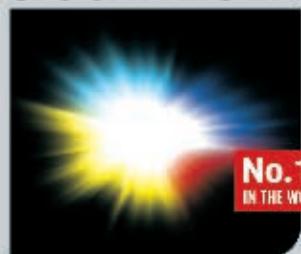
D.Drimal, F.Kolenic. Лазерная сварка нержавеющей сталей, легированных бором и изготовленных методом порошковой металлургии и прокаткой сляба

J.Jancar, J.Barta, M.Maronek. Изменение структурных и механических свойств стальных листов под влиянием плазменного нитрооксидирования

Ю.С. Коробов, В.И. Шумяков, М.А. Филиппов, С.В. Невежин. Разработка порошковой проволоки для получения покрытий, стойких к износу и газовой коррозии

Join together.

SCHWEISSEN
& SCHNEIDEN



ВСЕМИРНАЯ ВЫСТАВКА
СВАРКА РЕЗКА НАПЛАВКА

16.-21.09.2013 ЭССЕН, ГЕРМАНИЯ

MESSE ESSEN GmbH

Тел. +49(0)201-72 44-800

visitors@schweissen-schneiden.com

www.schweissen-schneiden.com

Познакомьтесь вблизи с более чем 1 000 экспонентами и специалистами со всего мира.
Узнайте о новаторских решениях в областях сварки, резки и наплавки.
Воспользуйтесь превосходными деловыми шансами там, где бьётся живой пульс отрасли.
Ваша отрасль встречается в Эссене. **Не оставайтесь в стороне!**

Производственный шум. Часть 2

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

*В системе мер по обеспечению защиты от вредного воздействия акустических факторов определяющее значение имеет нормативно-техническая документация. Нормирование устанавливает научно обоснованные пределы (стандарты) безопасного акустического воздействия на работника. Различают два вида нормирования: гигиеническое и техническое. Гигиеническое нормирование ограничивает акустическую иммисию (лат. *immission* — проникновение), т. е. уровень шума (инфразвука и ультразвука), непосредственно воздействующего на работника. Техническое нормирование ограничивает акустическую эмиссию (лат. *emission* — испускание), т. е. интенсивность излучения источника шума (инфразвука и ультразвука), при котором обеспечивается допустимый предел воздействия на рабочем месте.*

Нормирование шума, инфразвука и ультразвука. Система стандартов по защите от акустического воздействия состоит из нескольких групп. Первая группа относится к нормам, устанавливающим допустимые уровни шума, инфразвука и ультразвука на рабочем месте. Вторая группа содержит методы измерения акустического воздействия на рабочих местах в производственных помещениях. Третья группа стандартов устанавливает порядок определения акустических характеристик машин, которые являются важнейшими их техническими характеристиками. Четвертая группа устанавливает процедуру оценки эффективности конструкций и устройств акустического глушения. Пятая — устанавливает классификацию и определяет требования, предъявляемые к защитным конструкциям и устройствам, и является основой их широкого промышленного производства и внедрения.

В настоящем обзоре мы ограничимся описанием только стандартов первой, второй и пятой групп, которые устанавливают допустимые уровни шума, инфразвука и ультразвука на рабочем месте и методы их измерения, а также требования к защитным устройствам.

В качестве критерия гигиенического нормирования производственного шума, инфразвука и ультразвука используют предельно допустимые уровни (ПДУ) для рабочих мест. ПДУ определяют как уровень, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 ч в неделю в

течение рабочего стажа не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. При этом допускается ухудшение и изменение внешних показателей работы (эффективности и производительности) при обязательном возврате к прежнему состоянию организма с учетом адаптационных изменений. Для сверхчувствительных людей соблюдение ПДУ не гарантирует сохранение здоровья. Если продолжительность рабочей смены превышает 8 ч, то возможность выполнения работ должна быть одобрена санитарно-эпидемиологической службой.

При нормировании исходят не из оптимальных, а из терпимых условий, т.е. таких, когда вредное действие шума на человека не проявляется или проявляется незначительно. Поэтому гигиеническое нормирование представляет собой компромисс между гигиеническими требованиями и техническими возможностями на данном этапе развития науки и техники.

Нормирование шума. основополагающим документом, устанавливающим классификацию шума, характеристики и допустимые уровни шума на рабочих местах является Межгосударственный стандарт стран СНГ ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности». Постановлением МОЗ Украины ДСН 3.3.6.037-99 «Санитарные нормы производственного шума, ультразвук и инфразвук» введены санитарные нормы, идентичные нормам, установленным ГОСТ 12.1.003-83. Санитарные нормы являются обязательными для всех министерств, ведомств, предприятий, учреждений, независимо от ведомственной принадлежности и форм собственности, граждан, которые проектируют, изготавливают и эксплуатируют оборудование, механизмы и инструменты, которые являются источниками шума, ультразвука и инфразвука.

Нормирование уровней шума проводится согласно установленной ГОСТ 12.1.003 классификации шумов по спектральному составу и временным характеристикам, от

которых зависит степень вредного воздействия шума на человека. Предложена следующая классификация шумов (*табл. 1, 2*).

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления L_p в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Для ориентировочной оценки (например, при проверке органами надзора, выявлении необходимости принятия мер по шумоглушению и др.) допускается в качестве характеристики постоянного широкополосного шума на рабочих местах принимать уровень звука в дБА.

Характеристикой непостоянного шума на рабочих местах является интегральный критерий — эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБА.

Дополнительно для колеблющегося во времени и прерывистого шума ограничивают максимальные уровни звука в дБА, а для импульсного шума — максимальный уровень звука в дБАИ.

При нормировании шумовых характеристик рабочих мест, как правило, регламентируется общий шум на рабочем месте независимо от числа источников шума в помещении и характеристик каждого в отдельности. Для всех видов работ (за исключением перечисленных в ГОСТ 12.1.003-83) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука следует принимать для широкополосного постоянного и непостоянного (кроме импульсного) шума по *табл. 3*. Для тонального и импульсного шума установлены ПДУ на 5 дБ меньше значений, указанных в *табл. 3*.

Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с октавными уровнями звукового давления свыше 135 дБ в любой октавной полосе.

Для шума, создаваемого в помещениях установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления, установлена норма на 5 дБ меньше фактических уровней шума в этих помещениях (измеренных или определенных расчетом), если последние не превышают значения, указанные в *табл. 3* (поправку для тонального и импульсного шума в этом случае принимать не следует), в остальных случаях — на 5 дБ меньше значений, указанных в *табл. 3*.

Таблица 1. Классификация шума по спектральным характеристикам

Вид шума	Характеристика шума
Широкополосный	Непрерывный спектр шириной более одной октавы
Тональный	Спектр с явно выраженными дискретными тонами. Тональный характер шума устанавливается измерением в третьоктавных полосах частот по превышению уровня звукового давления в одной полосе по сравнению с соседними не менее чем на 10 дБ

Таблица 2. Классификация шума по временным характеристикам

Вид шума	Характеристика шума
Постоянный	Уровень звука за 8-часовой рабочий день изменяется не более чем на 5 дБА
Непостоянный	Уровень звука за 8 часов рабочий день изменяется более чем на 5 дБА
<i>Непостоянный шум</i>	
Колеблющийся во времени	Уровень звука непрерывно изменяется во времени
Прерывистый	Уровень звука изменяется ступенчато, длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более
Импульсный	Состоит из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с. Уровни звука в дБАИ и дБА, измеренные, соответственно, при включении характеристик шумомера «импульс» и «медленно», отличаются не менее чем на 7 дБ

Таблица 3. Допустимые уровни звука для широкополосного постоянного и непостоянного шума на рабочем месте

Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Максимальный уровень непостоянного шума не должен превышать 110 дБА. Максимальный уровень для импульсного шума не должен превышать 125 дБАИ.

Допускается в качестве характеристики непостоянного шума использовать дозу шума или относительную дозу шума. Чтобы оставаться в пределах безопасной нормы, продолжительность воздействия шума должна сокращаться вдвое при увеличении громкости на каждые 3 дБ. Так, если продолжительность безопасного воздействия шума громкостью 80 дБА равна 8 ч, то при громкости 86 дБА она составляет лишь 2 ч.

Отечественные нормы — одни из наиболее жестких в мире. Они соответствуют нулевому риску потери слуха от воздействия шума по классификации международного стандарта ISO 1999:1990. «Акустика. Определение воздействия шума на рабочем мес-

Таблица 4. Уровни шума для различных видов трудовой деятельности с учетом степени напряженности работы

Вид трудовой деятельности	Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
Работа по выработке концепций, новых программ; творчество; преподавание	40
Труд высших производственных руководителей, связанных с контролем группы людей, выполняющих преимущественно умственную работу	50
Высококвалифицированная умственная работа, требующая сосредоточенности; труд, связанный исключительно с разговорами по средствам связи	55
Умственная работа, связанная с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного слухового контроля; высокоточная категория зрительных работ	60
Умственная работа, по текущему графику с инструкцией (операторская), точная категория зрительных работ	65
Физическая работа, связанная с точностью, сосредоточенностью или периодическим слуховым контролем	80

Таблица 5. Классификация ультразвука по способу передачи от источника к человеку

Вид ультразвука	Характеристика ультразвука
Воздушный	Передается по воздуху
Контактный	Передается на руки работника через твердую или жидкую среду

Таблица 6. Классификация ультразвука по спектральным характеристикам

Вид ультразвука	Характеристика ультразвука
Низко-частотный	Колебания частотой от $1,2 \cdot 10^4$ до $1,0 \cdot 10^5$ Гц передаются человеку воздушным или контактным путем
Высоко-частотный	Колебания частотой от $1,0 \cdot 10^5$ Гц до $1,0 \cdot 10^9$ Гц передаются человеку только контактным путем

Таблица 7. Предельно допустимые уровни звукового давления воздушного ультразвука в третьоктавных полосах частот

Среднегеометрические частоты третьоктавных полос, кГц	Уровень звукового давления, дБ
12,5	80
16	90
20	100
25	105
31,5–100,0	110

Таблица 8. Предельно допустимые уровни звукового давления воздушного ультразвука в октавных полосах частот

Среднегеометрические частоты октавных полос, кГц	Уровень звукового давления, дБ
16	88
31,5	106
63 и выше	110

те и оценка его влияния на ухудшение слуха». Для сравнения, ПДУ в США — 95 дБА, Японии — 90 дБА, ЕС — 78 дБА.

При разработке ведомственных нормативов допустимые уровни шума для отдельных видов трудовой деятельности должны устанавливаться с учетом тяжести и напряженности работы и в настоящее время лежат в диапазоне 50–80 дБА (табл. 4).

Нормирование ультразвука. Допустимые уровни ультразвука на рабочем месте должны соответствовать требованиям Межгосударственного стандарта ГОСТ 12.1.001-89 «ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности» и ДСН 3.3.6.037-99 «Санитарные нормы производственного шума, ультразвука и инфразвука».

Уровни ультразвука классифицируются по способу передачи от источника к работнику и по спектральным характеристикам, от которых зависит степень его вредного воздействия на человека (табл. 5, 6).

Нормируемым параметром воздушного ультразвука являются уровни звукового давления в дБ в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 63,0; 80,0; 100,0 кГц.

ПДУ звукового давления воздушного ультразвука на рабочих местах даны в табл. 7, 8.

Для контактного ультразвука нормируемым параметром является пиковое значение виброскорости (м/с) в частотном диапазоне от 0,1 до 10 мГц или его логарифмический уровень в дБ, который определяется по формуле $L_v = 20 \cdot \log(V/V_0)$, где V — пиковое значение виброскорости, м/с; V_0 — опорное значение виброскорости, равное $5 \cdot 10^{-8}$ м/с.

Допускается при контактной передаче ультразвука использовать в качестве нормируемого параметра интенсивность.

Максимальная величина ультразвука в зонах контакта рук оператора с приборами и оборудованием в течение 8-часового рабочего дня не должна превышать значение, указанное в табл. 9.

Допустимые уровни контактного ультразвука следует принимать на 5 дБ ниже значений, указанных в табл. 9, в тех случаях, когда работающие подвергаются совместному воздействию воздушного и контактного ультразвука.

Нормирование инфразвука. ДСН 3.3.6.037-99 классифицирует инфразвук только по временной характеристике (табл. 10). Согласно ДСН 3.3.6.037-99, нормируемыми параметрами постоянного инфразвука являются уровни звукового давления в деци-

белах в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8, 16 Гц.

Для непостоянного инфразвука нормируемая характеристика — это общий эквивалентный уровень звукового давления по шкале «Линейная» шумомера в дБЛин. ПДУ инфразвука на рабочем месте указаны в табл. 11.

Гигиеническая классификация условий труда. Для гигиеничной оценки условий и характера работы на рабочих местах установлена гигиеничная классификация работы по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности рабочего процесса (далее Гигиеничная классификация). Согласно гигиеническим нормативам, введенным Министерством охраны здоровья Украины ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 «Гигиеническая классификация труда. Гигиенические нормативы», различают 4 класса условий труда: оптимальный, допустимый, вредный и опасный (экстремальный).

1-й класс — оптимальные условия работы: условия, при которых не только сохраняется здоровье работающих, но и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня трудоспособности.

2-й класс — допустимые условия работы: характеризуются такими уровнями факторов производственной среды и рабочего процесса, которые не превышают установленных гигиеничных нормативов, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются за время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не оказывают неблагоприятного влияния на состояние здоровья работающих и их потомство в ближайшем и отдаленном будущем.

3-й класс — вредные условия работы: характеризуются такими уровнями вредных производственных факторов, которые превышают гигиенические нормативы и способны неблагоприятно влиять на организм работающего и/или его потомство. Вредные условия работы в зависимости от степени превышения гигиенических нормативов и выраженности возможных изменений в организме работающих делятся на 4 степени.

1-я степень (3.1) — условия работы характеризуются такими уровнями вредных факторов производственной среды и рабочего процесса, которые, как правило, вызывают функциональные изменения, которые выходят за пределы физиологических колебаний (последние восстанавливаются при более

Таблица 9. Предельно допустимые уровни виброскорости и ее пиковые значения

Нормируемый параметр	Допустимая величина
Виброскорость	$1,6 \cdot 10^{-2}$ м/с
Логарифмический уровень виброскорости	110 дБ
Интенсивность	0,1 Вт/см ²

Таблица 10. Классификация инфразвука по временным характеристикам

Вид инфразвука	Характеристика инфразвука
Постоянный	Уровень звукового давления инфразвука по шкале «Линейная» на характеристике «Медленно» изменяется не более чем на 10 дБ за 1 мин наблюдения
Непостоянный	Уровень звукового давления инфразвука по шкале «Линейная» на характеристике «Медленно» изменяется более чем на 10 дБ за 1 мин наблюдения

Таблица 11. Предельно допустимые уровни инфразвука на рабочем месте

Допустимые уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц				Общий уровень звукового давления, дБЛин
2	4	8	16	
105	105	105	105	110

длительном, чем начало следующей смены, перерыве контакта с вредными факторами) и увеличивают риск ухудшения здоровья.

2-я степень (3.2) — условия работы характеризуются такими уровнями вредных факторов производственной среды и рабочего процесса, которые способны вызвать стойкие функциональные нарушения, приводят в большинстве случаев к росту производственно обусловленной заболеваемости, появлению отдельных признаков или легких форм профессиональной патологии (как правило, без потери профессиональной трудоспособности), которые возникают после продолжительного воздействия (10 лет и более).

3-я степень (3.3) — условия работы характеризуются такими уровнями вредных факторов производственной среды и трудового процесса, которые приводят, кроме роста производственно обусловленной заболеваемости, к развитию профессиональных заболеваний, как правило, легкой и средней степеней тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности в период трудовой деятельности).

4-я степень (3.4) — условия работы характеризуются такими уровнями вредных факторов производственной среды и трудового процесса, которые способны приводить к значительному росту хронической

Таблица 12. Классы условий труда в зависимости от уровня шума, инфразвука и ультразвука на рабочем месте

Фактор, характеристика	Класс условий труда					
	Допустимый	Вредный			Опасный	
	2	3.1	3.2	3.3		3.4
Шум: уровень звука, дБА; эквивалентный уровень звука, дБА _{ЭКВ}	≤ ПДУ ¹	до 85	86–95	96–105	106–115	>115
Шум: уровень звукового давления в любой октавной полосе, дБ						>135 ²
Инфразвук: общий уровень звукового давления, дБ _{Лин} ; эквивалентный общий уровень звукового давления, дБ _{ЛинЭКВ}		Превышение ПДУ, дБ				
Ультразвук воздушный: уровень звукового давления в октавных (третьоктавных) полосах частот, дБ		до 5	6–10	11–15	16–20	>20
Ультразвук контактный: пиковые уровни виброскорости в октавных полосах частот, дБ		Превышение ПДУ, дБ				
		до 5	6–10	11–15	16–20	>20

¹ Согласно ДСН 3.3.6.037-99. ² Согласно ГОСТ 12.1.003-83.

патологии и уровней заболеваемости с временной потерей трудоспособности, а также к развитию тяжелых форм профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности).

4-й класс — опасные (экстремальные) — условия работы характеризуются такими уровнями вредных факторов производственной среды и трудового процесса, влияние которых на протяжении рабочей смены (или же ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск возникновения тяжелых форм острых профессиональных заболеваний.

Степень вредности условий работы при действии на работающих шума, инфразвука и ультразвука в

зависимости от величин превышения действующих нормативов устанавливается согласно *табл. 12*.

Работа в условиях превышения гигиенических нормативов может быть разрешена только при применении средств коллективной и индивидуальной защиты и сокращении времени действия вредных производственных факторов. Работа в опасных (экстремальных) условиях работы (4-й класс) не разрешается, за исключением ликвидации аварий, проведения экстренных работ для предупреждения аварийных ситуаций. Эта работа должна выполняться в соответствующих средствах индивидуальной защиты и в регламентированных режимах. ● #1341

12+

ufi Approved Event

13-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
**МАШИНОСТРОЕНИЕ.
 МЕТАЛЛООБРАБОТКА.
 Казань**

8-я специализированная выставка
TechnoSварка

При поддержке Президента
 и Правительства Республики Татарстан

Выставочный центр "Казанская ярмарка"
 Россия, 420059, г. Казань,
 Оренбургский тракт, 8,
 тел/факс: +7 (843) 570-51-16,
 570-51-11 (круглосуточно), факс: 570-51-23
 e-mail: pdv@expokazan.ru, http://www.expokazan.ru

25-27
 сентября
 2013

www.expomach.ru
 www.svarkaexpo.ru

КАЗАНСКАЯ
 ПЯТИНА
 КАЗАНСКОЕ
 ПРАВИТЕЛЬСТВО



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
«ИЭС им. Е.О. Патона»



ПАТОН ЭКСПО
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЫСТАВКИ

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЫСТАВКИ ПАТОН ЭКСПО 2013



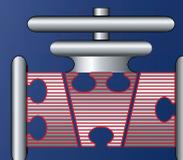
Киев

15–17 октября 2013

ВЦ «КиевЭкспоПлаза»



**Сварка.
Родственные
технологии**



**Трубопроводный
транспорт**



**Неразрушающий
контроль**

ПРИ СОДЕЙСТВИИ:



Национальная
Академия наук
Украины

НАЦІОНАЛЬНА АКЦІОНЕРНА КОМПАНІЯ
НАФТОГАЗ
У К Р А І Н И

Национальная
акционерная компания
«Нафтогаз Украины»



ТЗУ
Общество сварщиков
Украины



Ассоциация
промышленного
арматуростроения
Украины



Украинское Общество
неразрушающего
контроля и технической
диагностики



Киевская Торгово-
промышленная
палата

Входной «билет» — Ваша визитка!

**ОДНОВРЕМЕННО В ВЦ «КиевЭкспоПлаза»
ПРОЙДУТ СЛЕДУЮЩИЕ ВЫСТАВКИ:**

- Международный форум «Наука. Инновации. Технологии»
- Международная специализированная выставка комплексного обеспечения лабораторий LABComplex
- Проволока и метизы
- Трубы и фитинги
- Листовой металл
- Инженерия поверхности

ОРГАНИЗАТОР: Научно-технический комплекс
«Институт электросварки им. Е.О. Патона»

Т./ф. +38 044 200-80-89

www.paton-expo.kiev.ua

Международный конкурс молодых сварщиков в Чехии

17-й международный конкурс молодых (до 20 лет) сварщиков «Золотой кубок Линде» (*Zlatý pohár Linde*) состоялся в городе Фридек-Мистек в Чешской Республике 15–17 апреля 2013 г. Организатором конкурса была средняя профессиональная школа Фридек-Мистека в сотрудничестве с генеральным партнером фирмой *Linde Gas a.s.* Конкурс проходил на учебно-производственной базе средней профессиональной школы города Фридек-Мистек по следующим номинациям: метод 111 (ручная дуговая сварка покрытыми электродами), метод 135 (дуговая сварка плавящимся электродом в активных газах), метод 141 (дуговая сварка неплавящимся электродом в инертных газах), метод 311 (газокислородная сварка). В конкурсе могли участвовать только ученики учебных или учебно-профессиональных дневных заведений, которые окончили начальный курс подготовки сварщиков.

Конкурс был рекомендован к проведению Министерством образования Чешской Республики. Председатель оргкомитета конкурса — магистр Йозеф Пелуха (*Josef Pelucha*), секретарь — Кветослава Кубанёва (*Kvetoslava Kubanova*), директор школы-организатора — Павел Ржезничек (*Pavel Reznicek*). Конкурс проходил в соответствии с объявленными заранее условиями и программой и был разделен на две части: национальную и международную. В национальной части для чешских учеников и учениц

(отдельно) проводили также соревнования по теории в указанных выше четырех методах сварки.

Программа практической части конкурса, выбранная жеребьевкой, включала четыре метода (табл. 1).

Для сварки были предоставлены присадочные материалы фирмы *ESAB Vamberg s.r.o.*:

Метод сварки	Присадочный материал
111.....	E 42 4 B 42 H5 (EN ISO 25 60-A)
135.....	G3Si1 (EN ISO 14 341-A)
141.....	W3Si1 (EN ISO 636-A)
311.....	0 III (EN 12 536)

Подготовку свариваемых пластин во всех методах необходимо было выполнять по нормам *CSN EN 29692*. На подготовку и выполнение конкурсных сварных соединений отводили 80 мин.

Условия практической части конкурсов: выдерживать последовательность сварки; обеспечить технику безопасности; допустимо одно нарушение и непопадание встык в каждом сварном шве.

Сварные швы (под номерами, без указания фамилии исполнителя) жюри оценивало по балльной системе согласно нормам *CSN EN ISO 5817* (без применения методов неразрушающего контроля качества). Международное жюри практической части конкурсов возглавлял, как и в предыдущие годы, инж. *Jiri Sindelka* (*Dom-ZO 13 s.r.o.*, Острава, Чехия). В состав жюри вошли опытные представители фирм: *Dom-ZO 13 s.r.o.*, Прага (Чехия); *Tesydo s.r.o.*, Брно (Чехия); *Cech svareckych odborniku*,

Таблица 1. Программа практической части конкурса

Метод 111, свариваемые пластины из углеродистой стали толщиной 10 мм, сварочный источник Pico 300		
Образец 1	Соединение стыковое, односторонняя сварка на вертикальной стенке без подкладки снизу вверх	Длина пластин 300 мм
Образец 2	Соединение угловое, сварка в нижнем положении	Длина пластин 150 мм
Метод 135, свариваемые пластины из углеродистой стали толщиной 10 мм, сварочный источник VarioSynergic 4000, защитный газ 82% Ar + 18% CO ₂		
Образец 1	Соединение стыковое, односторонняя сварка на вертикальной стенке без подкладки снизу вверх	Длина пластин 300 мм
Образец 2	Соединение угловое, сварка в нижнем положении	Длина пластин 150 мм
Метод 141, свариваемые пластины из аустенитной нержавеющей стали, сварочный источник Tetrax 180 Comfort, защитный газ Argon 4.6		
Образец 1	Соединение стыковое, односторонняя сварка на вертикальной стенке без подкладки снизу вверх	Толщина пластин 4 мм, длина 300 мм
Образец 2	Соединение угловое, однопроходная сварка в нижнем положении	Толщина пластин 2 мм, длина 150 мм
Метод 311, свариваемые пластины из углеродистой стали, сварочные комплекты фирмы GCE Trade s.r.o., защитные газы фирмы Linde Gas a.s.		
Образец 1	Соединение стыковое, односторонняя сварка на вертикальной стенке без подкладки снизу вверх	Толщина пластин 4 мм, длина 300 мм
Образец 2	Соединение угловое, однопроходная сварка в нижнем положении	Толщина пластин 2 мм, длина 150 мм

Таблица 2. Итоги международной части конкурса

Метод сварки	Конкурсант	Оценка сварного образца 1	Оценка сварного образца 2	Общая сумма	Место
111 (31 кон-курсант)	Balaz David (Словакия)	56	36	92	1
	Zhenming Zhao (Китай)	57	34	91	2
	Spacil Jakub (Чехия)	53	34	87	3
135 (50 кон-курсантов)	Zahumensky Ondrej (Чехия)	54	34	88	1
	Havlik Tomas (Чехия)	54	33	87	2
	Horvath Martin (Словакия)	51	35	86	3
	Козицкий Иван (Украина)	36	25	61	36
141 (15 кон-курсантов)	Yao Long (Китай)	60	35	95	1
	Jedovnický Michal (Чехия)	45	30	75	2
	Kolen Samuel (Словакия)	43	30	73	3
	Лысуха Александр (Украина)	39	25	64	6
311 (30 кон-курсантов)	Kubis Jiri (Чехия)	56	39	95	1
	Tomek Jiri (Чехия)	47	38	85	2
	Zelenka Jan (Чехия)	38	37	75	3



Трнава (Словакия); Slovenske energeticke strojarne a.s., Тлмаче (Словакия); DVS Bezirksverband, Хемниц (Германия). Гарантом объективности оценок было Чешское сварочное общество ANB. В состав жюри теоретической части конкурса вошли преподаватели школы-организатора.

В международном конкурсе участвовали 126 молодых сварщиков из Чешской Республики, Словацкой Республики, Федеративной Республики Германии, Украины и Республики Беларусь. Финансовую поддержку конкурсу оказали ESAB Vamberk s.r.o., Fronius Ceska republika s.r.o., Abicor Binzel s.r.o., GCE Trade s.r.o., Huisman Konstrukce s.r.o., Blanco Professional CZ spol. s.r.o., EWM Hightec Welding s.r.o., Novogear s.r.o., 3M Cesko s.r.o., Lichna Trade CZ s.r.o., Ferrit s.r.o. и правительство Моравско-Силезского края.

В состав делегации Украины входили сопровождающие лица: А.А. Кайдалов, д-р техн. наук, вице-президент Общества сварщиков Украины, руководитель делегации (Киев), А.И. Крузер, директор Нетешинского профессионального лицея (Нетешин Хмельницкой области); конкурсанты: И. Козицкий (метод 135), Нетешинский профессиональный лицей (Нетешин Хмельницкой области), А. Лысуха (метод 141), Нетешинский профессиональный лицей (Нетешин Хмельницкой области).

Отбор конкурсантов от Украины был проведен 26 февраля 2013 г. на базе Межотраслевого учебно-аттестационного центра Института электросварки им. Е.О. Патона.

На торжественном открытии конкурсов присутствовали представители администрации Моравско-Силезского края и г. Фридек-Мистек, Чешского сварочного общества ANB, а также представители фирм-спонсоров. После выступлений организаторов и спонсоров конкурса состоялся небольшой концерт.

После торжественного открытия конкурсанты автобусом были доставлены к месту проведения конкурса (производственный участок школы-организатора на заводе Vulcoven plechu a. s.) в сопровождении переводчиков школы-организатора.

На следующий день все сварные образцы участников обоих конкурсов под номерами были выставлены для всеобщего обозрения.

Во время конкурса были проведены презентации и доклады фирм-спонсоров, а также выставка их продукции. Участники конкурса и сопровождающие лица посетили с экскурсией автозавод фирмы Hyundai, выпускающий три модели легковых автомобилей Hyundai серии i, и завод Ferrit, изготавливающий подвесные монорельсовые поезда для шахт и рудников, и другие предприятия.

На торжественном закрытии были подведены итоги конкурса (табл. 2) и награждены победители и призеры. Призы предоставили ESAB Vamberk s.r.o., Fronius Ceska republika s.r.o., Abicor Binzel s.r.o., GCE Trade s.r.o., Ferrit s.r.o., Linde Gas a.s., EWM Hightec Welding Sales s.r.o., 3M Cesko s.r.o., Lichna Trade s.r.o., правительство Моравско-Силезского края, средняя профессиональная школа города Фридек-Мистек и др.

Подготовка и проведение международного конкурса молодых сварщиков были безукоризненны. Результаты конкурса представлены на сайте школы-организатора www.sosfm.cz, а также на сайтах Общества сварщиков Украины www.tzu.key.ua и Одесского областного отделения Общества сварщиков Украины www.tzu.od.ua.

Следующий конкурс молодых сварщиков Zlaty pohar Linde состоится в апреле 2014 г. ● #1342

А. А. Кайдалов, д-р техн. наук, вице-президент Общества сварщиков Украины



Х Международный конкурс сварщиков «Золотой кубок Бенардоса»

состоится 12–16 августа 2013 г.
в г. Одесса (Украина)

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

Конкурс будет проходить в следующих номинациях:



РДЭ (111)

ручная дуговая сварка
покрытым электродом



МАГ (135)

дуговая сварка металличе-
ским плавящимся электродом
в активных газах



ВИГ (141)

дуговая сварка вольф-
рамовым электродом
в инертных газах



ГС (311)

газовая сварка

Победители и призеры конкурса в личном и командном зачетах награждаются:

Памятным кубком Бенардоса.

Дипломом Общества сварщиков Украины.

Ценными подарками и денежными премиями.

Международным сертификатом сварщика.

Организаторы конкурса:

Общество сварщиков Украины

Одесское областное Общество сварщиков Украины

Одесский припортовый завод

Полная информация о конкурсе представлена на сайтах: www.tzu.key.ua и www.tzu.od.ua.

Заявки на участие в конкурсе принимаются до **10 мая 2013 г.** по адресу:
Украина, 65003 г. Одесса, Газовый переулок, д. 4, Одесское областное ОСУ,
Оргкомитет конкурса, факс: + 380-48-758-61-41,
тел.: + 380-48-758-62-12, 741-14-85, 723-37-40; e-mail: osu-odessa@ukr.net

13-я Международная выставка
сварочных материалов, оборудования и технологий

8 – 11 октября 2013 года
Москва, КВЦ «Сокольники»

+7 (495) 935 81 00

Более 250 компаний из 20 стран мира!



Всё для сварки, резки и наплавки!

www.weldex.ru

получите электронный билет на сайте www.weldex.ru

Организатор:



В составе группы компаний ИТЭК

Тел.: 17 (495) 935 81 00

E-mail: weldex@ite-expo.ru

При поддержке:

Министерства Промышленности и Торговли РФ
Транспорта Москвы
Торгово-промышленной палаты РФ
Транспорта Московской обл. и
Московской Торгово-промышленной палаты

При содействии:



ММАГС



Генеральный
информационный партнер:



Журнал
«Сварочное производство»

Создание и покорение суперстали

Часть 5. Сталь для атомных реакторов А.П.Александрова

А.Н. Корниенко



А.П. Александров

При создании ядерной энергетики, как и ядерного вооружения, возникли научные, технические и производственные проблемы. В Советском Союзе координировать усилия сотен организаций и разрабатывать научные основы этой новейшей техники «добычи» энергии было поручено Анатолию Петровичу Александрову. В январе исполнилось 110 лет со дня рождения выдающегося физика и организатора науки. Задачи изготовления атомных реакторов поставили в довольно сложное положение ма-

териаловедов, в том числе и сварщиков. Ядерное топливо инициирует повреждения на электронном атомном уровне, вызывая деградацию стали и других металлов, и атомные энергетические установки должны были сохранять высокую работоспособность при сверхвысоких параметрах эксплуатации в условиях радиоактивного облучения. А.П.Александров как президент АН СССР и непосредственный заказчик технологий для «мирного атома» несколько раз бывал в институтах АН УССР, в том числе в ИЭС им. Е.О. Патона.

XX век войдет в историю как век освоения ядерной энергетики. Ученые зарубежных лабораторий и университетов, советские ученые дружно «штурмовали атом». Следует отметить, что к началу 1940 г. ученые были готовы к созданию атомной бомбы. Использовать атомную энергию в военных целях первым предложил У.Черчилль. 6 декабря 1941 г. Ф.Рузвельт, узнав о развернувшихся в Великобритании исследованиях, договорился с Черчиллем о сосредоточении всех работ на территории США. Вскоре американцы стали «атомными» монополистами, а «Манхеттенский проект» был так засекречен, что даже английской разведке мало что удавалось узнать. В СССР информация поступала от агентов двух ведомств: ГРУ Красной Армии и 4-го управления НКГБ. К началу 1941 г. советским физикам для изучения было передано несколько десятков тысяч записок, чертежи, образцы сырья. Но Сталину было не до уранового проекта — все ресурсы страны были направлены на отражение фашистской агрессии.

Правда, научные основы ядерного оружия не представляли секрета. Сотрудники Физико-технического института в Харькове (ХФТИ) В.А. Маслов, В.С. Шпинель и Ф.Ф. Ланге еще в 1940 г. впервые в мире подали заявку на изобретение «Использование урана в качестве взрывчатого и отравляющего вещества», т. е. атомной бомбы. Основной задачей было решение конструктивных и технологических проблем. Советские ученые, оценивая агентурную информацию о работах в Лос-Аламосе, пытались отделить правду от возможной дезинформации, искали собственные менее затратные технологии производства «атомной взрывчатки». США испытали атомные бомбы 6 и 10 августа 1945 г., уничтожив два японских города с миллионным населением. В СССР перед угрозой такой бомбардировки был создан ракетно-ядерный щит, в 1949 г. проведены ядерные испытания в Семипалатинске, в 1951 г. принята на вооружение ракета Р-2.

В это время уже разворачивались программы ядерной энергетики. 9 сентября 1952 г. А.П. Александров был назначен руководителем работ по созданию атомных подводных лодок; 28 ноября 1953 г. — научным руководителем проекта строительства атомных ледоколов.

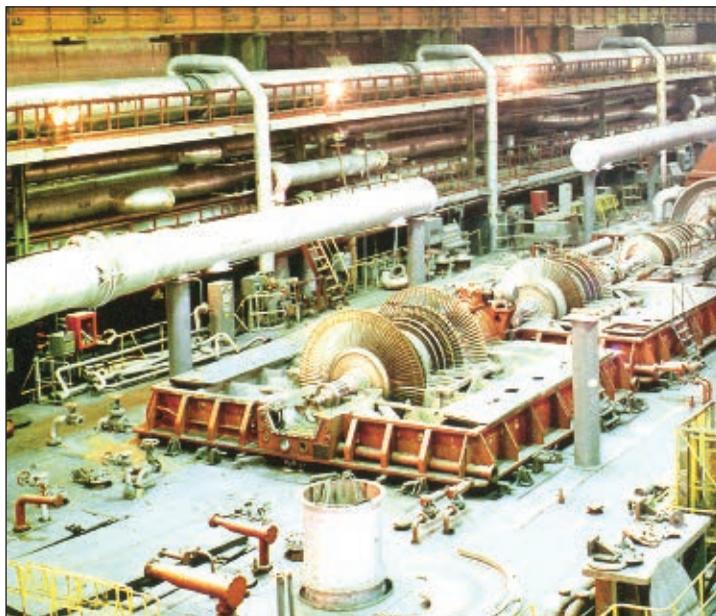
Анатолий Петрович Александров родился 13 февраля 1903 г. в городе Тараща Киевской губернии. В Киевском реальном училище Анатолий изучал электротехнику и начал подрабатывать электромонтажником. В годы Гражданской войны юнкера А.П. Александрова за храбрость Врангель наградили тремя Георгиевскими крестами. Вернувшись в Киев, работал электромонтером, преподавателем в средней школе с. Белки. В течение ряда лет совмещал учебу на физико-математическом факультете Киевского государственного университета (1924–1930 гг.) с научной работой в Киевском рентгеновском институте и с преподаванием физики и химии в киевской школе. С 1930 г. Александров работает в Ленинградском физико-техническом институте.

Исследовав электрическую прочность изоляционных пленок, опровергает лавинную теорию ударной ионизации, защищает кандидатскую диссертацию, результаты которой, в частности, были использованы в теории хрупкого разрушения твердых тел и долговечности материалов. В то же время Александров вместе с сотрудниками создал электродуговой прорезатель противолодочных сетевых заграждений, разработал способ противоминной защиты кораблей. Результаты комплексных исследований высокомолекулярных веществ легли в основу науки о полимерах и имели важное практическое значение для создания морозостойкой резины из отечественного синтетического каучука. 27 июня 1941 г. А.П. Александров защитил докторскую диссертацию.

В годы Великой Отечественной войны А.П. Александров возглавил работы по защите кораблей от магнитных мин, благодаря чему удалось сохранить Военно-морской флот, спасти жизнь тысячам моряков. За разработку размагничивания кораблей А.П. Александрову, И.В. Курчатову и сотрудникам в 1942 г. присудили Сталинскую премию I степени, наградили медалями.

С 1943 г. А.П. Александров стал работать под руководством И.В. Курчатова над созданием промышленных реакторов для получения оружейного плутония, а затем был научным руководителем строительства первого комбината. В 1943 г. его избрали членом-корреспондентом Академии наук СССР. 17 августа 1946 г. А.П. Александров был назначен директором Института физических проблем АН СССР, где под его руководством был выполнен комплекс сложнейших работ, касающихся «атомной проблемы».

Новые специфические задачи, не менее сложные, чем при создании ядерного оружия, возникли при создании реакторов. В экспериментальных ядерных энергетических установках наряду с урановыми стержнями испытывали стержни из различных металлов, сплавов и неметаллов. И некоторые из них разбухали так, что их трудно было вытаскивать. Ускоренная деградация металлов при длительном радиоактивном облучении наблюдалась и раньше. Но пока ядерные заряды «хранились» в бомбах и боеголовках при комнатных складских температурах, состояние контейнеров, оболочек и других узлов мало кого интересовало. Острая проблема обеспечения продолжительной работы оборудования атомных реакторов электростанций и двигателей возникла



в связи тем, что к действию радиоактивного облучения прибавились высокие температуры и статические или динамические напряжения, действие коррозионноактивных сред. Необходимо было найти или создать подходящие материалы.

Ученым пришлось форсировать исследование влиянием интенсивного радиоактивного ионизирующего излучения на свойство материалов взаимодействия нейтронов с разными веществами, результаты которых были необходимы для выбора конструкционных материалов для атомных электростанций, ядерных установок для судов, космических аппаратов и других целей. Были найдены пути повышения стойкости материалов для ядерной энергетики. Вопросы получения радиационностойких высокопрочных жароустойчивых сталей при рациональном легировании начали заниматься еще с середины 1940-х гг. В частности, в ФТИ АН УССР было определено влияние легирующих элементов и структурно-фазового состояния на процессы эволюции дефектной структуры, на радиационную стойкость металлов, сталей и других сплавов в широком интервале температур и доз облучения, разработаны принципы конструирования соответствующих сплавов (В. Зелинский, И. Неклюдов и др.).

Корпус реактора представляет собой сложную сварную конструкцию, от долговечности которой зависит срок эксплуатации энергоблока. В первых советских АЭС для изготовления корпусов реакторов ВВЭР и РБМК из высокопрочной хромо-молибденованадиевой стали была примене-

Паровая турбина К-500-65 на сборочно-испытательном стенде завода «Турбоатом», 1976 г.

на аргонодуговая сварка кованных элементов. С целью экономии материалов и достижения необходимого качества для оболочек корпусов и топливных элементов стали применять стальные листы, плакированные ванадием. В реакторах, которые охлаждаются жидкими металлами, ванадий и его сплавы практически не взаимодействуют с ядерным топливом и при температурах 1000–1200 К имеют высокую коррозионную стойкость.

Трудности сварки крупногабаритных корпусов с большой толщиной стенок вызваны тем, что даже при незначительных отклонениях параметров процесса возникают трещины сварных соединений. Параметры термической обработки конкретных узлов и целого корпуса устанавливаются с особой точностью для каждой марки стали. Были разработаны физико-металлургические основы создания высокотехнологичных сварочных материалов для дуговой автоматической сварки основных и защитных корпусов реакторов, применены флюс КФ-30, сварочная проволока марок Св-09ХГНМТА, Св-10ГН1МА и Св-08ГС, электроды Н-25, ЭП-55 для ручной сварки. Для сварки корпусов реакторов с 1950-х гг. в СССР применили электрошлаковую сварку, разработанную Б.Е.Патоном, Г.З.Волошкевичем и др. Вскоре по лицензиям ИЭС им. Е.О. Патона эта технология была освоена и в других странах.

Александров уже штурмовал «мирный атом», когда был избран действительным членом Академии наук (1953 г.), а за вклад в

создание отечественного ядерного оружия ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда (1954 г.).

26 июня 1954 г. в 17 ч 45 мин впервые в мире в СССР атомный реактор на АЭС в Обнинске дал промышленный электрический ток. 13 сентября 1957 г. состоялась загрузка топлива и физический пуск реактора первой советской атомной подводной лодки (проект «627») К-3 (с 1962 г. — «Ленинский комсомол»). За ней последовали более совершенные разработки. Созданные под научным руководством А.П.Александрова атомные подводные лодки трех поколений, а также надводные корабли с ядерными энергетическими установками, оснащенные мощным ракетно-ядерным оружием, стали одной из важнейших составляющих стратегического паритета между двумя сверхдержавами — СССР и США. Первый в мире атомный ледокол «Ленин» был принят Министерством морского флота СССР в эксплуатацию в декабре 1959 г. За эту работу Анатолий Петрович в 1960 г. получил вторую звезду Героя Социалистического Труда. Всего при его жизни было построено восемь атомных ледоколов и атомный лихтеровоз.

Возглавив в 1960 г. после смерти И.В. Курчатова Институт атомной энергии, А.П.Александров на протяжении почти трех десятилетий оставался научным руководителем важнейших работ по созданию ядерных реакторов различного назначения. Среди них и крупные энергетические реакторы, которые сегодня работают почти на всех АЭС России, бывших союзных республик и ряда зарубежных стран, и промышленные реакторы для наработки стратегических ядерных материалов (плутония, трития), а также реакторы для работы в космосе и исследовательских целей. Следует отметить, что Александров был настолько уверен в надежности техники, что на пуск АЭС в Обнинске взял сына Петра; на пуски различных других реакторов он также брал детей, а потом и внуков.

Третью звезду Героя Социалистического Труда за выдающийся вклад в развитие науки и техники ученый получил в 1973 г. Признанием его высокого научного авторитета было то, что в течение 11 лет он возглавлял Академию наук СССР.

Конструкция блоков АЭС по мере накопления эксплуатационного опыта продолжала совершенствоваться. Улучшаются конструкционные материалы и технология сварки. Корпуса парогенераторов изготов-



Президент АН СССР А.П. Александров, лауреат Нобелевской премии А.М. Прохоров и Президент НАН Украины Б.Е. Патон в Институте электросварки им. Е.О.Патона, 1978 г.

ляют из перлитных сталей, а трубки и коллекторы — из аустенитной коррозионно-стойкой стали. Для их изготовления разработана технология взрывного развальцевания, приварки дугой в инертных газах. Для конструкций, работающих в агрессивной среде при повышенных температурах, в 1968–1978 гг. в Физико-механическом институте и Институте проблем материаловедения НАН Украины В.И. Похмурским, Г.В. Самсоновым были созданы технологии диффузных покрытий. В конце 1990-х гг. в России разработаны технологии изготовления биметаллических труб с внутренней поверхностью, плакированной цирконием и его сплавами. Большой объем исследований свойств материалов был выполнен в Ленинграде в ЦНИИ «Прометей» и в США фирмой General Electric. Стойкость повышают легированием, механической и термической обработкой с созданием мелкозернистой и изотропной структуры, ионного проникновения, лазерного выпаливания дефектов, добавлением нейтрализаторов радиационных дефектов. С этими же целями в ИЭС им. Е.О. Патона Б.А. Мовчаном, К.А. Ющенко и другими разработаны специальные технологии наплавки и напыления.

С 1946 г. значительное место в тематике УФТИ занимает разработка материалов для ядерных реакторов. Под руководством К.Д. Синельникова создана вакуумная металлургия, новое поколение оборудования, плазменное напыление, вакуумная прокатка и др.

С 1980-х гг. кованые элементы корпусов изготавливают из низколегированных сталей. Например, в США — это ферритные стали А508/2 и А533, в России — 48ТС-3, Ш-2, 15Х2НМФ и другие перлитные стали новых разработок с высокими прочностью, пластичностью. В этих сталях должна быть минимальная концентрация загрязнений, что удастся достигнуть, применяя технологии спецэлектрометаллургии, разработанные в ИЭС им. Е.О. Патона. Подвижные детали реакторов периодически требуют замены или ремонта. Для штанг, валов, тяг и других деталей разработаны хромистые стали с высокой твердостью после термической обработки. В ИЭС им. Е.О. Патона созданы специальные технологии электронно-лучевой сварки таких материалов, технологии ремонта и наплавки.

В 1980-х гг. атомная энергетика находилась на стадии устойчивого неуклонного развития. Авария 26 апреля 1986 г. пошат-



нула доверие к «мирному атому». Президенту АН СССР было тогда 83. В первых числах мая у него умерла жена, и он был в Чернобыле лишь через месяц после катастрофы. Как всегда, он ясно и четко мыслит, находил оптимальные решения, стремился свести к минимуму последствия аварии и сохранить работоспособность оставшихся блоков. На Александрова вылились потоки ложных обвинений и просто грязи. Чернобыльская катастрофа и начавшиеся гонения на атомную энергетику подкосили Александрова.

А.П. Александров считал себя виновным в том, что недостаточно упорно выступал против перевода АЭС в другое ведомство, что не смог внушить тем, кто работал на АЭС, что перед ними очень опасный объект, на котором нельзя ставить эксперименты.

В 1994 г. Александров умер. Он просил похоронить его на Митинском кладбище, том самом, где нашли свое последнее пристанище чернобыльские ликвидаторы.

В 1990-х гг. для корпусов атомных реакторов нового поколения АЭС в конце прошлого века в ЦНИИ «Прометей» создана сталь 15Х2НМФА, обладающая хорошей свариваемостью, высокими прочностью, сопротивлением тепловой хрупкости и радиационному охрупчиванию (И.В. Горьнин, Г.П. Карзов, Г.Н. Филимонов и др.). В настоящее время наблюдается тенденция увеличения мощности энергоблоков АЭС и, несмотря на значительные достижения в разработке материалов и технологий изготовления, возникают новые проблемы, которые требуют новых научных решений. ● #1343

А.П. Александров в конструкторском бюро «Южное», Днепропетровск, 1983 г.

XII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2013

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ



**МЕТАЛЛО-
ОБРАБОТКА**

МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРПЛАСТ
ТЕХ**

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
И ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТИКА



**ГИДРАВЛИКА
ПНЕВМАТИКА**



**УКРПРОМ
АВТОМАТИЗАЦИЯ**

ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ



**ОБРАЗЦЫ, СТАНДАРТЫ,
ЭТАЛОНЫ, ПРИБОРЫ**

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



**БЕЗОПАСНОСТЬ
ПРОИЗВОДСТВА**

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ, БЕЗОПАСНОСТЬ
РАБОЧЕЙ ЗОНЫ



**УКРМАШ
ТЕХ**

ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРВОСТ
ТЕХ**

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТЕХНИКА,
ОБОРУДОВАНИЕ



ПОДШИПНИКИ



УКРСВАРКА

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ
И МАТЕРИАЛЫ



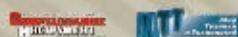
**ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ
СКЛАДСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**



СУБКОНТРАКТЫ

РАЗМЕЩЕНИЕ ЗАКАЗОВ ПО КОМПЬЮТЕРУ

Генеральные
информационные партнеры:



Технический партнер:



ОРГАНИЗАТОР
Международный выставочный центр

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

Министерства промышленной политики Украины
Украинской Национальной Компании "Укрстанкоинструмент"

19-22
НОЯБРЯ 2013 г.



☎ +38 044 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58
e-mail: lilia@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua
www.tech-expo.com.ua

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

Открыта подписка-2013 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»	(0522) 32-03-00
	ООО «САММИТ-Кременчуг»	(05366) 79-90-19
Кривой Рог	ООО «САММИТ-Кременчуг»	0536(6) 3-21-88
Луганск	ЗАО «Блиц-Информ»	(0564) 66-24-36
Луцк	ЗАО «Блиц-Информ»	(0642) 53-81-07
Львов	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
Нежин	ЗАО «Блиц-Информ»	(0629) 33-54-98
Николаев	ЧП «Прес-Курьер»	(04631) 5-37-66
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0512) 47-10-82
	ООО «Ноу Хау»	(0512) 47-20-03
	ООО «САММИТ-Николаев»	(0512) 23-40-86
Одесса	ЧП «ТЕПС & Со»	(0512) 47-47-35
	ЗАО «Блиц-Информ»	(048) 711-70-79
Прилуки	ЗАО «Блиц-Информ»	(04637) 3-04-62
Полтава	ЧП «Прес-Курьер» (филиал)	(04637) 3-04-62
Ровно	ЗАО «Блиц-Информ»	(05322) 7-31-41
Севастополь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0362) 62-56-26
Симферополь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0692) 55-44-51
	ДП «САММИТ-Крым»	(0652) 24-93-00
Сумы	ДП «САММИТ-Крым»	(0652) 44-36-95
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0542) 27-52-09
Тернополь	ООО «Диада»	(0542) 37-03-55
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0352) 43-08-10
Ужгород	ЗАО «Блиц-Информ»	(03122) 2-38-16
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0572) 17-13-27
	АОЗТ «САММИТ-Харьков»	(0572) 14-22-61
	ДП «Фактор-Пресса»	(0572) 26-43-33
Харьков	«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».**

1276 1277 1278 1279 1280 1281 1282 1283 1284
1285 1286 1287 1288 1289 1290 1291 1292 1293
1294 1295 1296 1297 1298 1299 1300 1301 1302
1303 1304 1305 1306 1307 1308 1309 1310 1311
1312 1313 1314 1315 1316 1317 1318 1319 1320
1321 1322 1323 1324 1325 1326 1327 1328 1329
1330 1331 1332 1333 1334 1335 1336 1337 1338
1339 1340 1341 1342 1343 1344 1345 1346 1347

Заполняется печатными буквами

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2013 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 2013 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/

TECHNOLOGY FOR THE WELDER'S WORLD.

ABIMIG® AT

- универсальность
- вес
- экономия

Серия ABIMIG® AT является логическим продолжением линейки горелок нового поколения от ABICOR BINZEL



MB GRIP

охлаждаемые воздухом и жидкостью

Нагрузка 120 А до 650 А / CO₂
Ø проволоки 0,6 до 3,2 мм



ABIMIG® GRIP/RF GRIP

охлаждаемые воздухом и жидкостью

Нагрузка 160 А до 600 А / CO₂
Ø проволоки 0,6 до 2,4 мм



ABIMIG® T/AT

охлаждаемые воздухом и жидкостью

Нагрузка 160 А до 550 А / CO₂
Ø проволоки 0,6 до 2,4 мм



ПИИ ООО Бинцель Украина ГмбХ

08130, Киевская область,
с. Петропавловская Борщаговка,
ул. Петропавловская, 24

Тел./факс: + 38 (044) 403 1299;
403 1399; 403 1499; 403 1599

E-mail: info@binzel.kiev.ua

www.binzel-abicor.com





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 плавящих продуктов-шлаков для использования в шихте при производстве керамических флюсов, порошковых проволок и других сварочных материалов.
Марка MS – марганцевый шлак, индекс основности по Бонишевскому менее 1,0.
Марка CS – шлак нейтрального типа с рафинирующими свойствами, индекс основности по Бонишевскому 1,1.
Марка AR – шлак алюминатно-рутилового типа с хорошими сварочно-технологическими свойствами, индекс основности по Бонишевскому 0,6. Размер частиц: 0,05–0,63 мк (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

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

