

TECHNOLOGY FOR THE WELDER'S WORLD.

ABIMIG® GRIP A.

**Чувствуете себя хорошо —
сварите хорошо!**

**ABICOR
BINZEL®** 

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

www.binzel-abicor.com



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

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

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

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

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

4 (44) 2013

июль—август

Журнал выходит 6 раз в год.

Издается с мая 2006 г.

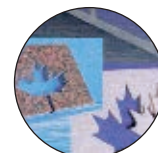
Подписной индекс **20994**
в каталоге «Пресса России»

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

информационно-технический журнал
Сварщик®
Технологии
Производство
Сервис
В России
4—2013

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий 6



Производственный опыт

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* 8



Опыт наплавки высокопрочных алюминиевых бронз на внутренние поверхности стальных втулок. *А.И. Панфилов, В.Н. Пелешко, А.Н. Бондаренко, В.М. Илюшенко* 12

Наши консультации 14

Технологии и оборудование

Микроплазменное напыление покрытий. *К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов, С.Г. Войнарович, О.М.Кислица, Е.К. Кузьмич-Янчук, А.А. Фомакин* 18



Электрошлаковая наплавка в секционном токоподводящем кристаллизаторе. *Ю.М.Кусков* 21

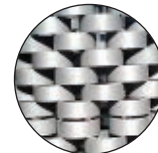
Основы разработки технологии сварки плавлением. 1. Способы сварки. *Г.И.Лашенко* 24



Трещины в массивных металлоконструкциях, возникающие после обработки абразивным инструментом. *В.И. Панов* 28

Универсальный сварочный аппарат ФОРСАЖ-200ПА 34

Новое оборудование для ионно-плазменного азотирования. *М.Н. Босьяков, С.В. Бондаренко, А.С. Бондаренко, Д.В. Жук, И.Л. Поболь* 36



Установка для автоматической дуговой сварки кольцевых швов гидроцилиндров 41

Защитные сварочные ограждения рабочих зон — защита от излучения при сварке и резке. *О.В. Таланцев* 42

Зарубежные коллеги 46

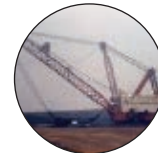


Охрана труда

Производственный шум. Часть 2. *О.Г. Левченко, В.А. Кулешов* 48

Выставки и конференции

5-я Международная выставка «Сварка. Резка. Наплавка 2013» 54



Страницы истории

«Восклицательный знак советской индустрии». *В.И. Панов* 58

News of technique and technologies	6
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>	8
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>	12
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>	18
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
Cracks of massive metal constructions which nascent after abrading. <i>V.I. Panov</i>	28
Universal welding apparatus FORSAGE-200PA	34
The new equipment for ion-plasma nitriding. <i>M.N.Bosyakov, S.V.Bondarenko, A.S.Bondarenko, D.V.Zhuk, I.L.Pobol'</i>	36
The plant for automatic-arc welding of circular seams of hydraulic cylinders	41
Safety barriers of working areas — radiation protection during welding and cutting. <i>O.V. Talantsev</i>	42
The foreign colleagues	46
Labour protection	
Industrial noise. Part 2. <i>O.G.Levchenko, V.A.Kuleshov</i>	48
Exhibitions and conferences	
5 th International Exhibition «Welding & Cutting 2013» ...	54
Pages of a history	
«Exclamation point of Soviet industry». <i>V.I. Panov</i>	58

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

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

Главный редактор Б. В. Юрлов

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

Маркетинг и реклама К. И. Щеголева, Т. И. Коваленко

Верстка и дизайн Т. Д. Пашигорова

Адрес редакции 119049, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 6, стр. 7, оф. 19

Телефон +7 499 922 69 86

Факс +7 499 922 69 86

E-mail ctt94@mail.ru

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

За достоверность информации и содержание рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели.

Мнение авторов статей не всегда совпадает с позицией редакции.

Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Редакция оставляет за собой право редактировать и сокращать статьи. Переписка с читателями — только на страницах журнала.

При использовании материалов в любой форме ссылка на «Сварщик в России» обязательна.

© «ЦТТ ИЭС им. Е. О. Патона», 2013

Подписано в печать 09.08.2013. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC.

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

Заказ № П000008605 от 09.08.2013.

Издание выходит при содействии информационно-технического журнала «Сварщик»

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

Издатель ООО «Экотехнология»

Главный редактор Б. В. Юрлов

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

Адрес редакции 03150 Киев, ул. Горького, 62Б

Телефон +380 44 200 5361

Тел./факс +380 44 200 8014, 287 6502

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

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

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА

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

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

ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА

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 внутренние поверхности 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 сложнелегированных 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.

Трещины в массивных металлоконструкциях, возникающие после обработки абразивным инструментом

В.И. Панов

Рассмотрен процесс образования трещин в наплавленном металле при абразивной обработке. Исследованы причины образования трещин, их глубина. Дана оценка теплофизической обстановки. Приведены сравнительные силовые характеристики при обработке абразивным и лезвийным инструментом.

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.

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.

В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ...

Основы разработки технологии сварки плавлением

Г.И. Лащенко

В продолжении статьи описана технология лазерной сварки. Описана схема формирования сварного соединений при лазерной сварке. Даны параметры различных типов лазеров высокой мощности, используемых для сварки, наплавки, резки, упрочнения и нанесения покрытий. Приведены наиболее перспективные области применения лазерной сварки.

Влияние давления защитного газа в зоне сварочной ванны при лазерной сварке сталей

В.Ю. Хаскин, В.Д. Шелягин, В.Ф. Шулым, Е.Г. Терновой, А.В. Бернацкий, О.В. Доляновская

Рассмотрены технологические возможности лазерной сварки тонколистовых металлов и сплавов в атмосфере низкого давления. Исследована лазерная сварка сталей 10X18H10T и 09Г2С при низких и повышенных давлениях в атмосфере защитного газа аргона. Установлено, что лазерная сварка в атмосфере низкого давления позволяет более чем в три раза повысить скорость процесса с одновременным двукратным уменьшением ширины шва без изменения мощности излучения.

Электрошлаковые технологии наплавки и литья деталей машин и механизмов

С.Ю. Пасечник, А.Ю. Пасечник, В.П. Стойко

Рассмотрены такие технологии ремонта, восстановления и упрочнения быстроизнашивающихся деталей, как электрошлаковая наплавка; электрошлаковое кокильное литье; электрошлаковое рафинирование вторичных цветных металлов; компактирование стружки; получение биметалла «сталь-медь».

Трещины в массивных металлоконструкциях, возникающие после лезвийной механической обработки

В.И. Панов

Рассмотрены положительные и отрицательные стороны механической обработки как метода удаления дефектов в отливках сложной формы. Приведены силовые характеристики операций точения, сверления и фрезерования, схема деградации металла под влиянием лезвийной обработки массивных деталей.

Производственный шум. Часть 3

О.Г. Левченко, В.А. Кулешов

В продолжении статьи описаны шумоизмерительные приборы, рассмотрены вопросы измерения шума, инфразвука, ультразвука на рабочем месте, защита от шума. Приведены средства коллективной и индивидуальной защиты от шума, а также основные источники шума в сварочном производстве.

... И МНОГОЕ ДРУГОЕ!

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.

● #693

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.

● #694

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.

● #695

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 конструкционному 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.

● #696

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, ниптеля, 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 приобрести 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 нецелесообразности 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 процессковки, 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 процессковки 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 поковки. Часто встречаются также наплывы и неметаллические включения.

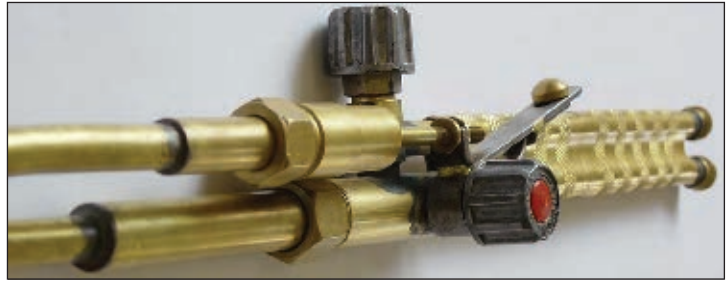


Рис. 2. Резак для выплавки дефектов на поковках РПКЗ

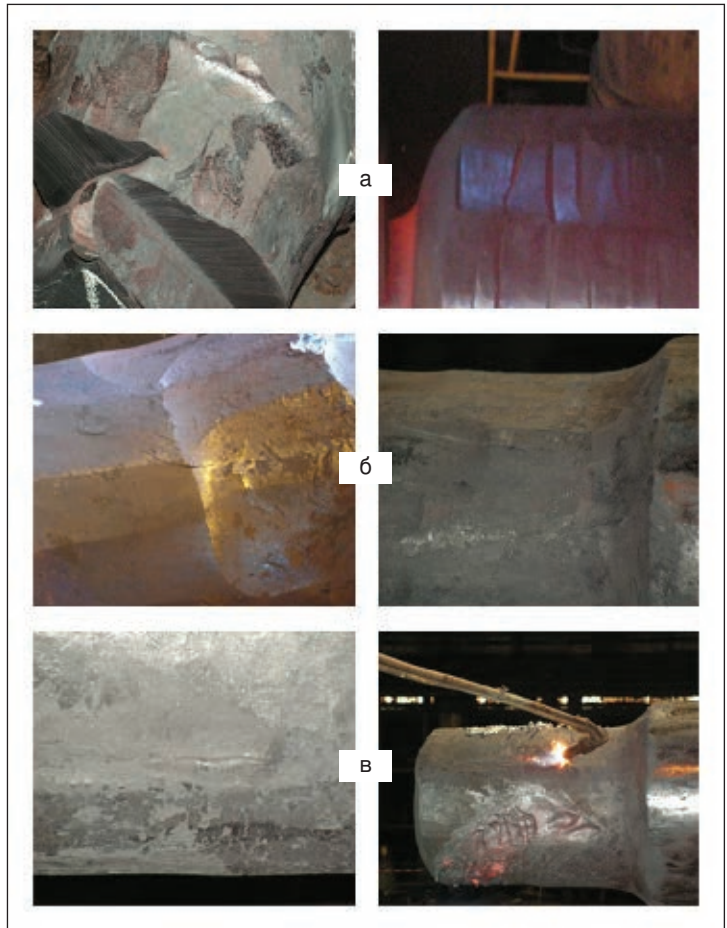


Рис. 3. Основные виды дефектов на поковках, подлежащих выплавке в процессе изготовления заготовки: а — зажимы; б — трещины; в — плены

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 резаком 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.

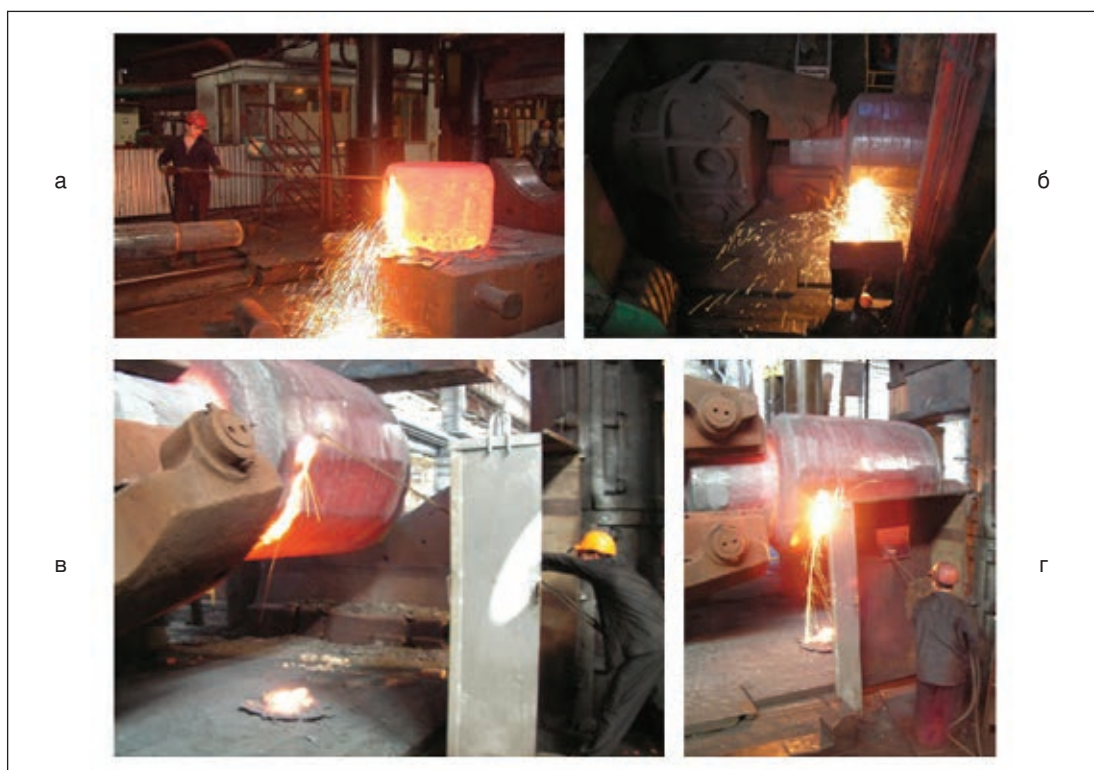


Рис. 4. Дефектные места на поковках после выплавки. Виды дефектов: а — зажим; б — плены; в — трещины



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

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



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

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.

● #697

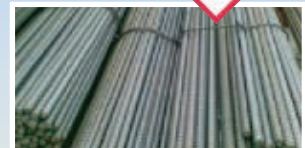
ММК начал выпуск термоупрочненной арматуры класса А600С

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 Danielei, 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.А10Ж3Мц2	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 Ж3Н2Ц2	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	–

* Литье 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 ($i \leq 40 \text{ А/мм}^2$, $U_d = 26...28 \text{ В}$) 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-

* 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.

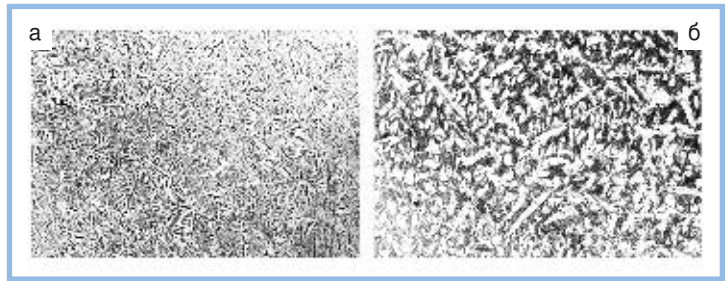


Рис. 1. Микроструктура наплавленного металла: а — проволокой ПП-Бр.АНМц; б — проволокой ПП-Бр.МцАН

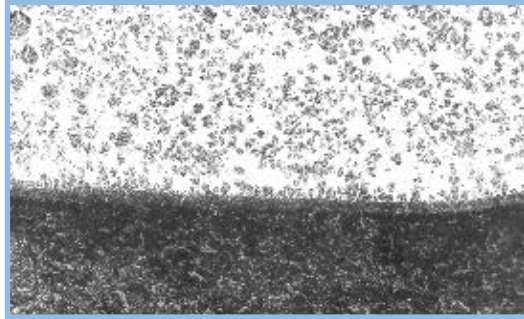


Рис. 2. Зона сплавления бронзы со сталью (наплавка проволокой ПП-Бр.АНМц в аргоне)

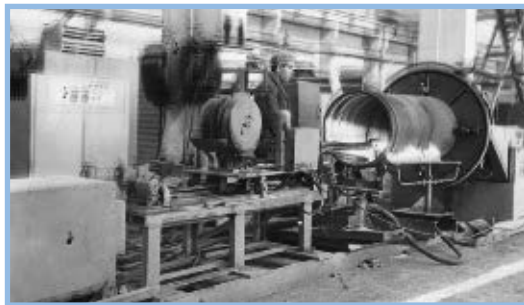


Рис. 3. Процесс наплавки расщепленным электродом под флюсом

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°C. 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.

● #698



Если у Вас возникли вопросы по технологии сварки, организации рабочих мест сварщиков, правильному выбору сварочных материалов и оборудованию, 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 Mn
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 Mn
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	0,15
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.

● **#699**
 В статье использованы материалы фирмы ЗАО «Оутокумпу» (Санкт-Петербург).

Продолжение в следующем номере.

ГАЗОПЛАМЕННАЯ АППАРАТУРА ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ МАРКИ НОРД-С®

ГАЗОПЛАМЕННАЯ АППАРАТУРА,
ПРОВЕРЕННАЯ ВРЕМЕНЕМ!

КАЧЕСТВО ПО ДОСТУПНОЙ ЦЕНЕ!



Полная информация
у официальных дилеров,
в специализированных
магазинах и на сайте:
www.nord-s.com

Сделано в России.
Не содержит китайских комплектующих.
Вся продукция сертифицирована. НОРД-С® —
зарегистрированный товарный знак (знак обслуживания)

ЧАО «АРТЕМОВСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»
VISTEC ВИСТЕК



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

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

www.vistec.com.ua



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.



ВСЕ ДЛЯ СВАРКИ.

ЭКОТЕХНОЛОГИЯ

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

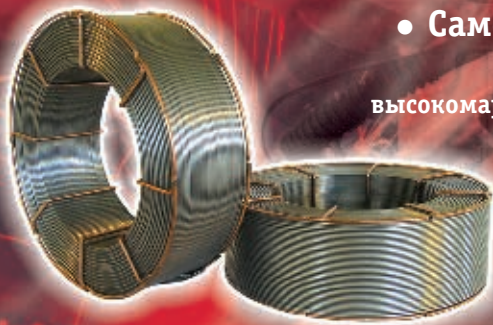
- **Покрытые электроды марки АНО-36, АНО-21, АНО-21У, АНО-6У, АНО-4, АНО-4И, МР-3**

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

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

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

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



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

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

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

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

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

WWW.ET.UA

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 маскированию 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 B23K10/00 №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}	—

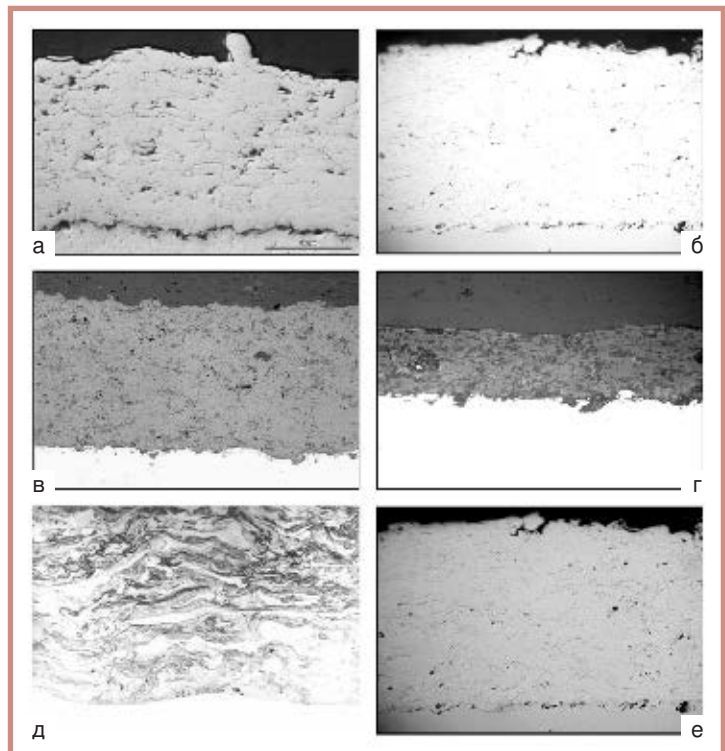


Рис. 2. Структуры покрытий, полученных методом микроплазменного напыления: а — Мо; б — Inconel 718; в — ZrO₂-Y₂O₃; г — гидроксиапатит; д — медь; е — никром (Ni80Cr20)

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 (*a–c*) и проволоки (*d, e*), показана на *рис. 2*.

В ИЭС разработана технология нанесения биосовместимых покрытий на эндопро-

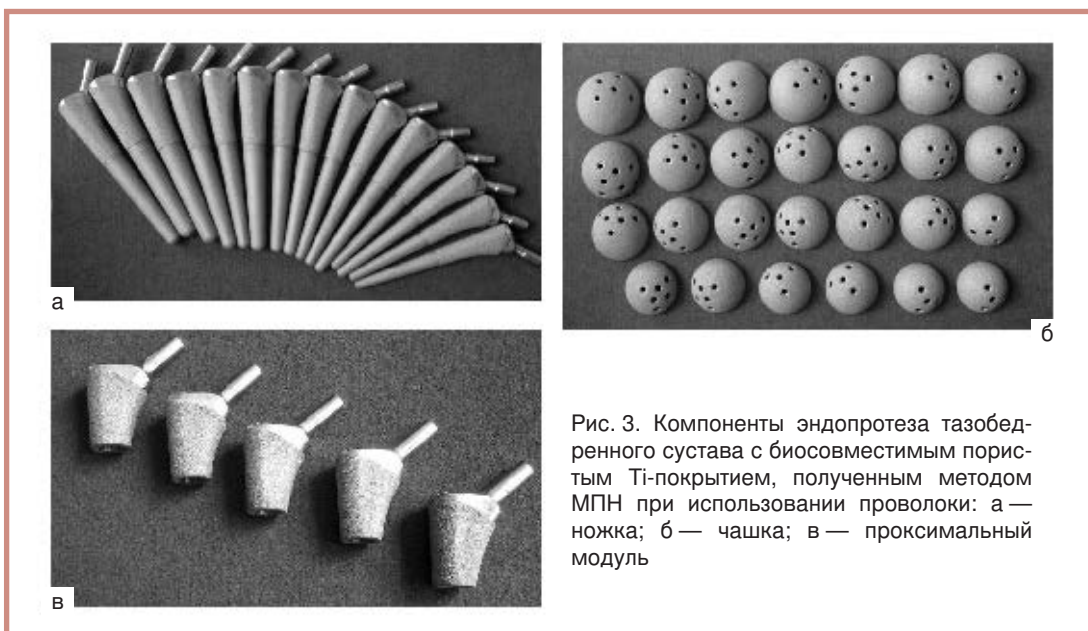


Рис. 3. Компоненты эндопротеза тазобедренного сустава с биосовместимым пористым Ti-покрытием, полученным методом МПН при использовании проволоки: а — ножка; б — чашка; в — проксимальный модуль

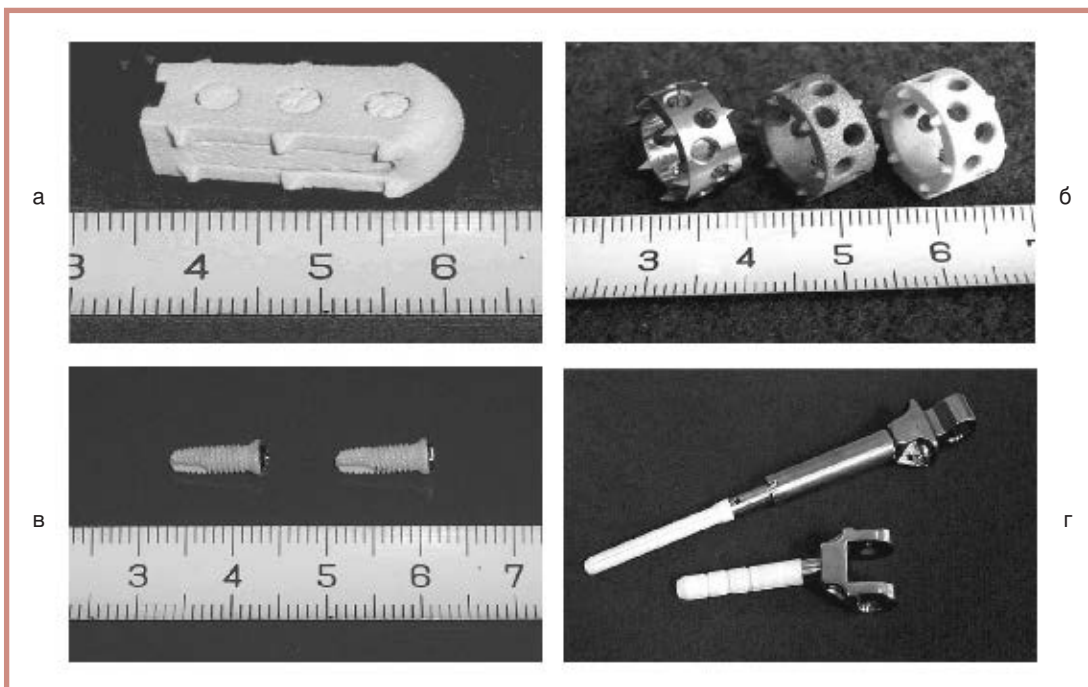


Рис. 4. Примеры изделий с биосовместимым покрытием, полученным микроплазменным напылением: а, б — имплантаты для межтелового спондилодеза; в — стоматологический имплантат; г — эндопротез коленного сустава

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 микроплазменного напыления покрытий позволяет проводить:

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.

● #700

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, дроби, 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.

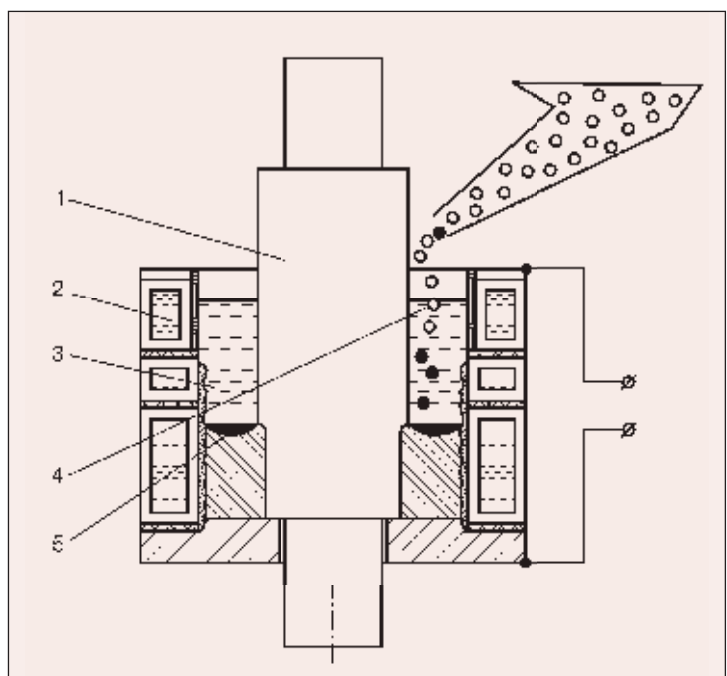
Основные преимущества ТПК по сравнению с другими неплавящимися электродами следующие:

- 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 дроби 4 полностью расплавляются в шлаковой ванне и металл лучше рафинируется. Металлическая ванна 5 образуется при расплавлении подаваемых в шлак частиц дроби. Подачу дроби 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 штрипсовых и мелкосортных станов показали стойкость не ниже стойкости литых двухслойных валков, обычно устанавливаемых в этих станах. 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. ● #701

Более трети участников Международного съезда литейщиков в Екатеринбурге — иностранцы

В XI Международном съезде литейщиков, который пройдет в Екатеринбурге в сентябре 2013 года, примут участие более 35% иностранных представителей. Об этом 10 июля сообщили корреспонденту ИА REGNUM в Управлении пресс-службы и информации правительства Свердловской области.

«В этом году Екатеринбург принимает данный съезд в международном статусе, так как более 35% участников и более 30% членов оргкомитета — иностранные представители. Наиболее активное сотрудничество сегодня ведется с Италией, Германией и Южной Кореей, представители этих и других стран приедут для работы на выставке и на форуме», — отметил президент ассоциации литейщиков России Иван Дибров.

По словам заместителя председателя оргкомитета по подготовке и проведению съезда в Екатеринбурге, президента Союза малого и среднего бизнеса Свердловской области Анатолия Филиппенкова, еще одним существенным отличием предстоящего съезда станет участие большого количества малых и средних предприятий.

«В съезде, который проходил в Екатеринбурге десять лет назад, участвовало всего 10% представителей малого и среднего бизнеса, в этом году их доля составит не менее 40%, это говорит о том, что малые и средние предприятия активно развиваются и начинают играть более важную роль в экономике нашего региона и страны в целом», — отметил Филиппенков.

«Наша задача — превратить съезд литейщиков в Екатеринбурге в праздник прогресса и инноваций. Сегодня наши предприятия активно перевооружаются, и здесь будут представлены самые передовые технологии», — подчеркнул Филиппенков и добавил, что все участники съезда, кроме информационных материалов, получат памятные значки и бронзовые фигурки литейщика.

Напомним, съезд литейщиков проводится один раз в два года. В 2013 году XI Международный съезд и выставка «Литье-2013» пройдут в Екатеринбурге с 16 по 20 сентября 2013 года. Ожидается, что съезд и выставка соберут порядка 800 участников, в том числе зарубежных, а также несколько сотен гостей.

www.prometal.com.ua



NEW

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-

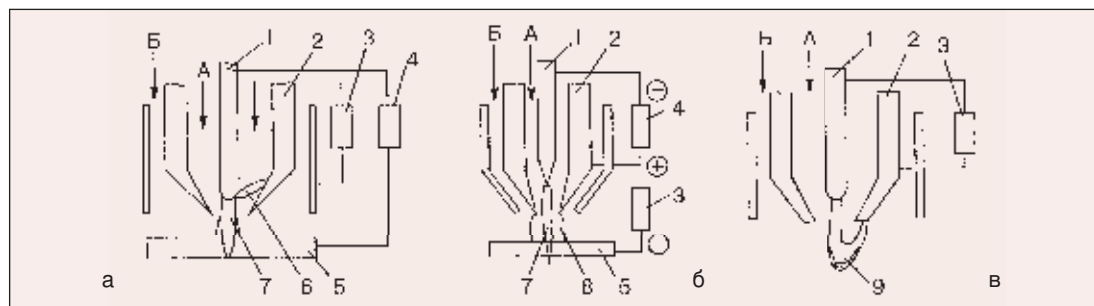


Рис. 5. Схема плазменной сварки: дугой прямого действия (а); микроплазменной на обратной полярности (б); косвенного действия (в): 1 — электрод; 2 — сопло; 3, 4 — источник соответственно вспомогательной и основной дуги; 5 — плазменная дуга; 6 — вспомогательная дуга; 7 — изделие; 8 — дуга обратной полярности; 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 аргонодуговая. Изменение длины дуги конической формы (при аргонодуговой 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-

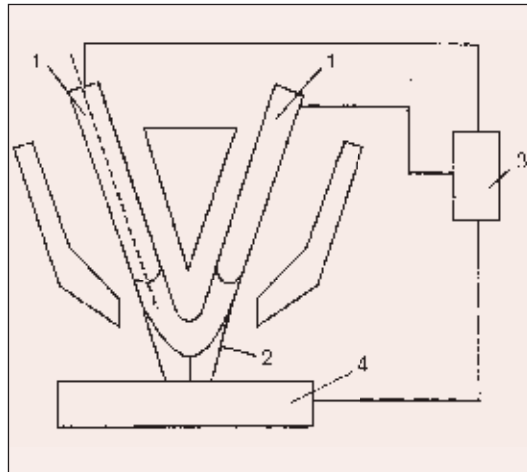


Рис. 6. Схема плазменной сварки трехфазной дугой: 1 — электроды; 2 — дуги прямого и косвенного действия; 3 — источник питания; 4 — изделие

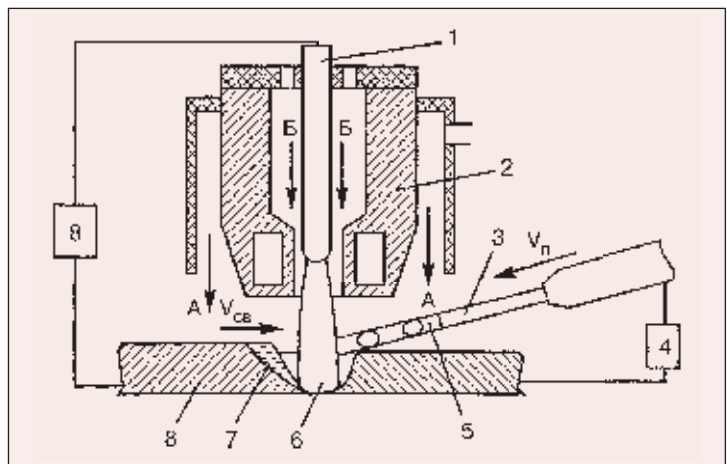


Рис. 7. Схема плазменно-дуговой сварки с боковой подачей плавящегося электрода: 1 — электрод плазмотрона; 2 — сопло; 3 — плавящийся электрод; 4 — источник питания плазменной дуги; 5 — источник питания плавящегося электрода; 6 — плазменная дуга; 7 — дуга плавящегося электрода; 8 — изделие

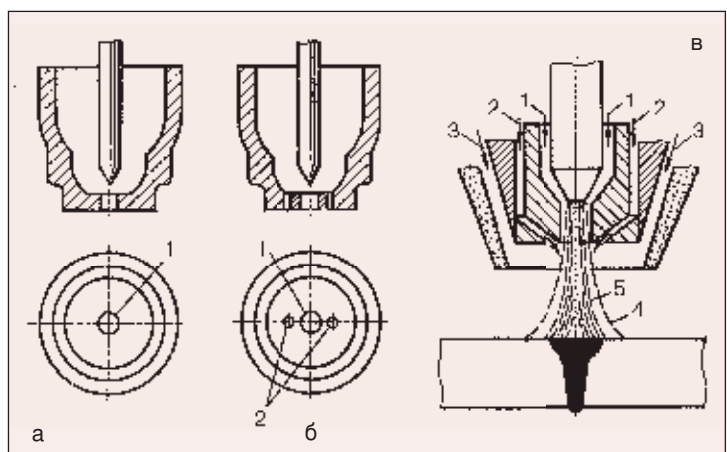


Рис. 8. Схемы плазмообразующих сопел для сварки плазменной дугой: а — с круглым пятном нагрева; б — с вытянутым пятном нагрева (1 — центральный канал для газа, обеспечивающий образование плазменной дуги; 2 — боковые отверстия для прохода холодного фокусирующего газа); в — с дополнительным газовым потоком 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 газокINETической 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 неплавленного 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

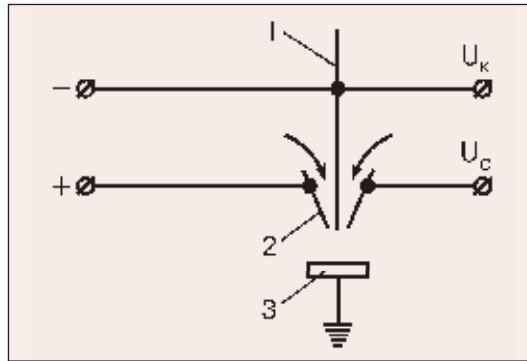


Рис. 9. Схема способа микроплазменной сварки разнополярным током

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. ● #702

Продолжение в следующих номерах журнала.

К 80-летию Уралмашзавода

Трещины в массивных металлоконструкциях, возникающие после обработки абразивным инструментом

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

Обработка швов абразивным инструментом (придание наплавленному металлу товарного вида) является, как правило, штатной операцией в производстве сварных конструкций. Однако в обрабатываемой детали (особенно если металл большой толщины) возможно образование поверхностных трещин. Они появляются непосредственно в процессе операции, а также могут носить замедленный характер (инкубационный период исчисляется от нескольких часов до 60–70 ч).

Раскрытие берегов трещин измеряется микронами, что может свидетельствовать об их незначительной глубине залегания, тем не менее попытка удаления трещин абразивным инструментом не всегда удается. По мере углубления инструмента в тело происходит их рост. Измерения показали, что глубина разделки после полного удаления может составлять до 40 мм. В практике были неоднократные случаи, когда приходилось выполнять по две-три заварки разделок на одном и том же месте, а трещины возникали вновь. После того как товарный вид поверхностям многопроходных швов придавали напильниками (т. е. с минимальным приложением усилия), образования трещин удавалось избежать. Контроль поверхностными методами (магнитопорошко-

вым и краско-капиллярным) подтвердил их отсутствие.

При изготовлении машиностроительной продукции постоянно возникает необходимость выполнения ремонтной сварки для устранения литейных дефектов (трещин, песочных засоров, пористости и др.). Ее также широко применяют при устранении следов газовой резки после удаления на отливках прибылей, литниковых систем и питателей.

Особенно большой объем слесарной обработки приходится на изделия, подвергнутые механической обработке. Это связано с восстановлением размеров в соответствии с чертежами из-за ошибок рабочего, сбоя программы станка с ЧПУ, а также с устранением задиров, зарезов от режущего инструмента и многим другим.

Трещины подобного типа в наплавленном металле и по линии сплавления неизбежны при холодной сварке чугунов стальными и никелестальными электродами.

Вероятность образования абразивных трещин в наплавленном металле возрастает по мере увеличения содержания углерода в основном металле группы так называемых трудно свариваемых сталей 34ХН3М, 38Х2Н3М, 45Х5МФ, 9Х2МФ и др. При этом оптимальную технологию ремонтной сварки (предварительный, сопутствующий и послесварочный подогрев, термическая обработка) не всегда удается выдержать. В этом случае образование трещин можно объяснить с позиций теории замедленного разрушения. С этих же позиций возможно объяснение образования трещин в швах, выполненных сварочными материалами типа Э70. А вот выяснение причин образования трещин в швах, выполненных сварочными материалами феррито-перлитного класса типа Э50А с основным низководородным покрытием потребовало дополнительных исследований (рис. 1).

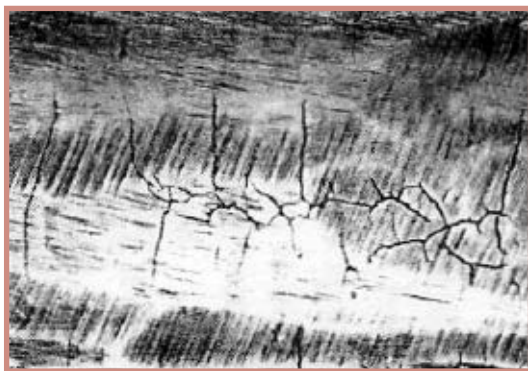


Рис. 1. Сетка трещин на поверхности многопроходного шва большой толщины после обработки абразивами (выявленные при магнито-порошковой дефектоскопии). Феррито-перлитная структура. Электроды Э50А, $\times 1$

Рассмотрим процесс образования трещин в наплавленном металле при абразивной обработке с позиций теории резания.

Микрорезание при рассматриваемой операции осуществляется большим количеством беспорядочно расположенных абразивных зерен (рис. 2), микротвердость которых высока (22–31 ГПа). Эти зерна, образующие прерывистый режущий контур, прорезают мельчайшие углубления. Одним абразивным зерном в единицу времени срезается примерно в 400 тыс. раз меньший объем металла, чем при обработке лезвийным инструментом. Однако силовые характеристики при обработке абразивным инструментом неизмеримо выше, чем при обработке лезвийным инструментом (таблица).

Резание стружки отдельным абразивным зерном осуществляется на высоких скоростях (30–70 м/с) и за очень короткий промежуточный период (в течение тысячных и стотысячных долей секунды). Большие скорости резания и неблагоприятная геометрия режущих зерен способствуют развитию в зоне резания высоких температур и возникновению тепловых ударов на поверхностный слой заготовки.

При шлифовании почти вся механическая мощность микрорезания преобразуется в тепловую и лишь незначительная часть (десятые доли процента) переходит в скрытую энергию изменений кристаллической решетки обрабатываемого материала.

Теплота, образующаяся при шлифовании, поглощается в основном обрабатываемой деталью (60–86%), абразивным кругом (10–13%) и стружкой (до 30%). Средняя температура детали изменяется в пределах 20–350 °С, контактная — в пределах 200–1000 °С и мгновенная — от 1000 °С до температуры плавления обрабатываемого материала.

Под шлифовочным прижогом понимается местное изменение структуры поверхностного слоя обрабатываемой детали, возникающее в результате высоких мгновенных температур и интенсивного выделения теплоты на малых участках поверхностного слоя. Своеобразные тепловые удары приводят к изменению физико-механических свойств в поверхностном слое.

Образование трещин в металле сварных соединений под влиянием абразивной обработки происходит следующим образом. При абразивной обработке наплавленного металла теплофизическая обстановка складывается из взаимодействия между абра-

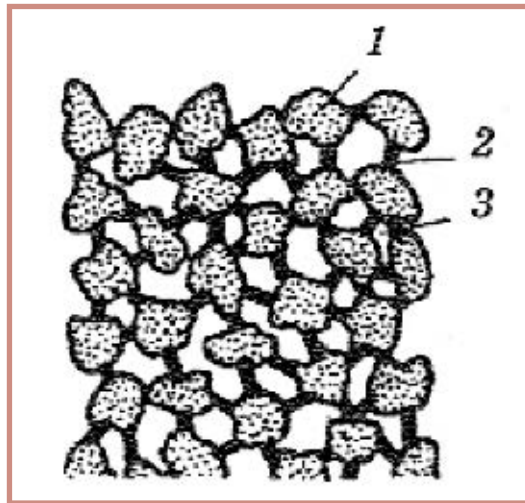
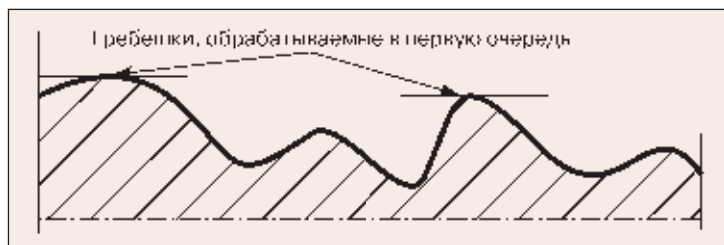


Рис. 2. Структура шлифовального круга: 1 — зерна абразива; 2 — связка; 3 — поры

Таблица. Сравнение силовых характеристик при обработке абразивным и лезвийным инструментом

Способ резания	Удельная работа резания, кДж/см ³	Удельная сила резания, МПа
Шлифование	55–70	100 000–200 000
Точение	0,5–0,7	2000–2500
Сверление	–	3000–3500
Фрезерование	5,0–7,5	5000–7000



зивным кругом и выступами обрабатываемого металла, которые являются дискретными источниками теплоты (рис. 3). Высокие мгновенные температуры, развивающиеся при абразивной обработке наплавленного металла, приводят к появлению прижогов, о чем свидетельствуют островки цветов побежалости на обрабатываемых поверхностях.

Причины прижогов:

- завышенный режим обработки, вызывающий высокую нагрузку зерен абразивного круга на обрабатываемый металл и интенсивный его нагрев;
- неправильно выбранный (слишком твердый) абразивный круг, также развивающий чрезмерно высокую нагрузку абразивных зерен на обрабатываемый металл;
- сильное затупление («засаливание») рабочей поверхности абразивного круга металлической стружкой;
- биение абразивного круга.

Рис. 3. Оценка теплофизической обстановки при абразивной обработке наплавленного металла

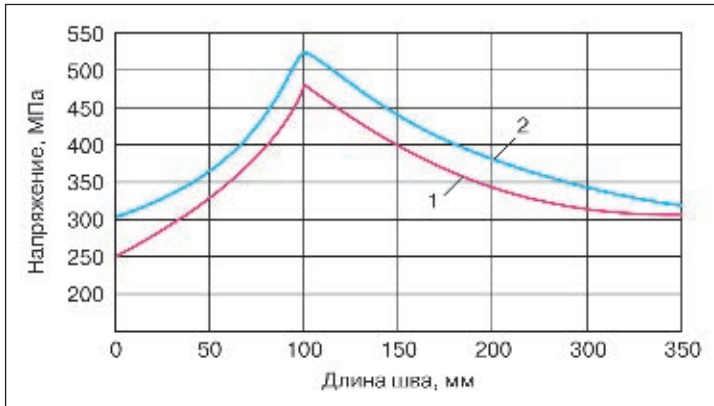
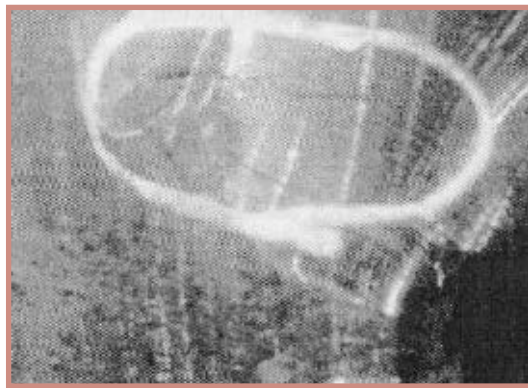


Рис. 4. Изменение напряженного состояния на поверхности шва: 1 — до обработки абразивным кругом; 2 — после обработки абразивным кругом

Рис. 5. Трещина в низкоуглеродистом низколегированном шве из стали 14Х2ГМРЛ бейнитомартенситного класса (электроды Э70), $\times 3$



Дисбаланс абразивного круга вызван его неодинаковой плотностью, эксцентричностью расположения посадочного отверстия по отношению к положению установки в шлифовальной машинке, а также степенью его изношенности.

Управлять термодформационным процессом только за счет кругов разной зернистости при ручной обработке крайне сложно, поэтому выбор твердости шлифовальных кругов имеет большое значение. При правильном выборе твердости круга зерна по мере затупления самопроизвольно выкрашиваются, обнажая новые острые зерна, т.е. идет процесс самозатачивания. При слишком высокой или низкой твердости круга этот процесс отсутствует, поэтому происходит «засаливание» его рабочей поверхности, способствующее резкому возрастанию контактных температур.

Теоретические расчеты показывают, что абразивная обработка вызывает повышение напряжения поверхностного слоя до 800–1000 МПа. Практические измерения подтверждают факт повышения напряжения в поверхностных слоях (рис. 4).

Итак, причиной образования трещин в металле, наплавленном электродами типа

Э50А, является локальный нагрев отдельных участков до температур выше фазовых превращений и последующее их резкое охлаждение. Совместные с ИЭС им. Е.О. Патона (канд. техн. наук В.Г. Васильев) исследования свариваемости низкоуглеродистых сталей показали, что при больших скоростях охлаждения в зоне термического влияния возможно образование закалочных структур. Абразивная обработка повышает уровень остаточных напряжений. Гипотетически можно предположить, что замедленное образование трещин связано с диффузией водорода из основного металла (в частности, отливок, где распределение остаточного водорода носит крайне неоднозначный характер) по механизму диффузии под напряжением.

В процессе ручной абразивной обработки наплавленного металла нагрузка носит переменный характер, при этом чередуются деформации сжатия и растяжения, что может привести к разрыву кристаллических связей и образованию микротрещин. Раскрытие и смыкание берегов микротрещины приводит к ее росту до трещины.

Образование трещин в швах, выполненных электродами Э70, можно связать с механизмом замедленного разрушения (наличие хрупких структур, высокий уровень остаточных напряжений). Как правило, прямолинейный характер трещин (рис. 5) свидетельствует об участии в их образовании и развитии водорода.

Как известно, шлифование может быть сухим и мокрым (например, шейки прокатных валков из стали 45Х5МФ, 9Х2МФ и др.). Образование трещин в наплавленном металле после удаления дефектов типа зарезов с помощью ремонтной сварки можно объяснить следующим образом. Для снижения температуры мест обработки и повышения чистоты обрабатываемой поверхности в ряде случаев применяют смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС), которые оказывают на обрабатываемый металл режущее и пластифицирующее действия. Под режущими свойствами СОТС понимают их способность облегчать разрыв связей в обрабатываемом металле при внедрении инструмента. Пластифицирующее действие СОТС заключается в облегчении пластического деформирования металла за счет их локализации в тонких поверхностных слоях. Это может вызвать эффект П.А. Ребиндера. Он заключается в снижении прочности твердых тел в адсорбцион-

но-активной среде вследствие физических и химических взаимодействий в поверхностном слое. Молекулы адсорбированных на поверхности веществ обладают высокой активностью. Они подвижны и стремятся растечься тонким слоем. Распространяясь по поверхности, эти молекулы проникают в микротрещины. Вглубь из-за недостаточной ширины щели молекулы проникнуть не могут, поэтому они расклинивают трещины (рис. 6), что равноценно действию приложенных к телу дополнительных растягивающих усилий. Чем уже щель, тем сильнее расклинивающее действие (оно может составлять до 150 МПа); эффект заметен при ширине трещины не более 0,1 мкм.

При попадании СОТС в зону предельно деформированного срезаемого слоя возможно распадение на атомы азота, водорода и кислорода, которые внедряются в кристаллическую решетку наиболее сильно деформированных зерен металла. В результате металл упрочняется и переходит в хрупкое состояние.

Два твердых тела — шлифовальный круг и деталь, перемещающиеся с высокой скоростью относительно друг друга (30 м/с и более), и малая толщина слоя охлаждающей жидкости (0,005–0,025 мм) образуют гидравлический клин. Он, в свою очередь, вызывает явление кавитации и сопровождающие ее явления. В расширяющейся части гидравлического клина развивается разрежение и образуются кавитационные пузырьки. При их захлопывании генерируется волна, которая вызывает ударное взаимодействие жидкости и твердого тела. Давление в окрестности пузырька достигает 200–350 МПа, а температура 1000–1200°C. При контакте бесчисленного множества пузырьков жидкости с поверхностью тела на последней могут образоваться микротрещины.

Измерение глубины поверхностных трещин токовихревым дефектоскопом показало, что их глубина находится в пределах 0,1–2 мм (рис. 7).

В механике разрушения трещины подобной конфигурации (отсутствие плоскодеформированного состояния в ее острие и др.) относятся к малым или коротким трещинам и расчетам условий их нестабильного роста не поддаются.

Трещины следует оставлять при холодной сварке изделий из серого чугуна. Включения пластинчатого графита в основном металле являются трещиноподобными дефектам. К тому же, наличие отбела в зонах

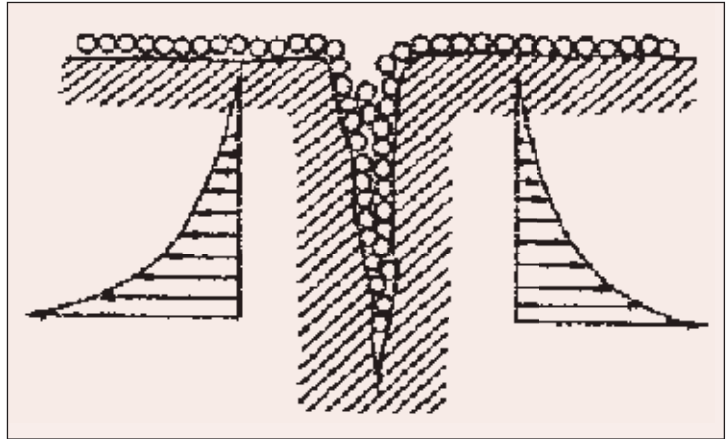


Рис. 6. Эпюра расклинивающих напряжений в микротрещине

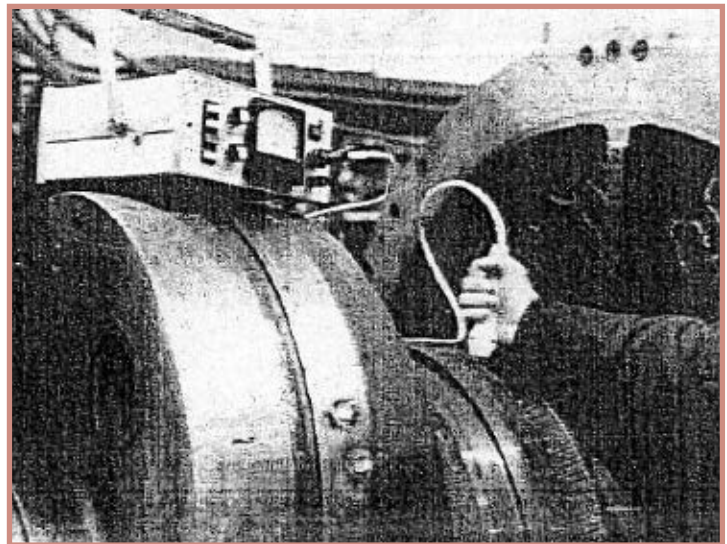


Рис. 7. Измерение глубины трещины в многопроходном шве вала эксцентрика после его обработки абразивным инструментом

термического влияния значительно усложняет проблему удаления этих трещин.

Трещины в стальных изделиях допускаются в местах воздействия малых нагрузок.

Применение электродов типа Э50А для заварки устраненных дефектов литейного и другого характера обеспечивает высокую вязкость разрушения. Абразивные трещины не получают развития, так как освобожденной энергии недостаточно для образования новых поверхностей.

Абразивные трещины можно заварить без их удаления. Для этой цели сила тока должна быть такой, чтобы обеспечить проплавление металла, более полное, чем глубина трещин.

Понимание природы образования трещин, образующихся при абразивной обработке наплавленного металла после ремонтной сварки, позволяет грамотно подходить к выполнению ремонтных работ. ● #703



Оборудование для сварки нефте-газопроводов и других ответственных конструкций.



Выпрямители ВДУ-306МТ и Урал-мастер 300 обеспечивают:

- предварительную плавную настройку и автоматическую стабилизацию сварочного тока;
- возможность использования в тяжелых трассовых условиях;
- защиту от оседания пыли (полностью герметичные печатные платы);
- возможность использования с сетевым кабелем большой длины;
- плавное (в том числе дистанционное) регулирование тока во всем диапазоне;
- ограничение напряжения холостого хода;
- форсирование тока короткого замыкания;

- защиту от прилипания электрода;
- индикацию параметров сварки на цифровом дисплее;
- автосохранение параметров сварки при отключении питания;
- устойчивость к вибрационным нагрузкам.

Аппараты предназначены для питания одного поста ручной дуговой сварки электродом с любым типом покрытия.

Выпрямители рекомендуются использовать для сварки неповоротных стыков труб нефте- и газопроводов, и других ответственных конструкций.



Частотный постовой регулятор ЧПР-315 УРАЛ предназначен для регулирования сварочного тока одного поста ручной дуговой сварки в многопостовой системе, работающей от источника типа ВДМ (взамен балластного реостата).

- микропроцессорное управление высокочастотным силовым транзистором;
- плавное регулирование тока во всем диапазоне (в том числе дистанционное);
- стабилизация сварочного тока при колебаниях напряжения на выходе выпрямителя при смене режима работы других постов;
- плавная настройка форсирования тока короткого замыкания.

Технические характеристики:	ВДУ-306МТ	Урал-мастер 300	ЧПР-315
Напряжение питающей сети, В	3 x 380	3x400	50-85
Номинальный сварочный ток, А	315 (ПН-100%)	300 (ПН-60%)	315(ПН-100%)
Номинальное сварочное напряжение, В	32	32	32
Пределы регулирования сварочного тока, А	30-350	6-300	40-315
Габаритные размеры, мм	710 x 670 x 750	560x210x400	400x195x335
Масса, кг.	180	24	11,5

Оборудование аттестовано ООО "Газпром ВНИИГАЗ" и ОАО "АК "Транснефть".

Завод сварочного оборудования ЗАО "УРАЛТЕРМОСВАР"

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

Выставочные салоны-магазины "МИР СВАРКИ"

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

СВАРОЧНЫЕ АППАРАТЫ

ФОРСАЖ INVERTER

от лидера российского
авиаприборостроения



(4912) 29-84-53 подробнее на сайте форсаж.рф



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
РЯЗАНСКИЙ
ПРИБОРНЫЙ ЗАВОД

Универсальный однофазный
сварочный инвертор
ФОРСАЖ-200ПА
для полуавтоматической сварки



- ▶ 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 "Изотерм"
г. Калининград,
ул. Орудийная, 105
тел./факс (4012) 59 75 81

ООО НПП СварТехно
398007 г. Липецк, ул. Студеновская, 126
Телефоны:
(4742) 28-45-45; 27-37-36
info@svartehno.ru; svartehno@bk.ru

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

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

most
GOLD



RYWAL RHC

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

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

Универсальный сварочный аппарат ФОРСАЖ-200ПА

Казалось бы, что может быть общего между сложнейшими радарными для истребителей 5-го поколения, бортовой вычислительной техникой и сварочным оборудованием? Но этот вопрос отпадает, когда речь идет о крупнейшем отечественном предприятии — Государственном Рязанском приборном заводе. Более 20 лет лидер российского авиаприборостроения успешно использует технологии двойного назначения для создания современной и востребованной на рынке гражданской продукции.

Торговая марка ФОРСАЖ стала визитной карточкой предприятия на рынке сварочного оборудования России и стран СНГ. В своей работе специалисты предприятия опираются на современные достижения силовой электроники, взаимодействуя с ведущими научными институтами и организациями, занимающимися исследовательской и прикладной деятельностью в сфере сварочного производства. Практическая отработка новых идей осуществляется на промышленных предприятиях разного профиля. Для удобства потребителей создана широко разветвленная дилерская сеть, техническую поддержку оказывают 25 сервисных центров в разных регионах России и в Республике Беларусь. Десятки модификаций сварочного оборудования ФОРСАЖ успешно используются практически во всех

отраслях промышленности, нефтегазовом комплексе, в строительстве и ЖКХ. Модельный ряд постоянно совершенствуется и расширяется путем модернизации и выпуска новых изделий.

Новая линейка сварочных аппаратов ФОРСАЖ, выполненных с использованием самых современных электронных компонентов, включает разные модели оборудования для ручной дуговой сварки покрытыми электродами, для механизированной аргодуговой сварки на токах 160–500 А.

Одна из последних новинок — сварочный аппарат ФОРСАЖ-200ПА.

Универсальный однофазный сварочный аппарат ФОРСАЖ-200ПА предназначен для механизированной сварки (режим MIG/MAG) в среде инертных и активных газов и их смесей деталей из углеродистых и легированных сталей сварочной проволокой диаметром от 0,6 до 1,0 мм. Используется также для ручной дуговой сварки (режим ММА) покрытыми плавящимися электродами любой марки диаметром 1,6–5,0 мм при дуге, образованной постоянным током, регулируемым в диапазоне 15–200 А.

Аппарат выполнен в виде моноблока со встроенным 2-роликковым механизмом подачи проволоки фирмы Coortim (Венгрия)



Технические характеристики

ФОРСАЖ-200ПА:

Электропитание

(однофазная сеть), В. 220 (50 Гц)

Основной режим работы. MIG/MAG

Дополнительный режим работы. ММА

Диаметр электродной проволоки, мм. . 0,6–1,0

Диаметр электрода, мм. 0,6–5,0

Диапазон регулирования выходного

напряжения в режиме MIG/MAG, В. . . 14–28

Диапазон регулирования сварочного

тока в режиме ММА, А. 15–200

Напряжение холостого хода, В 65–100

Нагрузка, %, при сварочном токе, А:

140. 100

160. 80

200. 40

Максимальная электрическая

мощность сети питания, кВ·А. 11

Габаритные размеры, мм 475×320×310

Масса, кг. 12,5

Рабочий диапазон температуры

окружающей среды, °С –20...+40

Степень защиты IP21

под катушку диаметром 200 мм. В конструкции аппарата достигнута оптимальная степень сочетания малой массы и габаритных размеров с высокими техническими характеристиками и широкими функциональными возможностями.

Аппарат обеспечивает стабильные сварочные свойства при снижении напряжения питания сети до 140 В при работе с электродами диаметром до 3,0 мм и сварочной проволокой диаметром 0,6 мм.

Инвертор имеет возможность настройки параметров сварки под конкретную деталь с сохранением их в памяти аппарата. Это позволяет обеспечить высокую производительность сварочных работ и хорошее качество конечного результата, а также значительно упростить сам процесс сварки и снизить влияние человеческого фактора.



Как и в других моделях, в сварочном полуавтомате ФОРСАЖ-200ПА реализована функция автоматического управления работой вентилятора, который включается в случае превышения допустимой температуры на ключевых элементах. Это позволяет значительно снизить энергопотребление и попадание пыли внутрь сварочного аппарата.

Основные преимущества:

- универсальность;
- формирование качественного шва;
- возможность осуществления продолжительного цикла работ;
- электронная стабилизация выходных параметров;
- малое энергопотребление.

Функциональные возможности:

- установка и контроль сварочного тока и напряжения по цифровым индикаторам;
- режимы управления от горелки — двухтактный и четырехтактный;
- регулировка времени продувки газа до сварки и после нее, растяжки дуги в режиме MIG/MAG;
- регулировка скорости нарастания тока К.З. (электронная индуктивность) в режиме MIG/MAG;
- хранение в памяти четырех пользовательских программ в режиме MIG/MAG;
- функции Arc Force, Hotstart, Antistick в режиме ММА;
- запись в память фактических значений выходного тока и напряжения;
- автоматическое сохранение настроек сварочного инвертора после 1 мин устойчивой работы;
- автоматическое отключение при перепадах напряжения сети;
- автоматическая защита при перегреве и аварии;
- работа от передвижных электростанций мощностью не менее 14 кВ·А;
- возможность TIG-сварки при использовании специальной горелки.

Сварочный полуавтомат-моноблок ФОРСАЖ-200ПА несомненно стал достойным дополнением линейки однофазного сварочного оборудования, производимого на Государственном Рязанском приборном заводе. ● #704

Публикуется на правах рекламы.

Государственный Рязанский приборный завод
ул. Семинарская, 32, г. Рязань, 390000, РФ
Тел.: (4912) 298–453, факс: 298–516
info@grpz.ru, www.grpz.ru

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». Трём 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°C (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; $J_{\text{H}}^{\text{N}_2}$ — 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 40X 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

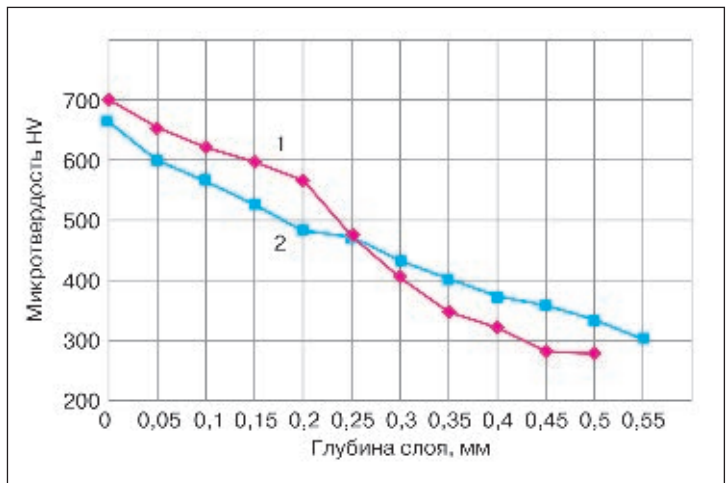


Рис. 4. Распределение микротвердости по глубине упрочненных слоев для сталей 25ХГТ (1) и 40X (2)

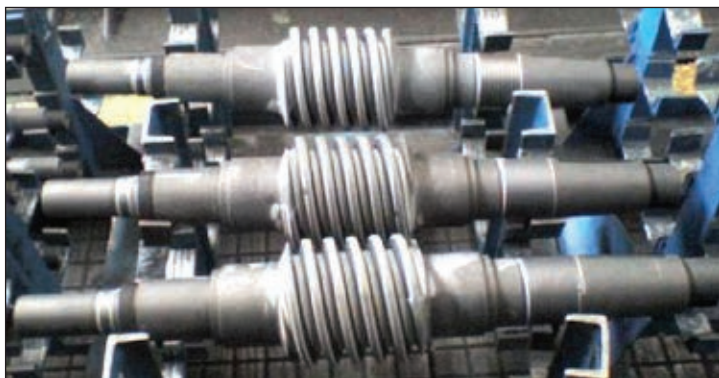


Рис. 5.
Детали типа
«червяк»
после ИПА

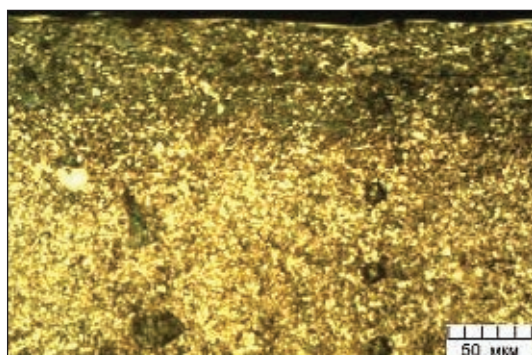


Рис. 6. Микроструктура стали 40X после предварительной термообработки и ионно-плазменного азотирования при температуре 515°С в течение 14 ч



Рис. 7.
Комплекс
оборудования
для обез-
жиривания
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 «микродуговую» стадию очистки поверхности деталей в разряде при разогреве садки до рабочей температуры и обеспечивает формирование однородного упрочняющего слоя по поверхности деталей.

● #705

Установка для автоматической дуговой сварки кольцевых швов гидроцилиндров

В конструкции гидроцилиндра, как правило, имеются кольцевые соединения «корпуса» с «крышкой» (рис. 1) и «проушины» со «штоком» (рис. 2). Предприятием «НАВКО-ТЕХ» (Киев) создана установка АС305-1М (рис. 3) для дуговой автоматической сварки плавящимся электродом в смеси газов на основе аргона поворотных кольцевых швов таких соединений длиной от 70 до 2 000 мм и диаметром от 40 до 160 мм.

Особенности установки:

- быстрая наладка для сварки изделий разных типоразмеров;
- возможность выполнять сварку с колебаниями горелки (плавная регулировка амплитуды и частоты, остановка в среднем положении);
- высокая надежность и ремонтпригодность.

Последовательность работы на установке:

1. Ручная загрузка свариваемых деталей с зажимом «корпуса» (или «штока») в патроне с опорой его на один (или два) суппорта и фиксация «крышки» (или «проушины») пневмоприжимом.

2. Нажатие оператором кнопки «Пуск», после чего в автоматическом режиме выполняются следующие операции:

- опускание горелки в начало шва;
- зажигание дуги при неподвижном изделии;
- вращение изделия со сварочной скоростью и с регулируемым перекрытием начала и конца шва,



Рис. 1. Кольцевой шов соединения «корпуса» с «крышкой» гидроцилиндра



Рис. 2. Кольцевой шов соединения «проушины» со «штоком» гидроцилиндра

а также с колебаниями (при необходимости) горелки;

- заварка кратера и гашение дуги;
- подъем горелки;
- возврат всех механизмов в исходное положение.

3. Ручная выгрузка сваренного изделия.

Установка АС305-1М изготовлена по заказу и эксплуатируется на ООО «Гидросила-ТЕТИС» (Мелитополь, Запорожская обл.).

С более подробной информацией о предприятии «НАВКО-ТЕХ» и описанием выпускаемого им оборудования для автоматической и роботизированной дуговой сварки можно ознакомиться на сайте: <http://www.navko-teh.kiev.ua>.

● #706

Публикуется на правах рекламы.



Рис. 3. Внешний вид установки АС305-1М

Защитные сварочные ограждения рабочих зон — защита от излучения при сварке и резке

О.В. Таланцев, ООО «ДельтаСвар» (Екатеринбург)

Сварка как технологический процесс представляет серьезную опасность для здоровья человека. С одной стороны, пагубное влияние оказывают сварочные дымь, с другой — сварочное излучение. Правда, сварщика защищают специальная маска и одежда. Однако остальной занятый на производстве персонал такой защиты лишен и постоянно пребывает под опасным излучением и подвергается пусть и временному, но все же ослеплению. Если кратковременное воздействие ультрафиолетового и инфракрасного излучения вызывает воспаление слизистой оболочки органов зрения, то длительное облучение в течение рабочей смены приводит к помутнению хрусталика (катаракте) и прочим тяжелым поражениям глаз. Могут также возникнуть заболевания кожных покровов, которые ведут к образованию различных опухолей.

Для того чтобы сварочный процесс полностью соответствовал нормам безопасности труда, необходимо создать на производстве соответствующие условия. Так, **ООО «ДельтаСвар» предлагает оградить сварочные зоны гибкими сварочными экранами и перегородками** со сварочными занавесками, благодаря которым производственные площади используются оптимально.



Защитный сварочный экран



Сварочные перегородки со шторами



Сварочные перегородки со шторами и жалюзиными занавесками

Они позволяют в случае необходимости с легкостью изменить планировку рабочих зон.

Немаловажную роль играет и полупрозрачный материал, из которого ограждения изготовлены. Это обстоятельство не только позволяет контролировать процессы внутри зоны и придает работе сварщика больше комфорта и безопасности, у него исчезает ощущение замкнутого пространства.

К таким сварочным ограждениям, изготавливаемым из огнестойкого ПВХ, предъявляются определенные требования. Они должны:

- задерживать вредное сварочное излучение;
- обладать продолжительным сроком эксплуатации;
- не воспламеняться и не поддерживать горение;
- отличаться стойкостью к появляющимся при сварке и шлифовке искрам.

Защитные ограждения — в ассортименте. Мы предлагаем самые современные защитные ограждения для использования в сварочном производстве:

- защитные сварочные шторы, ограждающие большие пространства;
- защитные сварочные полосы, ограничивающие постоянные и временные проходы и проезды;
- шторы и полосы различных типоразмеров для оптимальной планировки любой защитной конструкции;

- различные цветовые решения (красный цвет, темно-красный, темно-зеленый матовый).

Шторки сварочные и жалюзи. Их назначение — оградить рабочее место сварщика, защитив при этом окружающих от прямого и отраженного инфракрасного и ультрафиолетового излучения, возникающего в процессе сварки, строжки, резки. С их помощью ограждают участки, требующие от защитной конструкции повышенной механической прочности. Скажем, зоны, где ведутся интенсивные работы или проходят люди.

Экраны сварочные мобильные. Применяются для ограждения небольших рабочих мест или временных участков сварки. Обеспечивают защиту персонала от прямого и отраженного инфракрасного и ультрафиолетового излучения.

Перегородки и ограждения. Сфера их применения: организация одиночных рабочих мест; разграничение цехов на обособленные рабочие зоны. Ограждения и перегородки со сварочными шторками защищают персонал цехов от прямых и отраженных инфракрасных и ультрафиолетовых лучей, а перегородки и ограждения со шторками, имеющими теплозащитные свойства, — от воздействия высоких температур, огня и т. д.

Европейский стандарт. Шторки изготавливаются согласно европейскому стандарту EN 1598, разработанному в Германии. Он устанавливает требования безопасности не только для сварочных занавесок, но и для полос и экранов. Все шторки применяются для разделения рабочих мест на производствах, где используется дуговая сварка.

Шторки, экраны и полосы, разработанные согласно немецкому стандарту, должны защищать



Сварочные перегородки с жалюзиными занавесками



Рабочие зоны для сварочных работ



Рабочие зоны для сварочных работ

людей от сварочных брызг и вредного излучения сварочной дуги. Но при этом следует помнить, что они не могут заменить средства индивидуальной защиты сварщика — маски, защитную одежду и пр. Поэтому на расстоянии менее двух метров для просмотра сварочной дуги необходимо использовать специальные маски.

Стандарт EN 1598 не распространяется на сварочные процессы с лазерным излучением. Для достижения большего комфорта и при разделении зон смежных работ необходимо использовать темные шторы либо экраны.

Рабочая зона «под ключ». Чтобы задачи по защите от вредного излучения при сварке и резке решались на надлежащем уровне, нужна помощь квалифицированных специалистов, которыми располагает сегодня ООО «ДельтаСвар». Они не только создадут на вашем производстве зону здоровья, свободную от вредного влияния сварки, но и спроектируют рабочую зону сварщика с последующим монтажом «под ключ».

Наша компания использует только качественное оборудование и защитные материалы немецкого производства. Более подробная информация размещена на сайте «ДельтаСвар». Можно также напрямую обращаться к нашим специалистам, которые с удовольствием и со знанием дела ответят на все вопросы. ● #707

Публикуется на правах рекламы.

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

«СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ» в рамках выставки



СТАНКОСТРОЕНИЕ

15-18 октября 2013 Крокус Экспо, Москва

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



Тематика выставки:

- Оборудование для термической обработки (сварки, резки, пайки, наплавки);
- Оборудование для термической газовой и плазменной резки металла;
- Лазерная сварка, резка, наплавка;
- Дуговая и аргонная сварка металла;
- Контактная сварка. Оборудование и технологии;
- Клепка металла и других материалов. Оборудование, технологии, материалы;
- Ковка металла. Оборудование для создания неразъемных соединений.

Современное оборудование от ведущих компаний

Организатор
выставки:



ООО «Райт Солюшн» +7 (495) 988-27-68

info@stankoexpo.com www.stankoexpo.com

Генеральный информационный партнер

СТАНОЧНЫЙ ЦАРК

12-я международная специализированная выставка
**МАШИНОСТРОЕНИЕ.
МЕТАЛЛООБРАБОТКА.**
Казань

8-я специализированная выставка

ТехноСварка

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>

11-13
сентября
2013

www.expomach.ru
www.svarkaexpo.ru





weldex

РОССВАРКА

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:



Три поддержке:

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

При содействии:



Генеральный
информационный партнер:





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

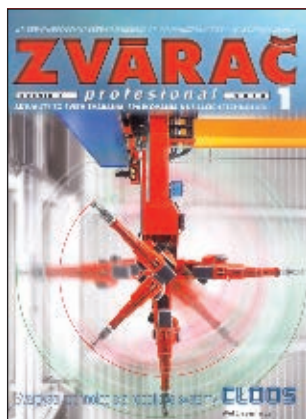
M. Blicharski. Микроструктурные изменения в сварных соединениях разнородных материалов, используемых в энергетике

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

Международное общество сварки GSI расширяет контакты с Россией

Международное общество сварки GSI является союзом сварочно-технических учебных центров в Германии и на международном уровне. GSI «сопровождает» производителей, поставщиков сварочной продукции или услуг из Германии и Европы на пути их продвижения на международные рынки, в том числе в Россию. В первую очередь, это касается квалификации, аттестации и сертификации персонала, технологий и предприятий, занятых в области сварки.

Сварочно-технический учебно-экспериментальный центр земли Мекленбург Передняя Померания (SLV M-V) и внешний филиал Международного общества сварки GSI SLV Baltikum OU освоили и развивают сеть контактов с Россией между предприятиями, учреждениями и специалистами в области сварки.

Убедительным доказательством контактов с Россией является полугодовой проект подготовки сварщиков в соответствии с европейскими, международными и российскими стандартами, выполненный по заказу одного из известных производителей рельсового подвижного состава Германии. Еще одним подтверждением является то, что более 15 российских производителей железнодорожного транспорта и его компонентов были сертифицированы в соответствии с требованиями стандарта EN 15085. Готовится проект создания в России совместного российско-германского Центра обучения в области сварки железнодорожного транспорта.

Международное общество сварки всесторонне поддерживает обмен новыми разработками и технологиями между немецкими и российскими предприятиями. Представители GSI выступают с докладами на актуальные темы, например, на конференции СРО НП НАКС в рамках очередной выставки «Сварка и резка» в Москве, на конференции IV Международного железнодорожного салона или на выставке «НЕВА» в Санкт-Петербурге.

Рабочие встречи придают сотрудничеству между GSI и представителями российской стороны большую эффективность и заинтересованность. В апре-

ле в Ростове состоялась встреча делегации НАКС с генеральным директором GSI др. К. Миддельдорф. На встрече обсуждались совместные проекты. Во время встречи генеральному директору СРО НП НАКС А. Прилуцкому был передан сертификат соответствия системы менеджмента качества требованиям стандарта ИСО 9001 для головного предприятия НАКС в Москве, подтвержденный сертификационным органом Германии DVS ZERT e.V. На будущее намечены дальнейшие проекты сертификации систем сварочно-технических требований к качеству сварки по ИСО 3834 или менеджмента качества ИСО 9001.

Еще одним значительным элементом сотрудничества является признание систем качества по требованиям российских и международных стандартов. В связи с этим российскими аудиторами был проведен очередной успешный сертификационный аудит в единственном в Европе Аттестационном центре НАКС при центре SLV M-V в Ростове. Здесь европейские предприятия могут получить необходимые допуски по опасным техническим объектам до выхода на российский рынок. С другой стороны, руководитель лаборатории испытания материалов аккредитованного органа SLV M-V посетила с рабочим визитом Центральную заводскую лабораторию Тверского вагоностроительного завода. Цель визита — оценка степени применения гармонизированных стандартов в области неразрушающего контроля и механических испытаний для успешного проведения совместных проектов.

Международное общество сварки GSI вносит вклад в дело развития сварки в России. НАКС и GSI совместно работают над тем, чтобы всестороннее развитие сварки в недалеком будущем коснулось и выпускников сварочно-технических кафедр российских университетов. Как подчеркнул президент СРО НП НАКС академик РАН Н.П.Алешин, это важное перспективное направление, воспользоваться которым смогут предприятия среднего и малого бизнеса России и Германии.

● #708

News GSI SLV. 01/2013



Вручение сертификата по ИСО 9001
головному предприятию СРО НП НАКС



Рабочий визит руководителя лаборатории
SLV M-V на ЦЗЛ ТВЗ, Тверь

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 эмиссию (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, ультразвука и инфразвука» 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 третьооктавных 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
Низкочастотный	Колебания частотой от $1,2 \cdot 10^4$ до $1,0 \cdot 10^5$ Гц передаются человеку воздушным или контактным путем
Высокочастотный	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 приво-

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	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
		Превышение ПДУ, дБ				
Ультразвук контактный: пиковые уровни виброскорости в октавных полосах частот, дБ	до 10	11–20	21–30	31–40	>40	
	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.

дуть к значительному росту хронической 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. ● #709



ООО «Северсталь-Проект» признан лучшей организацией по охране труда

ООО «Северсталь-Проект» (входит в состав дивизиона «Северсталь Российская Сталь») признан победителем ежегодного областного межотраслевого смотр-конкурса на лучшую организацию работы по охране труда. Смотр-конкурс был организован Департаментом труда и занятости населения в Вологодской области совместно с Государственной инспекцией труда, Вологодским региональным отделением Фонда социального страхования РФ и областной Федерацией профсоюзов. Победителей определяют в нескольких номинациях.

Победу в смотре-конкурсе в номинации «Лучшая организация по охране труда» коллективу ООО «Северсталь-Проект» обеспечило соответствие предъявляемым требованиям, в числе которых состояние производственного травматизма, аттестация рабочих мест, обеспечение работников средствами индивидуальной защиты, страхование работников от несчастных случаев и другие — всего более 20 критериев оценки. «В 2012 г. на предприятии проведена аттестация 100% рабочих мест, реализована программа мероприятий, направленных на улучшение социально-бытовых условий сотрудников, — комментирует итоги работы в области охраны труда генеральный директор ООО «Северсталь-Проект» А. Хмелев. — Самым главным достижением считаем тот факт, что прошлый год, как и 2011-й, мы отработали без травм».

Организационным комитетом смотр-конкурса была отмечена также большая работа ООО «ССМ-Тяжмаш» (машиностроительный актив дивизиона «Северсталь Российская сталь») по вопросам охраны труда, а также качество подготовки материалов, представленных на конкурс.

ООО «Северсталь-Проект» — генеральный проектировщик ОАО «Северсталь». Образовано 1 марта 2005 г. Осуществляет весь комплекс проектных работ, начиная со стадии подготовки ТЗ, предпроектной проработки. Принимает участие в разработке стратегической инвестиционной программы дивизиона. Располагает коллективом высококвалифицированных специалистов в области металлургии, электрики, энергетики, архитектурного проектирования. К 2012 г. численность работников компании составила 367 человек.

www.prometal.com.ua



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



ПАТОН ЭКСПО
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЫСТАВКИ

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЫСТАВКИ ПАТОН ЭКСПО 2013



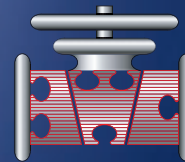
Киев

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 Ї Н И
Национальная
акционерная компания
«Нафтогаз Украины»



Общество сварщиков
Украины



Асоціація
промислового
арматуростроєння
України



Українське Товариство
неразрушаючого
контролю та технічної
діагностики



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 LABComPIEX
- 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

5-я Международная выставка «Сварка. Резка. Наплавка 2013»

25–28 июня 2013 г. на территории ЦВК «Экспоцентр» в Москве была проведена 5-я Международная выставка «Сварка. Резка. Наплавка 2013» (Russia Essen Welding & Cutting 2013). Организаторы выставки – Messe Эссен ГмбХ и ООО «Мессе Дюссельдорф Москва».

Специализированная выставка «Сварка. Резка. Наплавка» дочернее мероприятие отраслевой выставки Schweissen & Schneiden (Германия) уже давно прочно заняла свое место в России и наряду с аналогичными

форумами в Бразилии, Китае и Индии она является одной из крупнейших в мировом масштабе. Именно российский рынок предлагает огромные возможности: экономика Российской Федерации ориентирована на рост, высока потребность в новаторских изделиях и технологиях, на которые направляются весомые инвестиции. На развивающемся рынке России эта выставка предлагает хорошие возможности для заключения успешных сделок и в то же время придает важные импульсы всей сварочно-технической отрасли.

Вот уже пятый раз этот международный специализированный форум проходит в Москве. За прошедшие годы выставка стала заметным и значимым событием в жизни мирового сварочного сообщества, завоевала заслуженный авторитет как среди экспонентов, так и среди специалистов сварочного производства.

Пятый год Национальное агентство контроля и сварки (НАКС) совместно с Немецким сварочным обществом (DVS) традиционно проводит в рамках выставки Научно-практическую конференцию «Сварка – взгляд в будущее». Тематика конференции



в этом году была посвящена вопросам разработки и применения инновационного сварочного оборудования, сварочных материалов, созданию и внедрению на их основе новых сварочных и родственных технологий, проблемам гарантийного и сервисного обслуживания, требованиям производителей сварочных работ к сварочному оборудованию и материалам.

Выставка «Сварка. Резка. Наплавка» и конференция «Сварка — взгляд в будущее» не только являются площадкой для демонстрации лучших достижений и перспективных разработок в области сварки и родственных технологий, но и предоставляют уникальную возможность для открытия новых горизонтов взаимодействия представителей бизнеса, науки, государственных структур и международной кооперации.

Экспоненты со всего мира в 2013 г. показали обширную программу продукции и технологий, включающую все аспекты сварки, резки и наплавки.

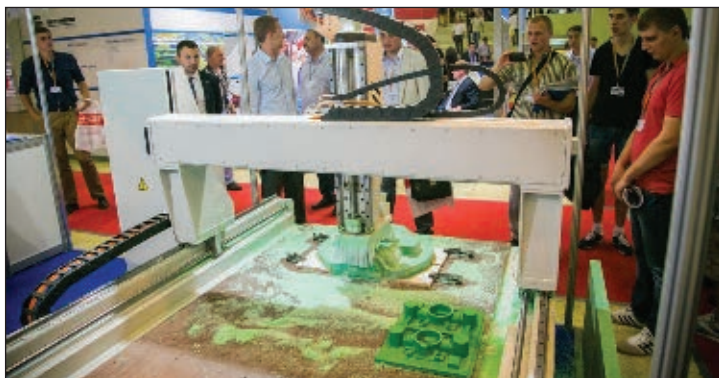
Компании-участницы выставки показали на своих стендах новейшую продукцию и технологии. Россия была представлена на выставке следующими компаниями: «Шторм», «НТЦ Автоматизированная сварка», «Вектор Групп», «Высокие технологии в промышленности», «Интертехприбор М», НПФ «ИТС», «ИТС-Инжиниринг», «Линде Газ Рус», «Лит Трейдинг», «Национальное Агентство Контроля Сварки» (НАКС), «Сварог», «ТД МПТК», «Центр Оптимальных Технологий» (ЦОТ) и др. Украину представлял «ОЗСО ИЭС им. Е.О. Патона».

Традиционно на выставке было много стендов компаний из Германии, других стран Европы и США: DVS — German Welding Society, Eurotechprom, Ing. Grimm Schweisstechnik, As Scholer+ Bolte, GSI-Gesellschaft, GSI SLV Baltikum, IHT Automation, Carbo-Weld, Lukas-Erzett, Messe Essen, Automa 2000 (Италия), Kovaco (Словакия), Milco Manufacturing Company (США) и др.

Широко был представлен Китай: компании Beilun Futuo Mechinal Tools Co, Changzhou Wittler Welding and Cutting Machinery Co, Hangzhou Kaiherda Electric Welding Machine Co, Jiangsu Sunshine Industrial Co, Termmei Torch & Tip Company, Jinan Huaao Electric Welding Machine Co, Changzhou Huarui Welding and Cutting Machinery Co, Wuxi Yincheng Science & Technology Co, Shanghai Huawei Welding & Cutting Machine Co и др.



Одновременно с этой выставкой в ЦВК «Экспоцентр» были проведены крупнейшие в своих сегментах выставки: «Проволока Россия / Wire Russia 2013» (Международная выставка оборудования для производства и обработки проволоки, кабеля и метизов), «Металлургия — Литмаш 2013» (Международная выставка машин, оборудования, технологий и продукции металлургической промышленности), «Трубы Россия 2013» (Международная выставка трубной промышленности и трубопроводов), а также «Алюминий/Цветмет 2013» (Международная выставка по алюминию, цветным металлам, материалам, технологи-



ям и продукции). Организаторы выставок — Messe Эссен ГмбХ и ООО «Мессе Дюссельдорф Москва» — обеспечили экспонентам и гостям высокий профессиональный уровень мероприятий.

Выставка «Проволока Россия / Wire Russia» является ведущим отраслевым форумом для специалистов многих предприятий, работающих в сфере производства, переработки и сбыта кабельной и проволочной продукции. «Нельзя заниматься бизнесом, не имея при этом положительного имиджа — профессионалы в своей области знают нашу компанию и всегда посещают наш стенд», — отмечает Рахул Сачдев, старший вице-президент Wire&Plastic.

Среди ключевых российских и международных участников этой выставки были представлены: ВНИИКП — Всероссийский научно-исследовательский институт кабельной продукции, Международная Ассоциация экспонентов-производителей проволочной и кабельной продукции IWCEA, Союз производителей оборудования для производства проволоки и кабеля VDКМ (Германия), Ассоциация австрийских про-

изводителей кабельного оборудования VODKM-AWCMA, Ассоциация Экспонентов-Производителей Проволочной и Кабельной Продукции Франции IWCEA-France, Ассоциация итальянских производителей оборудования для проволоки ACIMAF, а также объединение поставщиков проволочной и кабельной промышленности WCISA.

Во время проведения выставок участники получили представление о трендах и развитии отраслевых рынков. Один из трендов, на котором был сделан акцент организаторами выставок, — экология.

Новые тенденции обеспечения безопасности рабочего процесса и стремление к сбережению природных ресурсов прослеживались и в рамках выставки «Металлургия — Литмаш 2013». «Последний тренд в производстве — конечно, забота об окружающей среде. Специалисты SMS Meer представляют концепцию Ecoplants — современный подход к энергосбережению и наращиванию экологической устойчивости», — отмечает Сергей Ирошников, менеджер компании SMS Meer GmbH.

Положительные моменты участия в выставке отметили и представители Международной трубной ассоциации (ИТА): «Многолетняя практика сотрудничества с компаниями ООО «Мессе Дюссельдорф» и Messe Essen GmbH показывает, насколько успешной является данная выставка в привлечении обширного круга международных клиентов. Мы являемся крупнейшей в мире и самой влиятельной ассоциацией инженеров трубной промышленности и объединяем всех профессионалов данной отрасли, производителей сырья и оборудования».

Участие в таких крупных выставочных проектах оказывает мощную поддержку в освоении и зарубежных, и отечественных рынках сбыта.

Информационный раздел выставок включал издания из России и Украины: «Сварщик в России» (Москва), «Сварщик» (Киев), «Автоматическая сварка» (Киев), «Индустрия» (С.-Петербург), «Фотоника» (Москва) и другие.

Выставки были хорошо организованы и заслужили хорошую оценку посетителей и экспонентов.

Более подробную информацию о выставках вы можете узнать на сайтах: www.messe-duesseldorf.ru, www.wire-russia.ru, www.metallurgy-tube-aluminium.ru, www.susme.ru.

● #710

ХІІ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2013

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ



**МЕТАЛЛО-
ОБРАБОТКА**

МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРПЛАСТ
TECH**

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
И ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТИКА



**ГИДРАВЛИКА
ПНЕВМАТИКА**



**УКРПРОМ
АВТОМАТИЗАЦИЯ**

ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ



**ОБРАЗЦЫ, СТАНДАРТЫ,
ЭТАЛОНЫ, ПРИБОРЫ**

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



**БЕЗОПАСНОСТЬ
ПРОИЗВОДСТВА**

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ, БЕЗОПАСНОСТЬ
РАБОЧЕЙ ЗОНЫ



**УКРМАШ
TECH**

ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРВТОР
TECH**

КОМИССИОННАЯ ТЕХНИКА,
ОБОРУДОВАНИЕ



ПОДШИПНИКИ



УКРСВАРКА

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ
И МАТЕРИАЛЫ



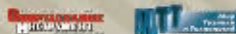
**ПОДЪЕМО-ТРАНСПОРТНОЕ
СКЛАДСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**



СУБКОНТРАКТЫ

РАЗМЕЩЕНИЕ ЗАКАЗОВ ПО АССОЦИИ

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
М "Левобережная"

К 80-летию Уралмашзавода

«Восклицательный знак советской индустрии»

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

Именно так назовет «Комсомольская правда» шагающий экскаватор ЭШ-100.100. Но его созданию предшествовала длительная эпопея, причем по-своему трагичная.

А все началось с совместного постановления ЦК КПСС и Совета министров СССР о проектировании и создании этой машины. В Директивах XXIV съезда КПСС драглайн был выделен отдельной строкой. А это уже говорило о том, что крупнейший, по крайней мере, в Евразии шагающий экскаватор будет создан, несмотря ни на что.

Преимуществом шагающих экскаваторов является бестранспортная вскрыша грунта. Создание первого уралмашевского шагающего экскаватора было связано со строительством Волго-Донского канала (1949–1952 гг.). Знаменитый Павел Петрович Бажов был поражен: в ковше экскаватора разместился автомобиль ЗИМ представительского класса. «Царь-машина» — так отозвался об увиденном писатель-сказочник. Стрела экскаватора ЭШ 70.14 была длиной 70 м, вместимость сварно-литого ковша составляла 14 м³, что по современным понятиям не так уж много.

Создать машину такого класса непросто. Но конструкторы горнорудного отдела не

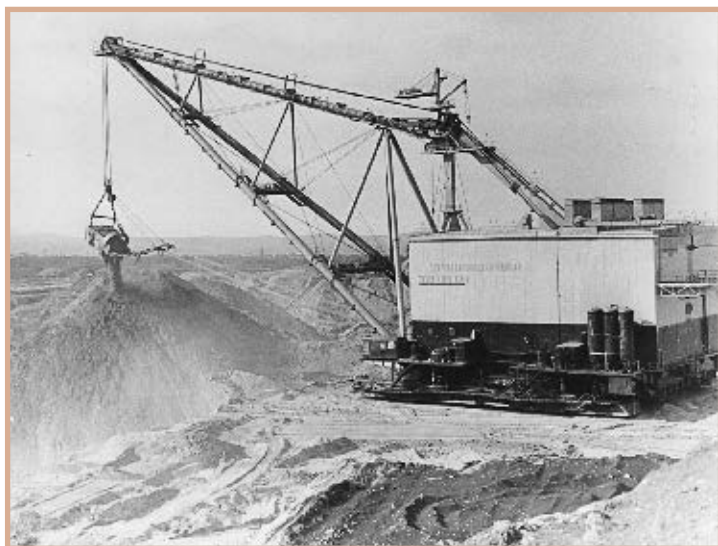
стояли на месте. Был разработан ряд шагающих экскаваторов: ЭШ 40-85, ЭШ 100.20, ЭШ 100.20А, ЭШ 100.25 и т.д. Первые драглайны напоминали настоящие парусники, их вантовые стрелы были похожи на наклонные мачты фрегатов. Я всегда сожалел, что среди угольщиков не нашлось Айвазовского. По мере строительства новых машин перешли от вантовых стрел к стрелам с жестким креплением. К началу 1970-х годов Уралмаш выпустил более сотни шагающих экскаваторов, работающих в самых различных климатических зонах СССР и за рубежом. Американские фирмы (Vocus Erie и др.) считали Уралмашзавод самым серьезным конкурентом.

В 1960-х годах в многочисленных прогнозах упоминалось, что будущее горной промышленности за крупными шагающими экскаваторами. В США был выпущен экскаватор Big Muskie (Биг Маски) с ковшем вместимостью 168 м³. Размеры машины поражали воображение. В рекламных проспектах приводили фотографию оркестра из 160 музыкантов на фоне этой машины. Ее масса 13 500 т. Стоимость машины — 25 млн долларов. Питание электродвигателя экскаватора осуществлялось от кабеля под напряжением 13 800 В. Кабель перемещался с помощью специального транспортного средства. Система двигатель-генератор преобразовывала переменный ток в постоянный и приводила в движение все основные механизмы экскаватора.

В сборке и монтаже металлоконструкций экскаватора «8 700» (стрела 100 м, ковш вместимостью 65 м³) фирмы «Марион» участвовали 56 сварщиков. Сварные конструкции были изготовлены из сталей средней прочности ($\sigma_b \geq 450$ МПа), сварочные материалы типа Э50А. Масса наплавленного металла составила 59 т.

Уралмашзаводу предстояло спроектировать драглайн ЭШ 100.100 с длиной стрелы 100 м и ковшем вместимостью 100 м³ в северном исполнении.

Шагающий экскаватор ЭШ 100.100 в работе



Но между американскими и уралмашевскими драглайнами была большая разница. В США машины работали на севере на границе с Канадой, что соответствовало широтам Одессы. Экскаватор ЭШ 100.100 должен работать в разрезе «Назаровский», расположенном в 160 км от Красноярска. Сейчас, слушая по ТВ метеосводки, диву даешься: «Красноярск замерзает (при температуре минус 25°С)». А в момент монтажа ЭШ 100.100 в северном исполнении температура в Назарово стойко держалась несколько месяцев на уровне минус 35–38°С, а уже при эксплуатации машины (когда приходилось выполнять ремонтную сварку) температура достигала минус 49°С при сильнейших ветрах.

Были и конструктивные отличия. В советском гиганте применили цельносварные опорную раму и поворотную платформу; унифицировали конструкции тяговых и подъемных лебедок. Поворот машины осуществлялся от восьми безредукторных установок с двигателями мощностью по 1000 кВт. На опорно-поворотном устройстве был установлен кованный рельсовый круг диаметром 21,5 м.

Отдавая должное создателям машины Big Muskie, надо заметить, что в ней большая часть элементов базовых деталей изготовлена в полевых условиях (газовая вырезка на стационарных машинах и др.), стрела длиной 95 м представляет собой решетчатую конструкцию и придает машине угловатость. Американцы же гордились Big Muskie, считая этот экскаватор верхом достижения современного машиностроения.

Перемещался американский гигант неуклюже с помощью продольно и поперечно расположенных цилиндров. В экскаваторе ЭШ 100.100 был разработан принципиально новый шестицилиндровый механизм шагания с четырьмя опорными башмаками и др. Огромная масса машины перемещалась, плавно скользя по масляной пленке толщиной в несколько микрон.

Нашим разработчикам еще предстояло встретиться с множеством проблем, которые уже решили американцы. В одной из американских статей, посвященных Big Muskie, сообщалось, что при сварке опорной рамы и поворотной платформы экскаватора меньшей мощности регулирование напряженно-деформационного состояния выполнено путем одновременной расстановки 12 сварщиков.

Не знаю, почему в отечественных учебниках постоянно говорится, что нельзя под-



Экскаватор Big Muskie

вергать проковке первый (корневой) и замыкающий валики одностороннего шва большой толщины, якобы эта операция вызывает охрупчивание металла. Впервые подобное утверждение я встретил в зарубежной статье, посвященной ремонтной сварке базовых деталей экскаватора. Мои многочисленные измерения напряжений и деформаций, в том числе при ремонтной сварке опорной рамы ЭШ 100.100, не подтвердили это. Проковка валиков многопроходного шва вручную пневмоинструментом уменьшает временные деформации, в том числе и угловые, которые вызывают термомеханическое старение металла корневого шва со всеми вытекающими последствиями. Уровень напряжений остается постоянным, была проковка или нет. Повторяю, это утверждение касается многопроходных швов с односторонними разделками.

А проблемы у разработчиков оставались. Для питания машины нужен был медный кабель на 10 тыс. кВт, диаметром более 100 мм, массой 1 м в 100 кг и протяженностью не менее 500 м. Для его производства в Омске пришлось создавать новые мощности. Для перемещения кабеля во время работы экскаватора завод «Ждановтяжмаш» изготовил уникальный кабелеукладчик. Завод «Электросила» (Ленинград) разработал принципиально новые мотор-генераторы для поворота машины общей массой 11 тыс. т во время экскавации грунта.

Для сварщиков основная интрига заключалась в выборе конструкторами марок сталей для базовых деталей — опорной базы, поворотной платформы, механизма шагания, ковшей.

Например, из какой стали делать ковш. Концевая нагрузка на стрелу не должна превышать 500 т. Масса ковша вместимостью 100 м³ грунта составляет 240 т. Если ковш делать из стали повышенной прочности ($\sigma_b \geq 550$ МПа) марки 10ХСНД (она действительно великолепна), то масса ковша составит как раз 500 т, т. е. ковш будет «тас-

кать» сам себя. Поэтому в ИЭС им. Е.О. Патона предложили две марки стали — 14ХМНДФР и 14Х2ГМР ($\sigma_B \geq 650$ МПа), высокопрочные низкоуглеродистые низколегированные термически упрочненные бейнито-мартенситного класса, принципиально новые для нашей промышленности. После испытаний на машине ИМЕТ-1 мне первая марка стали понравилась больше, но была выбрана вторая.

Мировая практика имела опыт сварки сталей подобного класса из проката толщиной до 60 мм. Тут свою роль сыграли металлурги Уралмашзавода. Литейщики освоили технологию выплавки стали с бором и отливки козырька ковша толщиной 240 мм, а кузнецы — поковки толщиной до 160 мм для скользунов и плитовин башмаков механизма шагания. Это позволило снизить массу ковша с упряжью (тяговые цепи и др.) до 138 т (масса ковша Big Muskie 230 т). Длина башмака механизма «американца» 20 м, в ЭШ 100.100 — 42 м, что позволило резко снизить давление машины на грунт. Всего для этой машины из стали 14Х2ГМР(Л) было изготовлено около 1 000 т отливок и поковок.

Газовая резка, сборка, сварка и другие технологические операции со сталью 14Х2ГМР(Л) для Уралмашзавода были terra incognita. Начались прямые контакты с отделом №6 ИЭС им. Е.О. Патона, возглавляемым Б.С. Касаткиным. Сотрудники В.Ф. Мусияченко, А.К. Царюк, В.В. Волков надолго «прописались» на Уралмаше, особенно Л.И. Миходуй.

После завершения монтажных работ машину надо было перегнать к месту работы, это была уникальная операция. Для начала трассу длиной 5 км всю зиму очищали от снега, чтобы грунт промерз на глубину более 2 м и стал при этом абсолютно жестким. Сам перегон состоялся в начале марта. Машина «кряхтела», «стонала» (ведь это 11 000 тыс. т), но шла. Все сварные швы выдержали это трудное испытание. Потом главный конструктор, д-р техн. наук Борис Иванович Сатовский каждый раз при встречах говорил: «Виктор Иванович, как будешь в Институте электросварки, благода-

ри Бориса Сергеевича Касаткина и кланяйся ему. Не будь стали 14Х2ГМР, не было бы шагающего экскаватора ЭШ 100.100!». Надо сказать, что выбор марки стали оказался крайне удачным, сталь 14Х2ГМР до сих пор применяют для изготовления ответственных узлов выпускаемого оборудования.

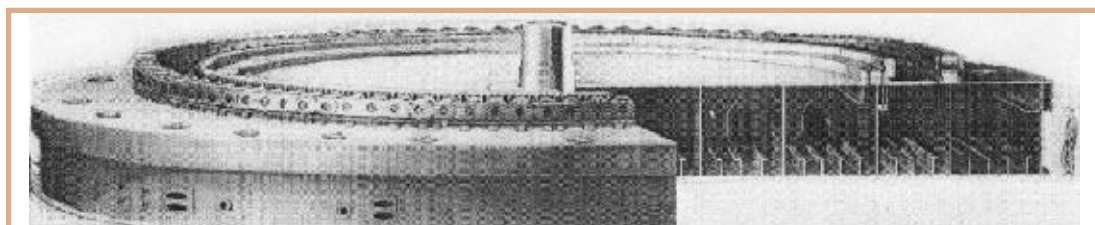
Уралмашевцы серьезно подготовились к монтажу машины. Авторский надзор возглавил конструктор Георгий Васильевич Кривошеев. Была создана прекрасно оборудованная монтажная площадка, по сути дела, ремонтный цех с полным парком механических станков. Опорная база состояла из 37 секций, поворотная платформа насчитывала их более 40. Из отдельных элементов состояли стрела, механизм шагания, четыре ковша. Учитывая, что большую часть времени монтажные работы придется выполнять при минусовой температуре, предполагалось, что наиболее крупные узлы будут собирать в капитальных разборных обогреваемых помещениях с ровной температурой окружающего воздуха.

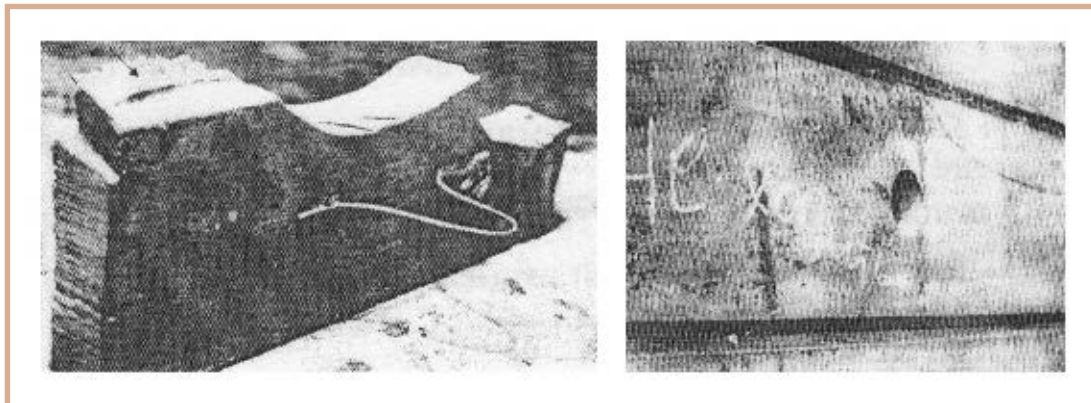
В принципе, сварка опорной рамы (сталь 09Г2С) и поворотной платформы (сталь 10ХСНД) особых беспокойств не вызывала. Конечно, если что-то будет не так, исправим. Но все же совместно с патоновцами на одной из секций опорной базы в заводских условиях был отработан порядок выполнения швов.

Беды начались именно с опорной базы. То, что я увидел на верхнем настиле, невозможно было описать. Сталь 09Г2С, термоупрочненный прокат толщиной 80 мм. Были поражены швы, выполненные автоматической сваркой проволокой Св08А под прокатным флюсом АН 348А. Более 130 трещин всевозможных направлений — продольные, поперечные, извилистые. По расположению в швах — в корне, в центре, поверхностные. Две вваренные вставки из проката сечением 80×800×2600 мм распались на части. Длина хрупких трещин была до 5 м.

При удалении трещин с помощью слесарных работ трещины в швах продолжали развиваться (до половины сечения шва по высоте). По этой и другим причинам при-

Эскиз цельно-сварной опорной рамы шагающего экскаватора ЭШ 100.100. Сталь 09Г2С. Толщины 20–80 мм, диаметр 27 000 мм, высота 2 500 мм, масса 1100 т





Фрагменты хрупкого разрушения верхнего настила опорной базы. Сталь 09Г2С, толщина 80 мм, сварочные материалы — проволока СВ 08А, флюс АН 348А

шлось удалять вулканическими кругами участки швов на всю их толщину, придавая разделкам прямоугольное сечение 40×80 мм, что в два-три раза увеличивало при ремонтной сварке объем наплавленного металла. А как обеспечить технологическую прочность, тем более, что все швы проходили двойной контроль (гамма-графический и УЗК)?

Угольщики резонно спросили: «Дорогие уралмашевцы! Если в процессе самого начала монтажа на хорошо знакомой вам стали все трещит, то что будет при эксплуатации при температуре минус 50°С?» Возникла критическая ситуация. Монтаж машины был приостановлен.

Руководство Уралмашзавода, крайне обеспокоенное таким положением, направило в Назарово авторитетную комиссию из специалистов завода, УПИ, ЧПУ, ИЭС во главе с главным сварщиком А.А. Волконским разбираться со сложившейся обстановкой. К тому времени я уже нашел технические решения и устранил метров 30 трещин. И надо же случиться, буквально перед приходом комиссии на опорной раме лопнула одна разделка. Ни до, ни после этого подобного не случалось. Сварку одной разделки выполняли два сварщика. В то время я наивно полагал: чем выше автоподогрев, тем лучше. Но не учел распределение теплоты в конструктивных элементах сложной формы. Локальный нагрев вызвал временные температурные напряжения, перешедшие в остаточные.

Приезд комиссии дал свои результаты. В помощь была выделена бригада тензометристов, которая в течение трех месяцев собрала обширный материал по сварочным деформациям и напряжениям. Это позволило установить основную причину, вызвавшую катастрофическое положение с опорной рамой: неравномерное распределе-

ние температур по ее сечению. Свою лепту внес локальный обогрев конструкции. Изменения климатических условий в течение суток, а также в зависимости от сезона приводило вроде бы жесткую 27-метровую в диаметре опорную базу в состояние «гармошки». Температура автоподогрева при сварке на уровне 80–100°С, распределение теплоты должно носить равномерный характер. Завершили ремонтные работы одновременно 8 сварщиков, расставленных строго симметрично.

Сварку поворотной платформы выполняли уже во временном капитальном сооружении без всяких забот.

Монтажная сварка конструкций из стали 14Х2ГМР (Л) прошла достаточно спокойно. Правда, один раз «хлопнула» при сварке проушина ковша (толщина 90 мм). Стояла жара, около 40°С, звук при образовании сквозной хрупкой трещины длиной около 1000 мм был слышен на расстоянии до 1 км.

Наконец настало время, когда началась опытная эксплуатация экскаватора, а через 5 лет — промышленная. Ну а в Назарово ездить все же приходилось. Сказывалось отсутствие опыта работы на такой сложной машине. Были и форс-мажорные обстоятельства. Конструкторы вносили изменения по просьбе угольщиков. В частности, на ковшах были наращены борта, что увеличило их вместимость до 140 м³, пришлось укорачивать проушины ковша и др.

Группа патоновцев, уралашевцев и другие специалисты, принимавшие наиболее активное участие в создании и освоении уникального шагающего экскаватора ЭШ 100.100 (ЭШ 100.140) в северном исполнении, единственного в мире, были удостоены премии Совета министров СССР. ● #711

Сервисная карточка читателя

Без заполненного
формуляра
недействительна

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

- обведите в Сервисной карточке индекс, соответствующий интересующей Вас продукции/услуге (отмечен на страницах журнала после символа «#»);
- заполните Формуляр читателя;
- укажите свой почтовый адрес;
- отправьте Сервисную карточку с Формуляром по адресу: **119049, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 6, стр. 7, оф. 19, «Сварщик в России».**

637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648
649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660
661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672
673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684
685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696
697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708
709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720

Ф. И. О. _____
Должность _____
Тел. (_____) _____
Предприятие _____
Подробный почтовый адрес: _____
« _____ » _____ 2013 г.

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 на 2013 г.

На внутренних страницах

Площадь	Размер, мм	Стоимость, руб.
1 полоса	210×295	20000
1/2 полосы	180×125	10000
1/4 полосы	88×125	5000

На страницах основной обложки

Страница	Размер, мм	Стоимость, руб.
1 (первая)	215×185	45000
8 (последняя)	210×295 (после обрезки 205×285)	30000
2		28000
7		26000

На страницах внутренней обложки

Страница	Размер, мм	Стоимость, руб.
3, 1 полоса	210×295	25000
4, 1 полоса	210×295	23000
3 и 4, 1/2 полосы	180×125	12000
5 и 6, 1 полоса	210×295	22000
5 и 6, 1/2 полосы	180×125	11000

Изготовление оригинал-макета

- 10% стоимости рекламной площади

Статья на правах рекламы

- 1 стр. — 7500 руб.

Прогрессивная система скидок

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

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

Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»:

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

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

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

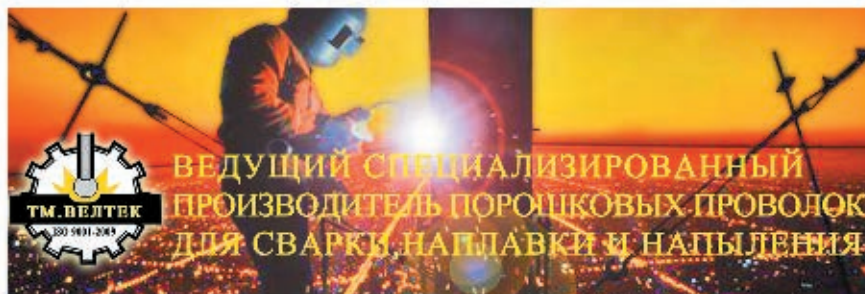
Носители: CD-ROM, или DVD, или флэш-диск.

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

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

Заполняется печатными буквами

подпись



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) 200-84-97
office@veldtec.ua
www.veldtec.ua



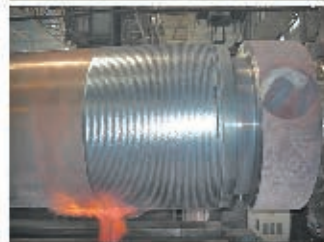
Представители:

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

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

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

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



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 плавленых 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 мм (50–630 микрон) Влажность: не более 0,025% при 200°С.

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

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

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

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



КОМПАНИЯ

www.kordp.ru e-mail: kord@kordp.ru

Производство инновационного сварочного оборудования и аксессуаров серии «КОРД»



142155, МО, Подольский р-н, пос. Львовский, пр. Metallургов, д. 3

Тел./факс: (495) 996-83-99, 996-83-07, (499) 400-50-00;

(8-4967) 60-55-61, 60-55-62



СОВРЕМЕННЫЙ ЭЛЕКТРОДОДЕРЖАТЕЛЬ

Повышение требований к качеству сварных соединений привело к революционным изменениям в конструкциях сварочных источников питания дуги (инверторы) и технологиях. Компании «КОРД» за счет внедрения целой гаммы изобретений удалось сделать шаг вперед в разработке конструкций аксессуаров для ручной дуговой сварки (электрододержатели, клеммы заземления и др.).

Чем отличаются электрододержатели серии «КОРД» от аналогов?

- Благодаря особой компоновке масса электрододержателей (ЭД) снижена на 35–40% по сравнению с аналогами.
- Применение регулировки усилия прижатия электрода к токоподводу при замене электродов снижает нагрузку на кисть руки сварщика в 1,5–2 раза.
- Возможность установки электрода под любым углом к оси ЭД при помощи поворотного ложеента улучшает качество сварки в любых пространственных положениях, а применение регулирования усилия поворота позволяет расширить диапазон диаметров применяемых электродов.
- При нажатии на рычаг электрододержателя происходит автоматическое «выстреливание» огарка.
- Электрододержатели можно использовать как рычагом вверх, так и рычагом вниз, нажимая на рычаг большим пальцем руки или указательным и средним пальцем соответственно.
- Торцовые упоры в ложементе токоподвода предупреждают сдвиг электрода и осыпание обмазки, что гарантирует возгорание дуги.
- ЭД одинаково удобны для работы как правой, так и левой рукой (для левшей).
- ЭД характеризуются лучшей доступностью зоны сварки и улучшенным качеством шва.

Надежность и безопасность ЭД данной серии достигаются следующим образом:

- благодаря наличию неплавающих защитных крышек из композиционных материалов повышенной прочности и литых латунных токоподводов;
- прижатие электрода к токоподводу точечным контактом со стороны прижима позволяет снизить температуру нагрева рукоятки ЭД;
- обеспечение улучшенной фиксации электрода в токоподводе за счет специального V-паза;
- благодаря наличию экрана, защищающего руку сварщика от искр и брызг расплавленного металла, а также от ультрафиолетового, электромагнитного и других излучений.

Минимальное сопротивление перехода «кабель-токоподвод» за счет рифленной опорной поверхности токоподвода в месте крепления кабеля и подвод тока к электроду по 4-м линиям (у аналогов 1–2 линии) за счет использования второй токоподводящей пластины снижают нагрев и потери электроэнергии на 15–25%.

Все эти инновации заметно улучшают качество шва и комфортность работы электросварщика.