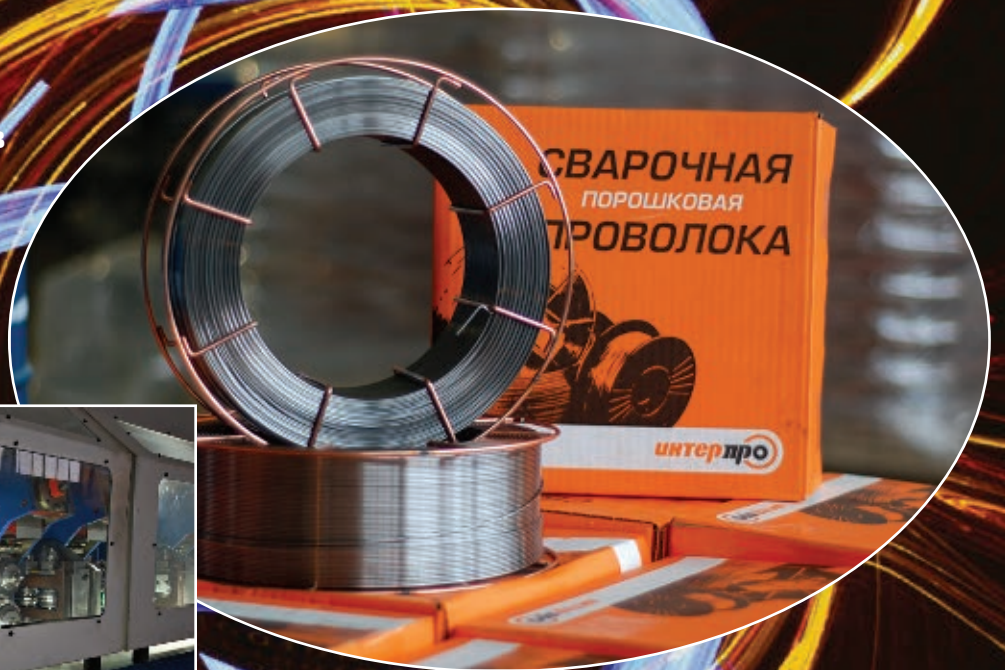




# ПРОИЗВОДСТВО СВАРОЧНОЙ И НАПЛАВОЧНОЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ

**ДЛЯ НАДЕЖНОЙ СВАРКИ**

Компания «Интерпро»  
основана в 2012 г.  
Оснащена новейшим  
итальянским  
оборудованием,  
не имеющим аналогов  
в России  
и странах СНГ.



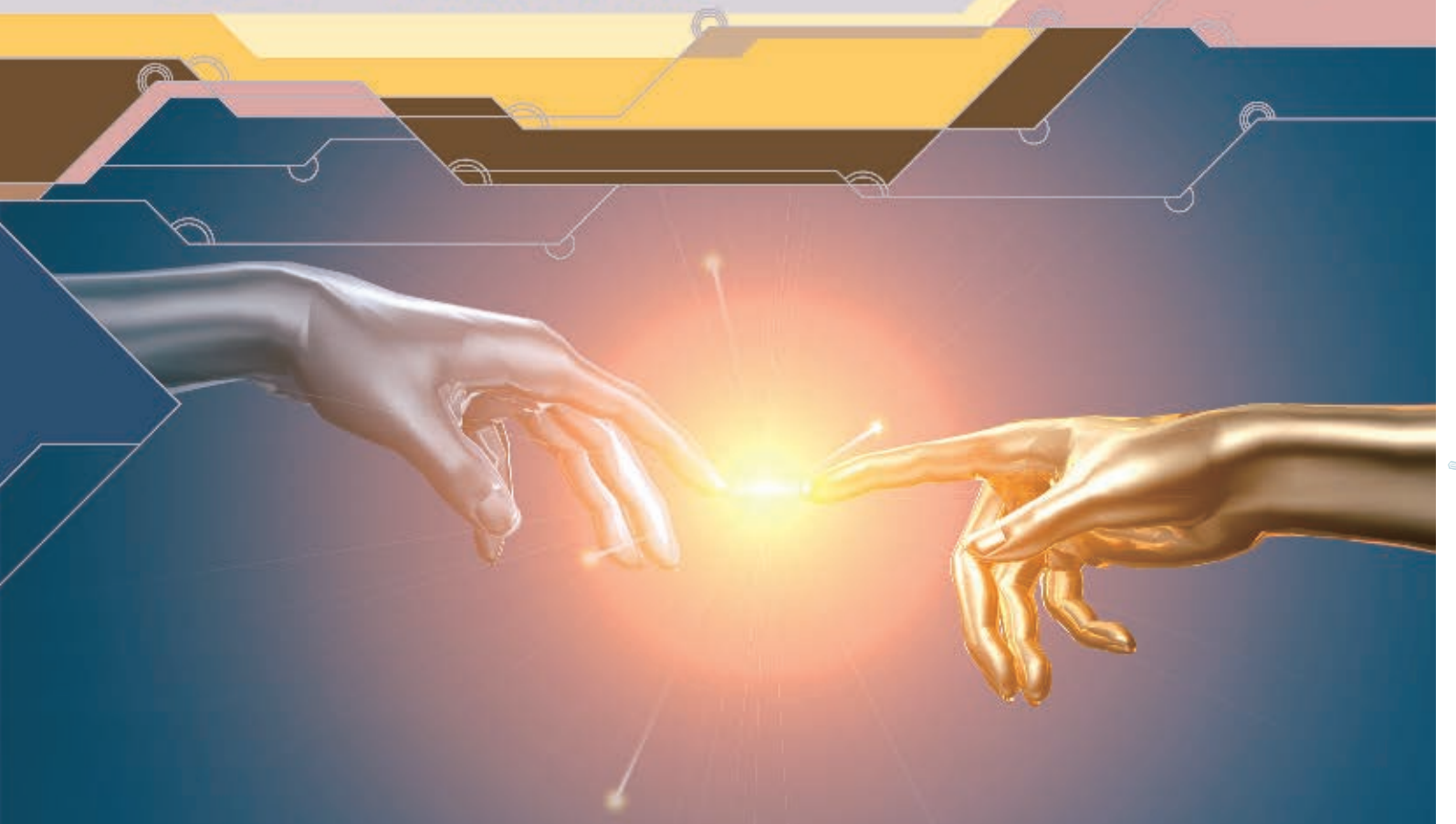
Россия, 302025, Орловская область,  
Орловский район, ул. Коневская, д. 11

тел. +7 (4862) 33-03-19  
факс +7 (4862) 33-00-78

e-mail: [interpro-rybin2012@yandex.ru](mailto:interpro-rybin2012@yandex.ru)



## 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.

6 (46) 2013

ноябрь–декабрь

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**

**6–2013**

## СОДЕРЖАНИЕ

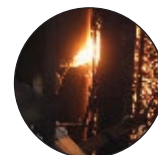
**95 лет Борису Евгеньевичу Патону** ..... 5



**Новости техники и технологий** ..... 6

### Производственный опыт

Особенности разделительной кислородной резки колонн ковочного прессы усилием 10000 т при их демонтаже с применением нового резака РЗ-ФЛЦ-НД. *В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, Н.И. Василенко, С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко* ..... 8



Приспособление для вырезки внутренних радиусных фасок. *С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, В.А. Олейник, Ю.И. Костюченко, Т.Б. Золотопупова* ..... 10

**Наши консультации** ..... 12



### Технологии и оборудование

Основы разработки технологии сварки плавлением. 1. Способы сварки. *Г.И. Лашенко* ..... 14

Комплексно-автоматизированная линия по изготовлению хребтовых балок грузовых вагонов. *А.Н. Моторин, Б.Г. Цыган, В.А. Дорошенко* ..... 18



TECNA — эффективные решения для контактной сварки любых масштабов. *Р. Ставров* ..... 28

Технология получения диффузионных карбидных покрытий из расплавов. *Ю.С. Борисов, Н.И. Капорик, О.Ф. Черняков, А.В. Лисак, И.И. Корсак* ..... 30

Автоматическая сварка монтажных стыков поясных колонн ствола башни Киевского телецентра. *В.М. Илюшенко, Л.Н. Копылов* ..... 35



MicorStick 160 — инновационное решение для сварки. *А.М. Фивейский, А.Ю. Мельников* ..... 38

Проблемы ремонтной сварки стали 110Г13Л большой толщины. *В.И. Панов* ..... 40

Наплавочное и сварочное оборудование на основе модульных узлов ПАРС. *С.Ф. Трух, Л.Т. Плаксина* ..... 44



**Зарубежные коллеги** ..... 52

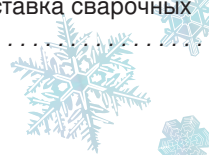
### Подготовка кадров

X Международный конкурс сварщиков «Золотой кубок Бенардоса». *А.А. Кайдалов, А.Н. Воробьев* ..... 54



### Выставки и конференции

«Weldex/Россварка 2013». 13-я Международная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий ..... 56



## ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА

### Особенности разделительной кислородной резки колонн ковочного прессы усилием 10000 т при их демонтаже с применением нового резака РЗ-ФЛЦ-НД

*В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, Н.И. Василенко, С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко*

Описан разработанный авторами и внедренный в фасоннолитейном цехе завода мощный ручной кислородный резак РЗ-ФЛЦ для резки прибылей литья толщиной до 500 мм. Приведены преимущества его применения.

### Приспособление для вырезки внутренних радиусных фасок

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

Описано приспособление, облегчающее резку, повышающее качество реза и уменьшающее затраты времени и средств на последующую обработку деталей. Приведены основные параметры специального укороченного резака с прямым расположением головки, изготовленного для этого приспособления.

### Основы разработки технологии сварки плавлением. 1. Способы сварки

*Г.И. Лашенко*

Рассмотрен один из наиболее эффективных способов сварки — электронно-лучевая сварка. Приведены ее главные достоинства и недостатки, а также экономическая целесообразность применения данного способа.

### Комплексно-автоматизированная линия по изготовлению хребтовых балок грузовых вагонов

*А.Н. Моторин, Б.Г. Цыган, В.А. Дорошенко*

Статья знакомит с технологией и оборудованием комплексно-автоматизированной линии, разработанной и изготовленной украинской фирмой ООО «НПФ «Техвагонмаш» для изготовления одного из основных сварных узлов рамы грузового вагона — хребтовой балки.

### Технология получения диффузионных карбидных покрытий из расплавов

*Ю.С. Борисов, Н.И. Капорик, О.Ф. Черняков, А.В. Лисак, И.И. Корсак*

Описан перспективный способ получения карбидных покрытий на поверхности углеродистых и легированных инструментальных сталей безэлектродным методом из солевых расплавов. Приведена технология, разработанная в ИЭС им. Е.О. Патона для получения защитных покрытий из карбида ванадия и карбида хрома на изделиях из железоуглеродистых сталей и сплавов.

### Наплавочное и сварочное оборудование на основе модульных узлов ПАРС

*С.Ф. Трух, Л.Т. Плаксина*

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

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

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

**Главный редактор** Б. В. Юрлов

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

**Маркетинг и реклама** Т. И. Коваленко

**Верстка и дизайн** 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** ct94@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 18.12.2013. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC.

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

Заказ № П000015164 от 18.12.2013.

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**

# 95 лет Борису Евгеньевичу Патону

*Борис Евгеньевич Патон — выдающийся украинский ученый в области сварки, металлургии и технологии материалов, материаловедения, видный общественный деятель и талантливый организатор науки, академик Национальной академии наук Украины, Академии наук СССР, Российской академии наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники УССР, лауреат Ленинской и Государственных премий СССР и Украины, дважды Герой Социалистического труда, Герой Украины.*

*Борис Евгеньевич Патон родился 27 ноября 1918 г. в семье профессора Киевского политехнического института Евгения Оскаровича Патона и, как свидетельствует время, он достойно продолжает дело своего отца, унаследовав его исключительную инженерную интуицию, неутомимую энергию научного поиска и обязательность практической реализации результатов научных разработок.*

*Б.Е. Патон более 60 лет возглавляет всемирно признанный научно-технологический центр — Институт электросварки им. Е.О. Патона Национальной академии наук Украины — и уже более 50 лет является бессменным президентом Национальной академии наук Украины.*

*С именем Б.Е. Патона связаны масштабные и оригинальные исследования по созданию таких базовых технологий, как сварка под флюсом, электрошлаковая, импульсно-дуговая в защитных газах, плазменная и микроплазменная, механизированная сварка под водой, электронно-лучевая и контактная сварка оплавлением, включая разработку для них специальных сварочных материалов, оборудования и систем автоматического управления. Борис Евгеньевич постоянно уделяет внимание развитию родственных технологий — наплавке, пайке, склеиванию и даже сварке биологических тканей, нацеливая разработчиков на поиск оригинальных идей и эффективных путей их решений. О его способности генерировать новые идеи в области высоких технологий и новых материалов убедительно свидетельствуют почти 500 полученных им авторских свидетельств и патентов.*

*Школой академика Б.Е. Патона разработаны получившие мировое признание индустриальные способы строительства многотоннажных судов, магистральных трубопроводов, крупногабаритных резервуаров и других высоконадежных конструкций.*

*Фундаментальные исследования Б.Е. Патона и его учеников о взаимодействии с металлом таких сварочных источников нагрева, как электрическая дуга, шлаковая ванна, низкотемпературная плазма, электронный луч, составили научную основу в становлении новой отрасли — специальной электрометаллургии. Закономерны то внимание и энергия, которые Борис Евгеньевич уделяет сейчас важнейшей проблеме создания и производства новых перспективных конструкционных и функциональных материалов — материалов XXI века.*

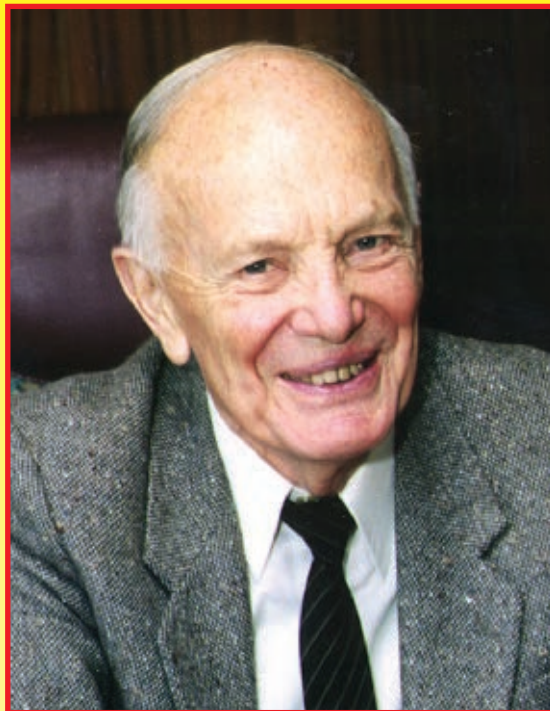
*Борис Евгеньевич положил начало и интенсивно развивает в ИЭС им. Е.О. Патона исследования в области технологии обработки и сварки материалов в космосе, сооружения крупногабаритных космических конструкций.*

*Много времени и сил сегодня отдает Борис Евгеньевич решению таких актуальных для современного сварочного производства проблем, как сохранение и усиление творческих связей и деловых контактов между учеными и производственниками, непрерывное повышение профессиональной подготовки сварщиков всех уровней, компьютеризация и информатизация сварочного производства. В 1998 г. по его инициативе создан информационно-технический журнал «Сварщик», а в 2006 г. — «Сварщик в России».*

*Борис Евгеньевич Патон является Президентом Международной ассоциации академий наук, почетным Президентом Международной инженерной академии, членом Европейской академии, Международной академии технологических наук и членом академий и научно-технических обществ многих стран мира; он член Международного комитета по научно-техническому развитию стран СНГ, возглавляет Межгосударственный научный совет по сварке и родственным технологиям.*

**Поздравляем Бориса Евгеньевича с юбилеем, желаем ему здоровья и новых творческих успехов в его плодотворной деятельности.**

*Совет Общества сварщиков Украины, редакционный совет, редколлегия и редакция журналов «Сварщик», «Сварщик в Беларуси», «Сварщик в России»*



## Машина SF II для газовой резки

Ручная газорезущая машина SF II легкая, небольших размеров, простая в транс-



### Техническая характеристика

Индикация скорости	Цифровая
Скорость перемещения, мм/мин	10–850
Диапазон резки, мм	3–100
Привод	220 В/30 Вт
Горючий газ	Ацетилен/пропан
<b>Габаритные</b>	
размеры, мм	165×135/200×370
Масса, кг	8,5

портировке и управлении. Обеспечивает высокое качество резки и обладает следующими возможностями:

- резка со свободным перемещением по листу;
- прямолинейная резка по рельсовым направляющим;
- круговая резка (диаметр круга 60 мм);
- резка скошенной V-образной кромки;
- перемещение вперед/назад;
- перемещение машины по детали.

● #726

ООО «Интертехприбор» (Москва)

## Кромкорезная машина МКФП-20

Кромкорезательную машину МКФП-20 используют для обработки кромки стальных листов перед сваркой. Позволяет снимать фаску от 0 до 60 градусов, а при использовании дополнительного устройства торцевать кромку патрубков и отводов (диаметром более 160 мм), расположенных в вертикальном положении.

Кромкорез удобен и прост в эксплуатации. В процессе работы агрегат удерживается на крае листа за счет собственной массы, движение по обрабатываемой поверхности осуществляется на роликах. Машина оснащена двумя фрезерными головками: каждая фреза содержит восемь твердосплавных пластин, обеспечивающих качественную обработку кромок, точность и эффективность. Пластины для обработки черного металла и нержавеющей стали имеют четыре рабочих кромки, что немаловажно при длительной эксплуатации кромкореза МКФП-20.

Кромкорез МКФП-20 мобилен, его использование позволяет экономить рабочее время и стоимость ремонта трубопроводов, строительных объектов, систем нефте- и газопереработки и прочего тяжелого оборудования.

● #727

ООО «Магнит плюс» (Санкт-Петербург)



### Техническая характеристика

<b>Параметры источника</b>	
Питания	220В/50 Гц
Двигатель	АИРЕ 80В2 (220 В, однофазный, с пусковой обмоткой)
Мощность, кВт	1,1
Номинальная частота вращения, об/мин	2828
Потребляемый ток, А	8
Коэффициент мощности	0,85
Электрическая защита	Заземление
Скорость обработки, м/мин	1,5
<b>Максимальная ширина</b>	
среза, мм	20 (для угла 45°)
Диапазон регулировки угла среза, °	0–60
Габаритные размеры, мм	420×330×305
Масса, кг	20

## Сварочный пистолет PS-1K

Компактный пистолет PS-1K разработан для приварки метизов с зажиганием кончика метиза в соответствии с DIN 32501. Он рекомендован для приварки метизов к деталям с неочищенными поверхностями, например: оцинкованным поверхностям, поверхностям с пленкой, образовавшейся при прокатке металла, поверхностям с оксидными пленками, штампованным поверхностям, гравированным поверхностям.

### Техническая характеристика

Диапазон сварки ..... МЗ-М8  
(диаметр 2–7 мм)  
и 6–35 по длине  
Материал ..... Нержавеющая сталь,  
алюминий, латунь  
Длина кабеля, м ..... 3 (высокогибкий)  
Габаритные размеры, мм ..... 145×140×50  
Масса без кабеля, кг ..... 0,4



Благодаря тому, что на протяжении всего процесса сварки метиз плотно прижат к поверхности детали, ее лицевая сторона остается неповрежденной даже при минимальной толщине металла, то есть деталь не подвергается механическому воздействию со стороны метиза. ● #728

Компания «Вектор Групп» (Москва)

## Компания «Стил Ворк» выполнила ремонт оборудования на шахте «Октябрьская» ПАО «КЖРК»

Компания «Стил Ворк» занимается восстановлением и ремонтом оборудования на предприятиях горно-металлургического комплекса Украины.

За годы существования компании ее специалисты накопили богатый как научный, так и практический опыт в области повышения ресурса оборудования, которое работает в условиях интенсивного абразивного изнашивания, повышенных температур, динамических нагрузок, высокого давления. Компания всегда применяет комплексный подход к решению поставленных перед ней задач для достижения наиболее оптимального результата.

Кроме производства биметаллических листов SWIP, которое продолжает успешно развиваться, компания «Стил Ворк» в мае 2013 г. выполнила работы по ремонту канатоведущего шкива скиповой подъемной установки на шахте Октябрьская ПАО «Криворожский железорудный комбинат». Ремонт проводился в соответствии с технологией, разработанной Институтом электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины. Это уже второй успешный ремонт шкива, выполненный без его демонтажа.



Проделанная работа дала возможность ПАО «КЖРК» продлить срок службы основного дорогостоящего оборудования, что позволило отсрочить инвестирование значительных финансовых средств для приобретения нового оборудования. Это, в свою очередь, привело к снижению затрат на добычу 1 т руды, что очень важно в современных условиях рынка.

Преимущества сотрудничества с ООО «Стил Ворк» уже оценили такие лидеры в металлургической и цементной промышленности Украины: ПАО «СЕВГОК», ОАО «Арселор Миттал Кривой Рог», «Евраз Сухая Балка», ПАО «Кривбассжелезорудком», ПАО «Полтавский ГОК», ЧАО «Донецксталь», ДТЭК и др. ● #729

[www.steel-work.net](http://www.steel-work.net)

# Особенности разделительной кислородной резки колонн ковочного пресса усилием 10 000 т при их демонтаже с применением нового резака РЗ-ФЛЦ-НД

В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, ООО «НИИПТмаш — Опытный завод», Н.И. Василенко, С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, ПАО «НКМЗ» (Краматорск)

*Опыт эксплуатации ковочного пресса усилием 10 000 т в КПЦ-2 ПАО «НКМЗ» показал, что через каждые 20 лет необходимо заменять изношенные колонны пресса новыми.*

За время существования гидравлического пресса (установлен взамен старого паровоздушного пресса в 1977 г.) технология его ремонта с заменой колонны отработана до мелочей и в настоящее время является плановым мероприятием.

Ниже приведена цикличность ремонтных работ с заменой колонны.

Колонна пресса	Год
Северо-западная.....	1991
Северо-восточная .....	2006

Юго-западная.....	2008
Северо-западная.....	2011
Юго-восточная.....	2012

Единственным «узким местом» в технологической цепочке ремонта до 2006 г. была кислородная резка колонны, так как на заводе не было ручных газокислородных резаков большой мощности, использующих кислород низкого давления.

Авторским коллективом в 2006 г. был разработан и внедрен в фасоннолитейном цехе №1 мощный ручной кислородный резак РЗ-ФЛЦ для резки прибылей литья толщиной до 500 мм (см. «Сварщик», №6, 2006). Этот резак затем нашел применение в копровом цехе.

В 2006 г. при замене северо-восточной колонны пресса 10 000 т две бригады газорезчиков (работники копрового цеха и сервисного центра СЦРиОО) использовали новый резак РЗ-ФЛЦ. Время, затраченное на резку колонны, сократилось на 15% по сравнению со временем предыдущего демонтажа колонны.

На *рис. 1* показан процесс кислородной резки колонны пресса диаметром 800 мм с осевым отверстием диаметром 220 мм, длиной 22 м, массой 75 т из стали 45. На *рис. 2* показана поверхность реза этой колонны.

В 2008 г. юго-западная колонна пресса и в 2011 г. северо-западная колонна пресса разрезались на три части резаком РЗ-ФЛЦ обычным образом, однако уже был накоплен значительный материал по улучшению конструкции резака.

К 2012 г. резак РЗ-ФЛЦ был модернизирован специально для новых условий работы при резке колонн, отличающихся от условий работы при резке прибылей литья:

- работа на высоте до 20 м;
- работа в стесненных условиях, при этом кислородная струя все время должна быть направлена в сторону от пресса;

Рис. 1. Кислородная резка северо-восточной колонны пресса



Рис. 2. Поверхность реза северо-восточной колонны







# Приспособление для вырезки внутренних радиусных фасок

С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, В.А. Олейник, Ю.И. Костюченко, Т.Б. Золотопупова, ПАО «НКМЗ» (Краматорск)

Качество поверхности реза и точность размеров вырезаемых деталей в значительной степени зависят от применяемого оборудования. При использовании ручных резаков качество реза значительно хуже, чем при работе на полуавтоматах и машинах с ЧПУ. Но с помощью полуавтоматов невозможно вырезать внутренние радиусные фаски в отверстиях, а применяемые на заводе машины с ЧПУ не могут резать под углом. Вырезанные с помощью ручной кислородной резки фаски имеют низкое качество поверхности реза и требуют дополнительной обработки и затрат на заварку образующихся неровностей (вырывов).

Была поставлена задача разработать и внедрить приспособление для вырезки внутренних радиусных фасок, которое облегчит резку, повысит качество реза и уменьшит затраты времени и средств на последующую обработку деталей.

Специалисты бюро газоплазменных способов сварки ПАО «НКМЗ» разработали опытный образец и совместно с ООО «НИИПТмаш-Опытный завод» на базе серийного резака РЗП изготовили для данного устройства специальный укороченный резак с прямым расположением головки (таблица).

Таблица. Основные параметры специального резака

Толщина металла, мм	Давление природного газа, МПа	Давление кислорода, МПа	Скорость резки, мм/мин	Расход природного газа, м <sup>3</sup> /ч	Расход кислорода (суммарный), м <sup>3</sup> /ч
20	0,02–0,07	0,6–0,8	510	0,92	5–5,8
25			460		
30			440		
35			420		
40			400		
50			360	1,1	6–9
60			340		
80			300		
100			270		
150			230		
				1,3	10–13
				1,3	14–15
				1,3	18–20

Устройство (рис. 1, а) предназначено для вырезания радиусных фасок с углом 0–60° (шаг 5°) на окружностях с внутренним диаметром от 280 до 460 мм (диаметр может быть увеличен путем замены направляющих для роликов). Толщина разрезаемого металла от 20 до 150 мм. Его можно устанавливать непосредственно на вырезаемой заготовке.

Приспособление представляет собой легкую, устойчивую переносную конструкцию. Небольшие размеры и сравнительно небольшая масса (не более 3 кг без учета рукавов) делают его маневренным, удобным в обращении и при транспортировке.

Приспособление состоит из рамы 1, направляющих для роликов 2, опорных роли-

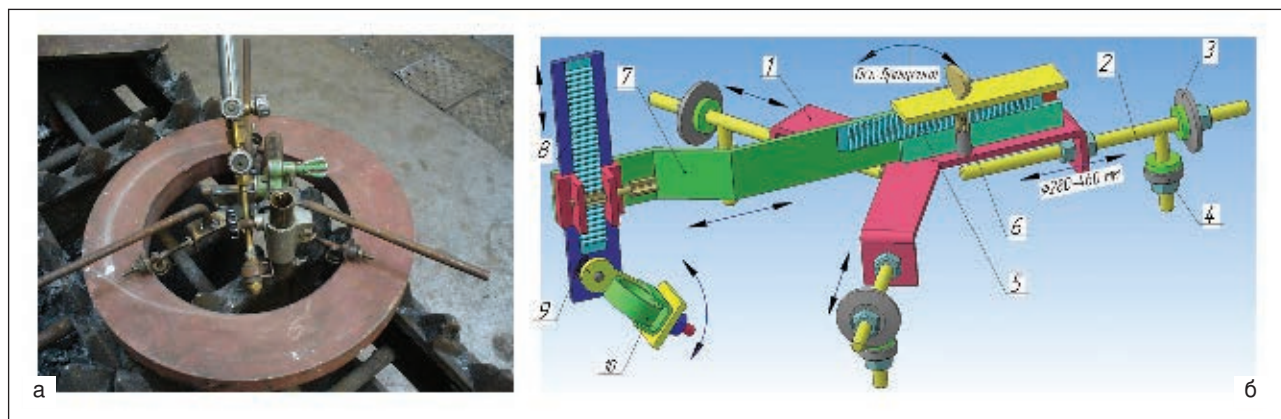


Рис. 1. Общий вид (а) и эскиз (б) приспособления для вырезки внутренних радиусных фасок. Установлено на образце с внутренним диаметром 320 мм

ков 3, подшипников направляющих 4, рейки подачи резака в зону реза 5, маховика с шестерней 6, штанги 7, рейки вертикального перемещения 8, лимба 9, крепления для резака 10 (рис. 1, б). С помощью опорных роликов и направляющих подшипников устройство свободно вращается вокруг своей оси по заданному радиусу. Врезание в металл происходит при вращении маховика-шестерни. Резак под необходимым углом устанавливают поворотом крепления и закрепляют.

Изменение внутреннего диаметра от 280 до 460 мм осуществляют выдвиганием-затягиванием направляющих. Максимальный диаметр может быть увеличен заменой направляющих для роликов.

В зону реза резак подают путем плавного поперечного смещения штанги с резакком при помощи поворота маховика с шестерней по рейке, прикрепленной к штанге. После окончания резки операцию повторяют в обратном порядке.

Поворот устройства вокруг своей оси как по часовой стрелке, так и против часовой стрелки, выполняют при помощи роликов, подшипников и ручек (рис. 2). Для облегчения поворота на раме устройства установлены три ручки по осям роликов.

На рис. 3 для сравнения показаны фаски, вырезанные обычным способом с использованием ручного резака (на всем протяжении реза видны значительные неровности (вырывы), которые требуют заварки и обработки с дополнительными затратами времени и средств), и с помощью разработанного устройства (неровности (вырывы) имеются только в месте врезания резака). Испытания проводили в цеховых условиях действующего производства.

В цехе металлоконструкций ПАО «НКМЗ» были проведены испытания устройства по вырезке радиусных внутренних фасок под углом 45° с помощью нового устройства на образце с внутренним диаметром 360 мм и толщиной 40 мм.

Достоинством разработанного устройства является также то, что нет необходимости искать центр круга — конструкция разработана таким образом, что отклонение центра устройства от центра круга не влияет на качество резки.

Поскольку наряду с ручной резкой значительное место в производстве занимает резка с помощью полуавтоматов (резательных машин-тележек), было принято решение механизировать процесс кислородной

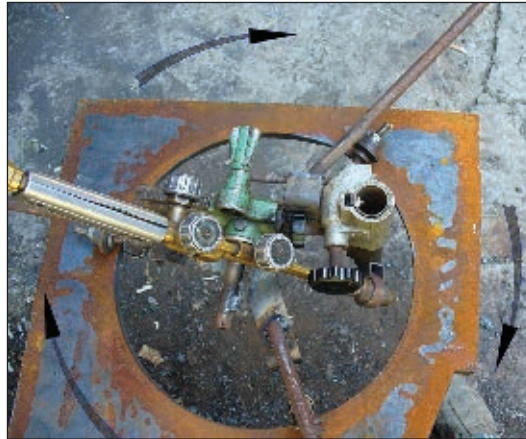


Рис. 2. Поворот устройства при резке фасок

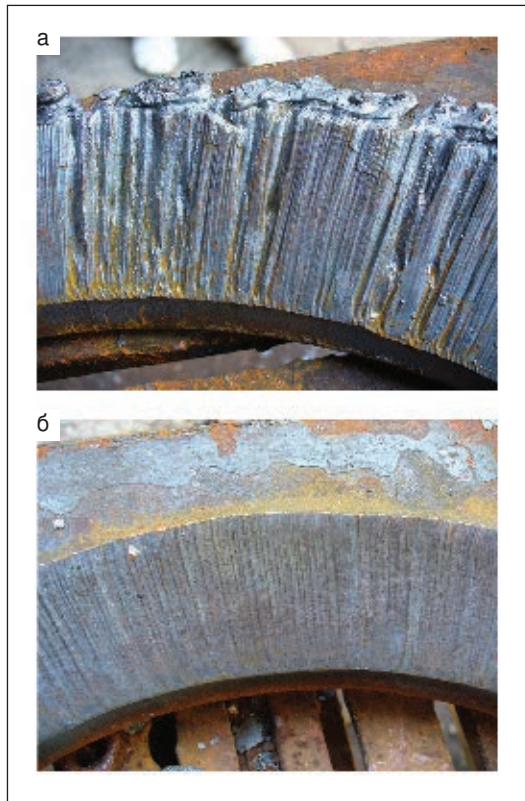


Рис. 3. Качество реза фасок: а — ручным резакком; б — с использованием приспособления. Заготовки перевернуты

резки с использованием полуавтомата «Смена-2М», позволяющего плавно перемещать резак. Полуавтомат «Смена-2М» устанавливают на специальную площадку. Крепление полуавтомата к устройству разработано таким образом, что при попадании роликов полуавтомата на неровности колебания от них не передаются на устройство. Таким образом, крепить разработанное приспособление к полуавтомату «Смена-2М» или перемещать в ручном режиме может рабочий.

● #731



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

**Расскажите, пожалуйста, о магнитном дутье. Как ослабить этот эффект при формировании швов?**

*В.С. Алексеенко (Донецк)*

При дуговой сварке плавящимся электродом под воздействием магнитного дутья нарушается стабильность горения дуги, увеличивается разбрызгивание металла, нарушается формирование шва, образуются несплавления, непроплавления, шлаковые включения и другие дефекты. Как правило, природу магнитного дутья связывают с воздействием следующих факторов:

- остаточной намагниченностью свариваемых изделий;

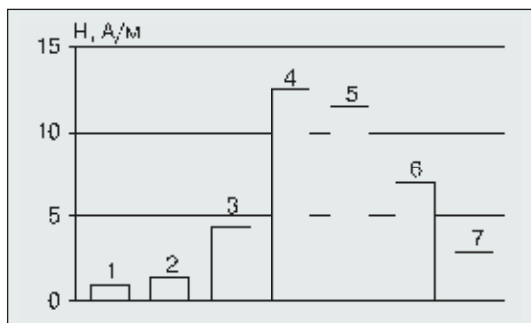


Рис. 1. Диаграмма остаточной намагниченности H изделий после различных технологических операций: 1 — хранение и транспортировка листов стали; 2 — раскрой листов и разделка кромок газовой резкой; 3 — гибка деталей; 4 — автоматическая электросварка; 5 — электрострожка; 6 — механическая обработка кромок; 7 — ручная электросварка

**Таблица. Допустимые значения магнитной индукции  $B_{кр}$  при сварке в различных пространственных положениях**

Способ сварки	$B_{кр}$ (Гс) при положении сварки		
	нижнее	вертикальное	потолочное
Ручная дуговая	30	10	10
Механизированная в смеси газов (80% Ar+20% CO <sub>2</sub> )	100	40	20
Автоматическая под флюсом	250	—	—
Электронно-лучевая	1	1	—

- изменением направления силы тока (повороты линий тока) при его прохождении через электрод, дугу и изделие;
- асимметричным расположением ферромагнитных материалов вокруг дуги;
- неравномерным растеканием тока в свариваемом изделии.

Остаточная намагниченность возникает в результате технологической обработки свариваемых заготовок и деталей при выполнении операций перед сваркой. На рис. 1 показаны средние значения приращения остаточной намагниченности конструкций после выполнения различных технологических операций.

Значение индуктивной составляющей намагниченности ферромагнетиков зависит и от пространственного расположения относительно магнитного поля Земли и может значительно превышать нормы допустимой намагниченности при сварке не только электронным лучом, но и дуговыми способами (таблица).

Остаточную намагниченность устраняют размагничиванием либо применяют компенсирующие контуры и магнитные шунты, препятствующие отклонению сварочной дуги.

Способы размагничивания включают:

- статическое размагничивание с помощью внешнего равномерно меняющегося поля;
- динамическое размагничивание с использованием знакопеременного периодического магнитного поля;
- термическое размагничивание, предусматривающее нагрев конструкции до температуры выше точки Кюри (768°С).

В практике сварочного производства при выполнении швов дуговой сваркой плавящимся электродом стремятся использовать для размагничивания сварочные источники питания. Так, размагничивание труб постоянным током производят с помощью сварочного или оголенного провода сечением 35–50 мм<sup>2</sup>, наматываемого на трубу (рис. 2). Количество витков зависит от степени намагниченности трубы. В качестве

источников постоянного тока используют сварочные выпрямители или преобразователи силой тока 500–1000 А.

Типовая методика размагничивания предусматривает:

- определение величины и направления магнитного поля трубы;
- намотку катушки вокруг трубы;
- подключение катушки к одному или двум сварочным источникам постоянного тока (см. рис. 2, а, б). Последовательное соединение источников используют при размагничивании труб диаметром более 1000 мм;
- пропускание тока по катушке с замерами остаточного намагничивания. В процессе размагничивания при необходимости регулируют силу тока или изменяют его направление;
- уменьшение силы тока до нулевого значения после окончания размагничивания в течение одной минуты с целью плавного снижения магнитного потока. Затем источник питания выключают.

Концы труб размагничивают по такой же технологии (рис. 2, в). Размагничивание с разрывом магнитной цепи (рис. 2, г) осуществляют включением в электрическую цепь электрододержателя с металлической пластиной. Размагничивание производят при силе тока 300 А, замыкая на 10 с сварочный электрод, вставленный в электрододержатель, на металлическую пластину с последующим отсоединением. После каждого цикла замыкания-отсоединения проверяют величину намагниченности и при необходимости продолжают процесс размагничивания.

Размагничивание собранных стыков производят по схеме, показанной на рис. 2, д. Размагничивание переменным током выполняют по описанной выше методике, используя сварочные трансформаторы силой тока 500–1000 А. При этом дополнительно в схему размагничивания включают стальную проволоку диаметром 1,5–3,0 мм и длиной 500–1000 мм, которая служит устройством для плавного снижения силы тока и размагничивающего поля (рис. 3, а). Эта проволока в процессе размагничивания разогревается и перегорает, обеспечивая плавное прекращение размагничивания.

После замера значения размагничивания при необходимости операцию повторяют. Корневой шов заваривают сразу после завершения процесса размагничивания. Отдельные участки состыкованных труб длиной 100–200 мм могут быть размагничены с

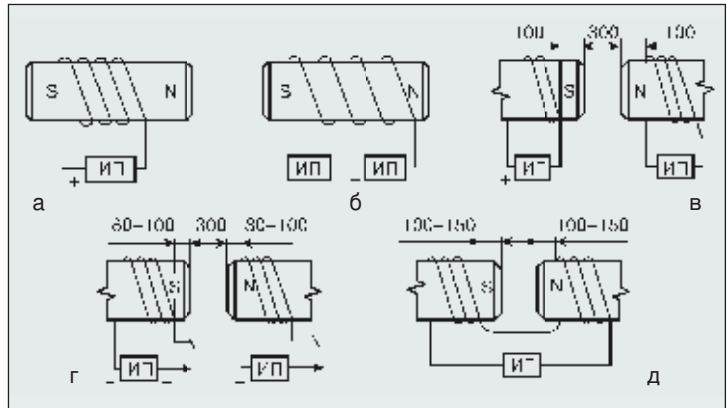


Рис. 2. Схема проведения размагничивания постоянным током: а — по типовой методике с использованием одного сварочного преобразователя; б — по типовой методике с использованием двух последовательно соединенных сварочных преобразователей; в — размагничивание концов труб; г — по методике с разрывом магнитной цепи; д — по методике размагничивания собранных стыков труб (ИП — источник питания (сварочный преобразователь))

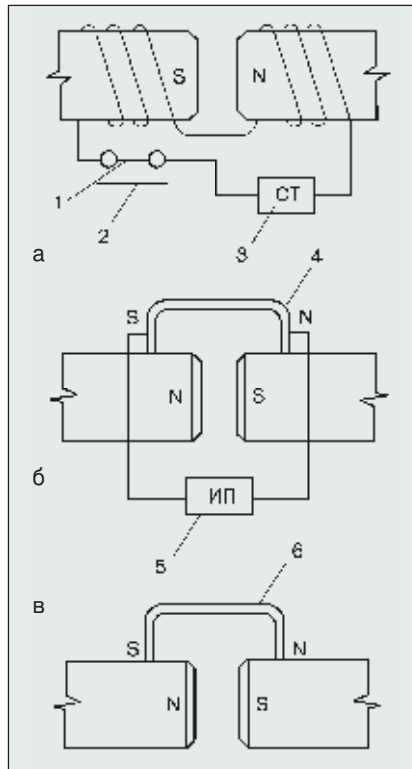


Рис. 3. Схема проведения размагничивания переменным током и магнитами: а — по методике с использованием переменного тока; б — по методике с электромагнитом; в — по методике с постоянным магнитом (1 — стальная проволока; 2 — подкладка из электроизолирующего материала; 3 — сварочный трансформатор; 4 — электромагнит; 5 — сварочный преобразователь (источник питания); 6 — постоянный магнит)

помощью электромагнитов. При этом электромагнит устанавливают на собранный стык так, чтобы северный полюс N электромагнита размещался на кромке трубы, имеющей южный полюс S намагниченности, и наоборот (рис. 3, б). Для размагничивания постоянными магнитами используют цилиндрические или С-образные постоянные магниты (рис. 3, в).

● #732

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

# Основы разработки технологии сварки плавлением\*

## 1. Способы сварки

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

**1.4. Электронно-лучевая сварка.** При электронно-лучевой обработке материалов используют тепловую энергию, выделяющуюся при столкновении быстро движущихся электронов с веществом. Повышая скорость движения электронов и их кинетическую энергию, а также увеличивая число электронов, движущихся в данном объеме (плотность пучка), можно создавать чрезвычайно высокую концентрацию тепловой энергии во времени и пространстве, приводящую к нагреву, плавлению, испарению, тепловому взрыву вещества в зоне торможения или электронного пучка.

Электронно-лучевая сварка (ЭЛС) подобно лазерной позволяет концентрировать энергию на очень маленькой площади. При соударении электронов с поверхностью обрабатываемого объекта их кинетическая энергия почти полностью переходит в тепловую, мощность которой приблизительно равна

$$P = I_{\text{п}} U_{\text{уск}}; I_{\text{п}} = ne/t,$$

где  $I_{\text{п}}$  — сила тока в электронном пучке;  $U_{\text{уск}}$  — ускоряющее напряжение;  $n$  — число электронов в пучке;  $e$  — заряд электрона;  $t$  — время.

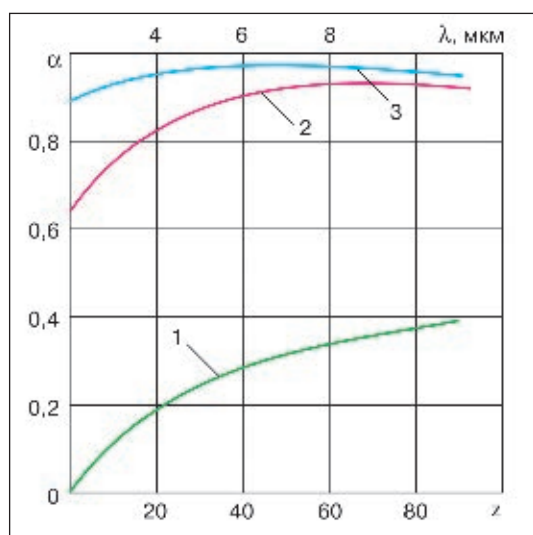


Рис. 11. Зависимость коэффициента отражения  $\alpha$  электронов от заряда  $z$  ядра элемента (кривая 1) и коэффициента отражения света от длины волны  $\lambda$  лазерного излучения для стали (кривая 2) и алюминия (кривая 3) (по А.С. Коротееву, М.Н. Васильеву)

Часть электронов отражается от обрабатываемой поверхности. На рис. 11 приведены кривые зависимости коэффициента отражения  $\alpha$  электронов от заряда  $z$  ядра элемента и для сравнения — коэффициент отражения света от длины волны  $\lambda$  лазерного излучения для стали и алюминия. Согласно этим данным, при взаимодействии электронов с поверхностью металлов отношение мощности, уносимой отраженными электронами, к мощности пучка для железа (стали) составляет 0,25–0,3 и лишь для элементов с большими атомными номерами (вольфрам) достигает 0,5. В то же время большинство металлов на длине волны 10 мкм оптического излучения (именно такая длина волны характерна для  $\text{CO}_2$ -лазеров) имеют коэффициент отражения 0,85–0,95. Для других типов лазеров коэффициент отражения несколько ниже.

Характерно, что при увеличении энергии электронов отражение последних уменьшается. Этот эффект связан с тем, что максимум энергосвечения электронного пучка находится не на поверхности твердого тела, а на некотором расстоянии под ней.

Незначительная часть (0,1–3%) кинетической энергии электронов преобразуется в рентгеновское излучение.

Электронный пучок генерируется в электронно-лучевой пушке, схема которой показана на рис. 12. Катод 2, выполненный в виде таблетки из лантан-борида, разогревается бомбардировкой электронами, извлекаемыми из накаливаемой током вольфрамовой спирали 1 и ускоряемыми полем специального источника бомбардирующего напряжения. Испускаемые катодом электроды ускоряются в электрическом поле высокой напряженности, создаваемом между катодом 2 и анодом 4. Форму катода, управляющего электрода 3 и анода 4 согласуют с ускоряющим напряжением и выбирают такой, чтобы получить минимальный диаметр пучка — кроссовер. Расходящийся за кроссовером пучок фокусируют с помощью маг-

\* Продолжение. Начало в №1-4-2013.

нитной линзы 5 в плоскости свариваемого изделия 7 или близкой к нему. Диаметр фокального пятна определяет максимальную концентрацию (плотность) мощности пучка и его технологические возможности. Величина пятна определяется диаметром кроссовера и расстоянием  $a$  и  $b$  плоскостей их расположения от оптического центра магнитной линзы:

$$d_{\text{п}} = d_{\text{кр}} (b/a).$$

Электроны характеризуются максимальным отношением заряда к массе  $e/m$ , поэтому траектория их движения существенно меняется даже в слабых магнитных полях. Это обстоятельство широко используют для управления электронными пучками при сварке. При выходе из пушки пучок проходит через отклоняющую систему 6 (см. рис. 12) из двух взаимно перпендикулярных магнитных полей, каждое из которых в свою очередь перпендикулярно к оси пучка. Меняя величину и закон изменения тока в отклоняющих катушках, можно добиться изменения положения пучка в пространстве и его движения практически по любому закону.

Современные пушки формируют пучки с углом схождения  $\alpha_1 = 0,02$  рад. Максимальный технологический эффект достигают в наиболее узкой части пучка, а именно в его фокальной плоскости.

Плотность энергии электронного пучка может изменяться в достаточно широких пределах от  $10^2$  до  $5 \cdot 10^8$  Вт/см<sup>2</sup>.

Использование вакуумной защиты при ЭЛС позволяет существенно влиять на качественные характеристики процесса. Вакуум не только является защитной средой, предохраняющей металл от действия атмосферы, но и ускоряет и более полно завершает термодинамические процессы, протекающие в расплавленном и нагретом металле. Кинетическая роль вакуума наиболее ярко проявляется в резком ускорении выхода газов из металла, а термодинамическая — в значительно более полном удалении примесей. Установлено, что вакуумная среда активно воздействует на нагретый расплавленный металл, обеспечивая его дегазацию, повышение плотности, удаление оксидов, примесей и загрязнений как с поверхности, так и из внутренних слоев металла.

Вакуум сильно влияет на проплавление металла особенно при соединении элементов большой толщины. В начальный период сварки из-за высокой концентрации энер-

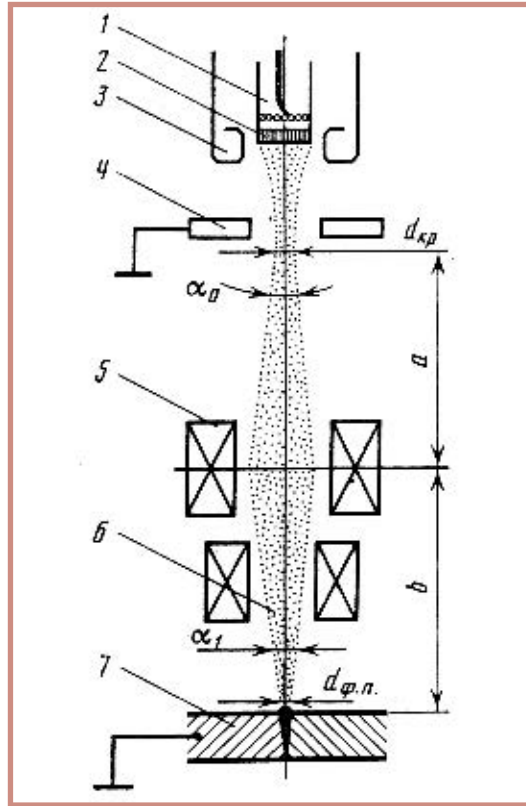


Рис. 12. Схема электронной пушки с термоэмиссионным катодом (по Г.И.Лескову): 1 — накаливаемая спираль; 2 — катод; 3 — управляющий электрод; 4 — анод; 5 — магнитная линза; 6 — пучок; 7 — свариваемое изделие

гии в пятне нагрева и высокого температурного градиента происходит преимущественно испарение металла. В дальнейшем по мере нагрева металл плавится и образуется сварочная ванна. Под воздействием реактивного давления паров, которое усиливается под влиянием вакуума, жидкий металл оттесняется из зоны нагрева и образуется сварочная ванна. При этом оголяемые глубинные слои металла, воспринимая энергию электронов, плавятся, испаряются, вытесняются, образуется паро-газовый канал и наступает динамическое равновесие всех сил, действующих на сварочную ванну (давление электронного пучка, давления силы тяжести, давления отдачи при испарении, давления паров в канале, поверхностного натяжения и др.).

В электронно-лучевой пушке обычно создают вакуум  $10^{-3}$  Па, а в рабочей камере в процессе работы — менее  $5 \cdot 10^{-2}$  Па. Такой вакуум обеспечивает надежную работу электронно-лучевой пушки при высоких напряжениях и позволяет остро фокусировать пучок при отсутствии соударения электронов с молекулами остаточного газа. Современное состояние вакуумной техники (рабочие камеры объемом  $400 \text{ м}^3$  с высокопроизводительными системами вакуумирования) позволяет использовать это преимущество и при сварке относительно больших деталей.

В ряде случаев прибегают к локальному вакуумированию зоны сварки. При этом электронно-лучевую пушку монтируют на вакуумной камере, которую устанавливают на свариваемом изделии и перемещают в направлении сварки. В этом случае изделие является частью вакуумной камеры. Сварку можно вести неподвижными установками в так называемом локальном вакууме и подвижными — мобильном вакууме. И в том, и в другом случае обратную сторону свариваемого участка нужно герметизировать. При сварке в мобильном вакууме для этой цели применяют обратный уплотнитель, перемещающийся синхронно со сварочной пушкой. Изоляцию от атмосферы обеспечивают системой ступенчатого вакуумирования. Уплотнительная система выполнена так, чтобы полностью исключить ее повреждение горячим усилением сварочного шва или действием теплоты, выделяющейся при сварке. Для предотвращения попадания воздуха через еще не заваренный зазор последний закрывают фольгой.

С помощью системы ступенчатого вакуумирования электронный пучок можно выводить из вакуума в атмосферу. Мощность его при выходе быстро уменьшается, поэтому указанный способ сварки применяют относительно редко. До последнего времени ЭЛС с выводом пучка в атмосферу и защитой зоны сварки инертными газами применяли исключительно для соединения тонколистовых материалов в автомобилестроении. Ведутся также работы по применению этого способа сварки в крано- и судостроении.

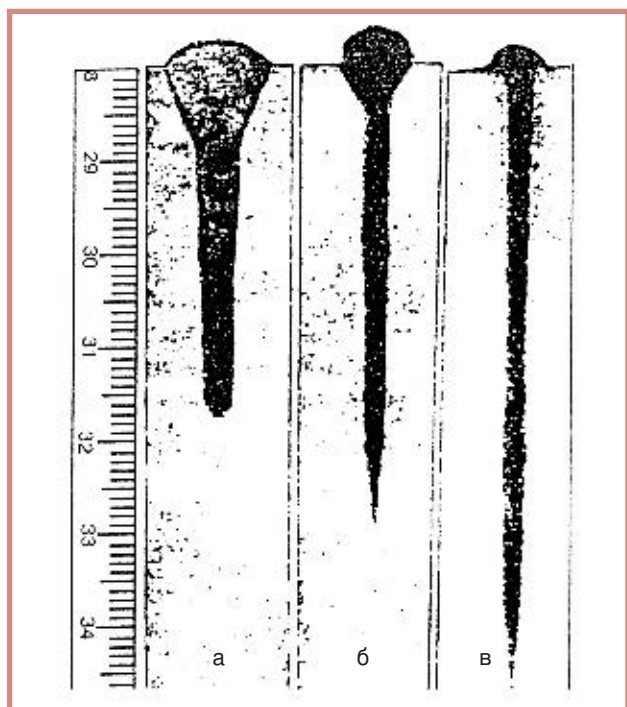


Рис. 13. Макрошлифы стали 1X18H9Т, проплавленной электронными пучками, сформированными при различных ускоряющих напряжениях: а —  $U_{\text{уск}} = 30$ ; б — 60; в — 100 кВт (по Б.Е. Патону, Г.И. Лескову)

Кроме вакуума, основными параметрами ЭЛС являются ускоряющее напряжение  $U_{\text{уск}}$ , сила тока пучка  $I_{\text{п}}$ , скорость сварки  $V_{\text{св}}$ , расстояние от пушки до изделия и от пушки до плоскости фокусировки.

В общем виде среднюю глубину проплавления можно определить по формуле

$$H = 0,4\eta_{\text{пр}} P/V_{\text{св}} SB,$$

где  $\eta_{\text{пр}}$  — полный тепловой КПД;  $P$  — мощность электронного пучка;  $V_{\text{св}}$  — скорость сварки;  $S$  — теплоемкость единицы объема расплавленного металла;  $B$  — среднее значение ширины шва.

Экспериментально установлено, что  $B = (1-2)d_{\text{п}}$  (здесь  $d_{\text{п}}$  — диаметр пучка). При одинаковом диаметре пучка с ростом ускоряющего напряжения  $U_{\text{уск}}$  глубина проплавления увеличивается. На рис. 13 показаны макрошлифы стали 1X18H9Т, проплавленной электронными пучками, сформированными при различных ускоряющих напряжениях (30, 60 и 100 кВ).

При сварке на низковольтных установках (ускоряющее напряжение менее 50 кВ) получают меньшую глубину проплавления, чем глубина при сварке на высоковольтных (ускоряющее напряжение до 200 кВ). При высоких ускоряющих напряжениях уменьшается диаметр пучка в фокусе. Поэтому отклонения от оптимальной фокусировки влияют на процессы сварки в меньшей степени, снижается требуемая погонная энергия, уменьшается ширина швов и коробление свариваемых изделий. Однако в отличие от низковольтных установок при работе на высоковольтных установках должна быть предусмотрена защита от рентгеновского излучения.

Поскольку диаметр остро сфокусированных электронных пучков равен нескольким миллиметрам, для обеспечения одинакового и равномерного проплавления обеих кромок требуется совмещение пучка с плоскостью стыка с погрешностью не более  $\pm 1$  мм.

Предварительное совмещение пучка обычно выполняет оператор вручную до вакуумирования камеры и включения электронного пучка. Наблюдение за процессом совмещения может осуществляться с помощью волоконно-оптических систем.

Наиболее эффективными системами позиционирования электронного пучка и наблюдения за процессом сварки являются растровые телевизионные устройства, в которых для этих целей используют вторичную эмиссию электронов из зоны воздействия пучка.

Установлено, что при изменении мощности пучка  $P$  за счет увеличения  $I_{\text{п}}$  ширина шва  $B$  возрастает, а глубина проплавления  $H$  практически не изменяется. В процессе формирования швов при ЭЛС могут образоваться специфические дефекты: пустоты в корне шва (холодные затворы), полости большой протяженности (ложные каналы), узкие щели в плоскости симметрии шва. При кристаллизации шва могут появляться трещины и поры. Сварка мо-



жет сопровождаться разбрызгиванием и выплесками расплава из сварочной ванны, что связано с нарушением гидродинамической стабильности сварочной ванны.

Упомянутые выше дефекты и недостатки устраняют путем использования различных приемов: полного проплавления, развертки наклона электронного пучка, применения присадки, сварки смещенным и расщепленным пучком, модуляции тока электронного пучка и др.

В отличие от других сварочных источников нагрева электронный пучок весьма чувствителен к действию магнитных полей. Остаточные магнитные поля в изделиях из ферромагнитных материалов отклоняют электронный пучок, что приводит к искривлению его траектории и образованию непровара стыка по всей толщине. Компенсировать отклонение пучка при сварке тонколистовых металлов можно частично с помощью отклоняющей системы сварочной пушки либо более радикальным способом — размагничиванием. При сварке толстолистового металла и в случае неравномерной намагниченности стыка необходимо производить размагничивание.

Размагничивание проводят различными способами: за счет нагрева свариваемого ферромагнитного материала выше точки Кюри, при помощи внешнего равномерно меняющегося магнитного поля, посредством внешнего знакопеременного периодического магнитного поля.

Электронно-лучевую сварку в нижнем положении осуществляют как без подкладки, так и на подкладке. Эту технологию сварки применяют для соединения сталей толщиной до 40 мм, титановых и алюминиевых сплавов толщиной до 80 мм. Наиболее предпочтительна сварка с горизонтальным и вертикальным расположением стыка. Сварку в потолочном положении применяют только в исключительных случаях при соединении элементов толщиной до 20 мм.

Электронно-лучевая сварка обладает рядом существенных достоинств, к которым относят:

- высокую концентрацию энергии в электронном пучке и локальность нагрева, позволяющих получать швы с отношением глубины к ширине до 50 и малое время пребывания металла в расплавленном состоянии;
- минимальные деформации свариваемого изделия;
- надежную защиту расплава сварочной ванны от окисления и насыщения азотом за счет вакуума;
- возможность регулирования с высокой точностью энергетических и геометрических параметров электронных пучков и на этой основе точного дозирования энергии, вводимой в свариваемое изделие;
- возможность сварки сложных конструкций в углублениях и труднодоступных местах за счет того, что расстояние от пушки до зоны сварки

обычно составляет 50–200 мм, а при применении мощных пушек может быть увеличено до 1500 мм.

В качестве недостатков, присущих ЭЛС, выделяют:

- необходимость тщательной подготовки свариваемых поверхностей (размагничивание, очистка, обеспечение зазора в стыке не более 0,1–0,3 мм);
- сложное и дорогостоящее сварочное оборудование (вакуумная техника, высокоточные механизмы перемещения, высоковольтная электроника, системы управления);
- большую продолжительность подготовительных операций (монтаж-демонтаж свариваемого изделия, вакуумирование-развакуумирование, тестирование электронной пушки и других функциональных систем, наведение на стык и др.);
- трудности правильного выбора режима сварки, наблюдения за зоной сварки, слежения за свариваемым стыком, контроля пространственно-энергетических характеристик электронного пучка;
- ограниченную свариваемость ряда металлов и сплавов из-за вакуума и высокой энергии электронного пучка;
- невозможность сварки неэлектропроводных материалов;
- необходимость защиты от рентгеновского излучения.

На основе анализа приведенных выше достоинств и недостатков, свойственных ЭЛС, а также соответствующих экономических расчетов конкретный потребитель принимает решение о применении этого способа для решения своих задач. Благодаря ЭЛС эффективно решают сложные производственные задачи в автомобилестроении, аэрокосмической и других отраслях промышленности, при создании изделий из различных сталей, алюминиевых и титановых сплавов.

Альтернативой ЭЛС обычно является лазерная сварка. По некоторым данным экономически лазерная сварка выигрывает или сравнима с электронно-лучевой при мощности пучков до 5 кВт (толщина металла до 6 мм). При большей мощности ЭЛС считается более экономичной, чем лазерная. С этим нельзя полностью согласиться, так как затраты следует оценивать с учетом конструктивных особенностей изделия (используемых материалов, формы и габаритов), а также объемов производства.

За последние 10–15 лет оба способа сварки непрерывно совершенствовались. ЭЛС совершенствовалась за счет применения электроники, систем управления, вакуумирования и энергетических источников. Лазерная сварка развивается в направлении повышения мощности лазеров, их КПД и систем управления. Ее огромное преимущество в том, что ее можно использовать вне вакуума, но пока только в диапазоне толщин материала до 20 мм. ● #733

*Продолжение в следующих номерах журнала.*

# Комплексно-автоматизированная линия по изготовлению хребтовых балок грузовых вагонов

А.Н. Моторин, Б.Г. Цыган, В.А. Дорошенко, ООО «НПФ «Техвагонмаш» (Кременчуг)

*Насыщение рынка грузовыми вагонами определяет те требования, которые к ним предъявляют: улучшение технических характеристик и обеспечение надежности эксплуатации. Выполнение этих требований позволит значительно уменьшить количество внеплановых ремонтов и, следовательно, повысить экономическую эффективность эксплуатируемого грузового подвижного состава.*

В настоящее время одним из самых крупных объектов транспортного машиностроения в Европе по объему инвестиций и уровню технического оснащения является закрытое акционерное общество «Тихвинский вагоностроительный завод» (ЗАО «ТВСЗ»), введенный в эксплуатацию 30 января 2012 г., который выпускает 13 тыс. грузовых вагонов в год.

Предприятие представляет собой современное производство с полным технологическим циклом, выпускающее грузовые вагоны с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

ЗАО «ТВСЗ» решает задачу обеспечения рынка железнодорожной техники эксклюзивной, конкурентоспособной продукцией, созданной по передовым технологиям.

В настоящее время завод производит четыре типа грузовых железнодорожных вагонов: полувагон с глухим кузовом (рис. 1), универсальный полувагон с разгрузочными люками (рис. 2), вагон-хоппер для мине-

ральных удобрений (рис. 3), вагон-платформу для крупнотоннажных контейнеров погрузочной длиной 24,39 м. Конструкции вагонов являются результатом совместной разработки компании Starfire Engineering Technologies (США) и российских специалистов. За основу взята тележка Barber S-2-R с нагрузкой 23,5 т и 25 т оси колесной пары на рельсы компании Standard Car Truck (США) и типовая тележка 18-100.

Благодаря улучшенным технико-экономическим показателям, конструктивным решениям, эксплуатационной надежности и экономической эффективности вагоны Тихвинского вагоностроительного завода выгодно отличаются от аналогов, выпускаемых в странах СНГ, и способны конкурировать с современными образцами зарубежного подвижного состава.

Дальнейшее наращивание объемов выпуска вагонов, повышение уровня их надежности заводчане связывают, прежде всего, с повышением уровня механизации и автоматизации производственных процессов и уменьшением влияния человеческого фактора на качество изготавливаемой продукции.

Примером служит комплексно-автоматизированная линия, созданная украинской фирмой ООО «НПФ «Техвагонмаш» и внедренная на ЗАО «ТВСЗ» для изготовления



Рис. 1. Полувагон модели 12-9833 с глухим кузовом с нагрузкой от оси колесной пары на рельсы 23,5 т



Рис. 2. Универсальный полувагон модели 19-12-9853 с разгрузочными люками с нагрузкой от оси колесной пары на рельсы 25 т



Рис. 3. Вагон-хоппер модели 19-9835 для перевозки минеральных удобрений с нагрузкой от оси колесной пары на рельсы 23,5 т

одного из основных сварных узлов рамы грузового вагона — хребтовой балки. Линия позволяет полностью автоматизировать процесс изготовления хребтовых балок грузовых вагонов повышенного качества.

Внедренная в производство линия по изготовлению хребтовых балок является универсальной и позволяет выпускать их для трех типов вагонов на одном и том же оборудовании. Она выполнена в виде отдельных рабочих мест, размещенных в соответствии с последовательностью выполнения технологического процесса, но не связанных между собой общим транспортом. Перемещение готовых изделий с одного рабочего места на другое осуществляется посредством кран-балок с дистанционным управлением.

Технологический процесс изготовления хребтовых балок начинается со сборки двух Z-образных профилей и установки между ними передних и задних упоров. Сборка осуществляется на специализированном стенде, который используется для сборки хребтовых балок люкового и глуходонного полувагонов и вагона-хопфера.

В состав стенда входит приспособление для сборки упоров (рис. 4), манипулятор (рис. 5) и кондуктор (рис. 6).

С помощью приспособления для сборки упоров (рис. 6) собирают комплект упоров с зафиксированным между ними расстоянием, равным 625 мм.

Стол приспособления представляет собой сварную металлоконструкцию и обеспечивает поперечное базирование и закрепление упоров боковыми элементами и прижимами. В вертикальной плоскости упоры укладывают на горизонтальные пластины, а в продольной — на продольные базы. При этом расстояние между упорами должно быть в пределах 622–625 мм.

Перемещение и установка упоров в кондуктор для сборки с зетами осуществляется манипулятором Famatec. Манипулятор (рис. 5) состоит из колонны с ломающейся стрелой, с закрепленной на ней траверсой, обеспечивающей продольную и вертикальную фиксацию упоров.

Упоры устанавливаются между зетами, предварительно собранными в кондукторе, и базируются на плоскости полок зетов основания хребтовой балки. Наружные прижимы стенда обеспечивают безззорное соединение между стенками зетов и упорами.

Для обеспечения сборки комплекта упоров с балками разных типов вагонов травер-

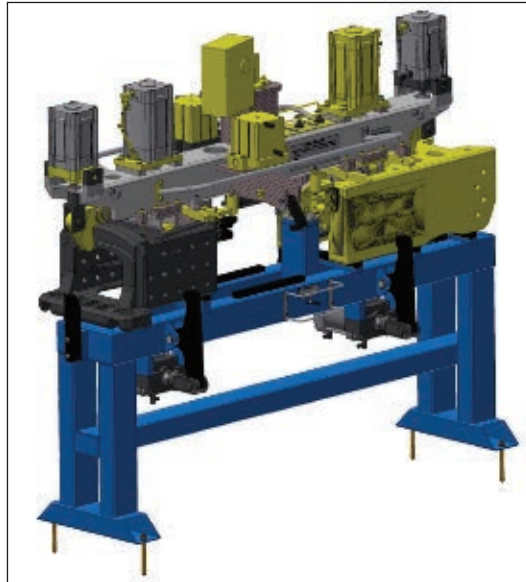


Рис. 4. Приспособление для базирования



Рис. 5. Манипулятор Famatec для закрепления и перемещения комплекта упоров



Рис. 6. Кондуктор для сборки хребтовой балки

са оснащена перенастраиваемыми базирующимися элементами. Переналадка производится автоматически, нажатием кнопки на сенсорной панели, соответствующей собираемой модели хребтовой балки, и заключа-

ется в развороте вертикальных базирующих элементов.

Собранные в кондукторе детали сваривают дуговой сваркой. После этого балку освобождают от прижимов, откидных и накладных шаблонов и передают на следующее рабочее место — установку для сборки и сварки хребтовой балки с двутавром.

Установка представляет собой комплекс технологического оборудования, обеспечивающего сборку и прихватку двутавра к хребтовой балке и последующую их сварку в автоматическом режиме благодаря применению электромеханической системы слежения, которая выполняет изменение положения горелки относительно оси сварного соединения (рис. 7).

Установка (рис. 7) состоит из станда 1, транспортной системы 2, тележек 3, предназначенных для перемещений сварочных автоматов и источников питания, тележки прижатия 4 портального типа и пульта управления 5.

Станд 1 обеспечивает базирование хребтовой балки и двутавра в продольном и поперечном положениях относительно друг друга. Состоит из рамы, механизма прогиба, распорок, боковых прижимов, ловителя, захватов, подъемника и жесткого продольного упора.

Рама выполнена в виде жесткой сварной конструкции, на которой смонтированы все элементы станда. Оснащена направляющими, обеспечивающими прямолинейное пе-

ремещение тележки 4, и одновременно являются базой, обеспечивающей точность установки двутавра относительно оси хребтовой балки.

Для компенсации сварочных деформаций, образующихся при приварке двутавра к хребтовой балке, станд оснащен устройством обратного прогиба. Устройство осуществляет прогиб балки в вертикальной плоскости и представляет собой рычажный механизм, приводимый в движение двумя пневмоцилиндрами. Величину угла прогиба в вертикальной плоскости при приварке двутавра определяют опытным путем.

Пневмораспорки обеспечивают стабильность размера  $350 \pm 1$  мм в районах установки промежуточных балок, а также стабильность положения продольной оси хребтовой балки относительно направляющих рамы.

Боковые прижимы за счет жесткого прижима Z-образных профилей к стойкам станда позволяют практически полностью предупредить возникновение сварочных деформаций полок зетов хребтовой балки. Симметричность размещения двутавра относительно поперечной оси хребтовой балки обеспечивается ловителем. Привод ловителя — пневматический.

Перемещение сварочных установок в продольном направлении с маршевой и сварочной скоростями обеспечивается транспортной системой 2, выполненной в виде направляющих, по которым прямолинейно перемещаются две тележки 3.

Тележка 3 представляет собой платформу, оснащенную четырьмя колесами. На платформе смонтированы сварочные установки с источниками питания сварочного тока, подающие механизмы, системы слежения и системы вентиляции. Тележка перемещается вдоль свариваемого узла по направляющим с помощью зубчатой рейки.

Скорость движения тележки, в зависимости от скорости образования шва заданного сечения, устанавливается плавным изменением числа оборотов асинхронного электродвигателя с помощью частотного преобразователя.

В целях уменьшения сварочных деформаций и сокращения времени цикла приварки двутавра выполняют одновременно двумя установками: одна из установок выполняет приварку двутавра от начала хребтовой балки до ее середины, а вторая — от ее середины до конца.

Портальная тележка 4 обеспечивает центровку двутавра относительно оси хребто-

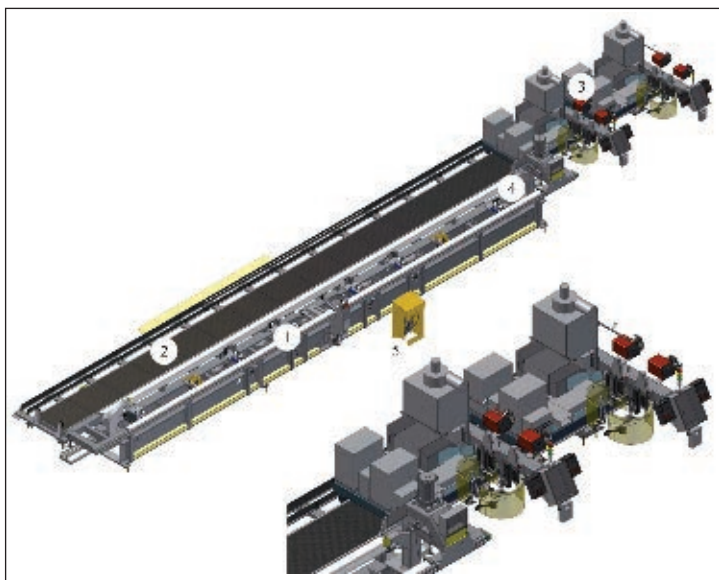


Рис. 7. Установка для автоматической сварки хребтовой балки с двутавром: 1 — станд; 2 — транспортная система; 3 — тележки для перемещения сварочных автоматов и источников питания; 4 — тележка для установки двутавра; 5 — пульт управления

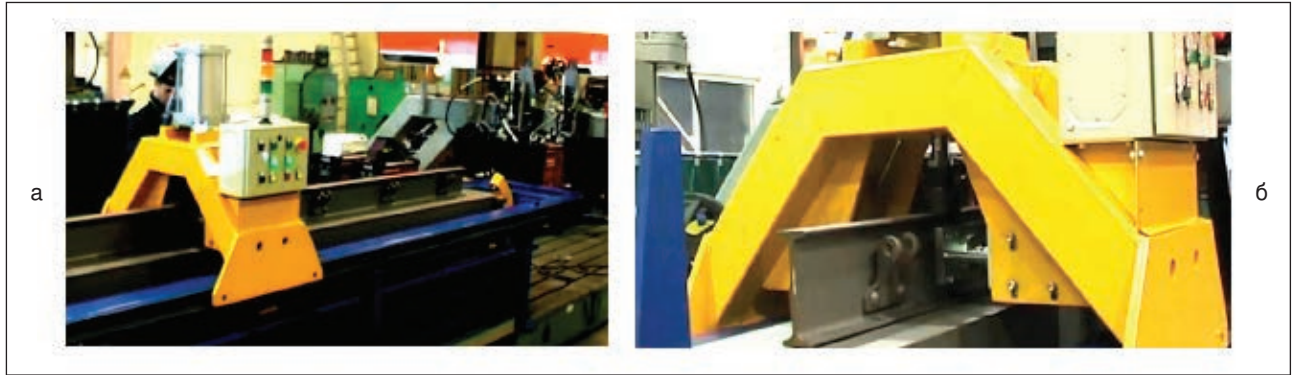


Рис. 8. Общий вид сборочной тележки (а) со смонтированными на ней вертикальным и боковым пневмоприжимами (б)

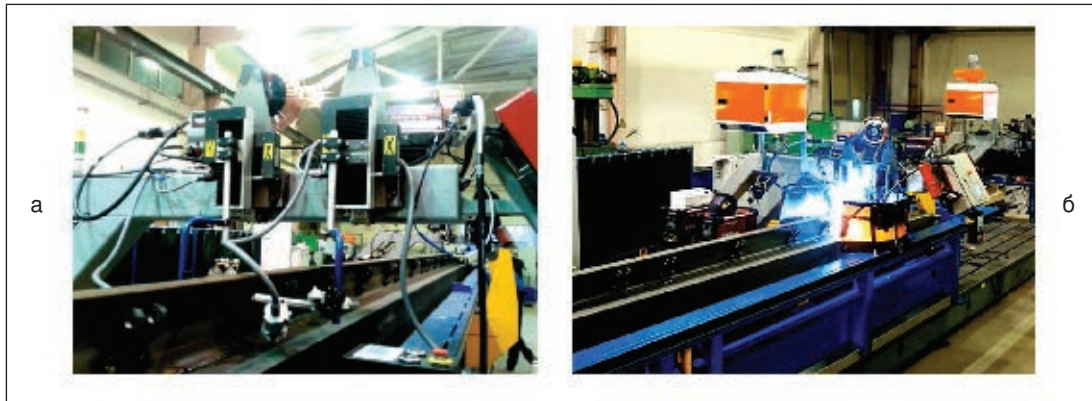


Рис. 9. Общий вид установки для автоматической сварки хребтовой балки с дугавром: а — в процессе наладки; б — в процессе сварки

вой балки. Поперечную ориентацию и вертикальный прижим дугавра к хребтовой балке обеспечивают пневмоцилиндры. Привод перемещения тележки — электро-механический. Регулировку скорости выполняет частотный преобразователь.

Пульт управления 5 обеспечивает работу как в наладочном, так и в автоматическом режиме.

Технологический процесс сборки и приварки дугавра к хребтовой балке осуществляется в такой последовательности.

Хребтовую балку укладывают на стеллажные полки вниз и фиксируют.

Далее приводят в рабочее положение лоток, на который укладывают дугавр. Затем с пульта управления, размещенного непосредственно на сборочной тележке порталного типа (рис. 8, а), подается команда для ее перемещения относительно свариваемого узла.

Тележка для установки дугавра оснащена боковым и верхним пневматическими прижимами (рис. 8, б). Перемещаясь вдоль стеллажа, тележка фиксируется в строго определенных местах и выполняет центровку дугавра и прижим его к хребтовой балке в вертикальной плоскости. Следом за тележкой перемещается сварочная установка и производит прихватку дугавра к хребтовой бал-

ке, а тележка выходит из зоны действия стеллажа и осуществляется обратный прогиб балки. Затем тележка 3 (см. рис. 7), которая выполняла прихватку, возвращается на середину балки, вторая подводится к началу балки, после чего они одновременно выполняют приварку дугавра (рис. 9).

Приварку дугавра выполняют одновременно с двух сторон в среде защитных газов MIX (82%Ar+18%CO<sub>2</sub>) проволокой G4Si1 диаметром 1,2 мм. Режим сварки:  $V = 1...1,2$  м/мин;  $I = 280...310$  А;  $U_d = 28...30$  В.

Для выполнения сварки используют синергетические источники питания инверторного типа модели Lincoln Electric Power Wave S 500 (США) (рис. 10).

Указанные аппараты характеризуются быстрой реакцией на изменение длины дуги и наличием более 65 сварочных программ, что позволяет обеспечить оптимальное качество сварки.

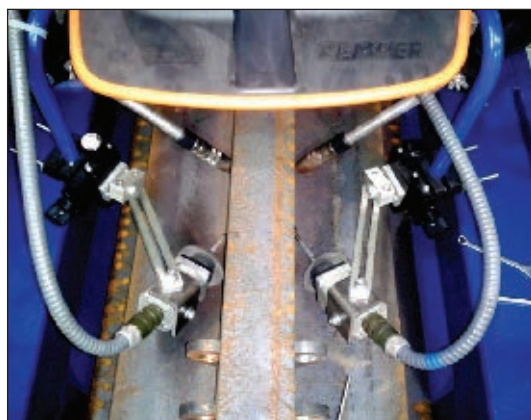
В целях обеспечения точности перемещения сварочных головок относительно оси свариваемого соединения использованы электро-механические датчики тактильного типа Caprapo (Италия) (рис. 11).

Работа системы слежения за сварочным стыком построена таким образом, что датчик, жестко связанный с мундштуком, перемещается впереди него и подает сигнал,

Рис. 10.  
Источник  
питания  
сварочного  
тока  
PowerWave  
S500



Рис. 11.  
Электро-  
механическая  
система  
слежения  
Carpano



пропорциональный отклонению от траектории.

Электрическая схема, воздействуя на электродвигатель поперечного смещения головки автомата, перемещает головку до тех пор, пока сигнал с датчика не исчезает или не становится минимальным. Датчик системы слежения позволяет с точностью до 0,2 мм следить за положением оси стыка при сварке.

По окончании процесса сварки тележки возвращаются в исходное положение. Все операции выполняются в автоматическом режиме.

Сваренный узел передается на склад или для сверления и клепки хребтовой балки и далее — на роботизированную установку для сварки внутреннего шва хребтовой балки.

Установка (рис. 12) представляет собой комплекс технологического оборудования, обеспечивающего роботизированную сварку внутреннего продольного шва хребтовой балки люкового полувагона, и состоит из стенда 1, транспортной системы 2, платформы с

**Технические характеристики установки для сборки и приварки двутавра к хребтовой балке**

Габаритные размеры собираемых изделий, мм ..... 12960×610×500  
Производительность, балок/ч..... 2,5

**Стенд для сборки:**

Механизм ориентации хребтовой балки ..... Пневматический  
Механизм вертикальной фиксации хребтовой балки..... Пневматический  
Механизм прогиба ..... Пневматический  
Усилие прогиба, Н..... 320 000  
Максимальная величина прогиба, мм . . 140  
Механизм привода опоры ..... Пневматический  
Тип опоры ..... Регулируемая  
Угол поворота опоры, град. .... 90

**Тележка для установки двутавра:**

Тип..... Портальный  
Механизм перемещения ..... Электромеханический  
Мощность, кВт ..... 0,7  
Скорость перемещения, м/мин ... 0–12,8  
Принцип регулирования..... Частотный  
Механизм центровки двутавра ..... Пневматический

**Тележка перемещения сварочных автоматов и источников питания:**

Привод перемещения тележки ..... Электромеханический  
Количество тележек, шт. .... 2  
Принцип регулирования сварочной скорости..... Частотный  
Тип шва ..... Нестандартный  
Количество одновременно свариваемых швов, шт. .... 2  
Система слежения за швом. . . Электромеханическая (Carpano)  
Тип сварочной головки . . . Lincoln Electric  
Количество сварочных полуавтоматов, шт. .... 4  
Способ сварки . . . В среде защитных газов  
Тип источника питания ..... Power Wave S500  
Количество источников питания, шт. . . 4  
Рабочее давление воздуха, МПа . . 0,7–0,8  
Расход воздуха, м<sup>3</sup>/ч. .... 22,6  
Установленная мощность, кВт ..... 3  
Габаритные размеры, мм ..... 19300×5460×2050  
Масса, кг..... 15970

роботами и сварочными источниками питания 3, пульта управления 4 и ограждения 5.

Стенд 1 обеспечивает базирование хребтовой балки. Он состоит из рамы двух механизмов прогиба, механизма захвата, досылателей, подводимых опор и разжимов.

Рама выполнена в виде жесткой сварной конструкции, на которой смонтированы все элементы стенда. Ориентацию хребтовой балки в продольном положении выполняет центратор, базирующий балку по передним упорам.

В целях снижения сварочных деформаций при сварке внутреннего шва были использованы крепление и прогиб изделия в сторону, обратную его усадке, сварка двумя роботами одновременно (первый от начала до середины балки, второй от середины до конца балки). Прогиб выполняется устройствами (рис. 13), размещенными по краям балки и осуществляющими ее прогиб в вертикальной плоскости. Устройства выполнены в виде рычажного механизма, приводимого в движение пневмоцилиндром. Для разгрузки устройства и регулировки величины прогиба предусмотрены подводимые опоры. Величина прогиба устанавливается на опоре вращением опорных стоек. Привод перемещения опоры — пневматический.

Балку при ее прогибе в вертикальной плоскости удерживает пневматический захват, установленный в середине стенда. Базирование балки в поперечном положении обеспечивают стационарные упоры и пневматические боковые досылатели.

Для обеспечения стабильности внутреннего размера  $350 \pm 1$  на стенде установлены пневматические разжимы. Кожухи защищают внутреннюю полость стенда от попадания в нее флюса и шлаковой корки.

Транспортная система 2 (рис. 12), обеспечивающая прямолинейное перемещение платформ со сварочным оборудованием 3 вдоль стенда, состоит из направляющих и системы гибких траков.

По транспортной системе перемещаются две платформы 3, на которых установлены роботы и сварочные источники питания. Привод платформы — электромеханический.

Перемещение платформы осуществляется посредством зубчатой реечной передачи и управляется контроллером робота. Приводом платформы является серводвигатель в системе управления роботом, он же его дополнительная ось. Перемещение платформ синхронно с перемещениями основных шести осей робота. Конечные положе-

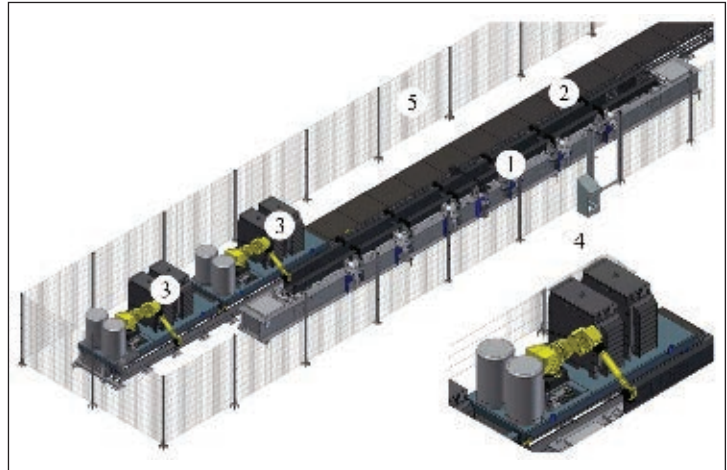


Рис. 12. Установка для сварки внутреннего шва хребтовой балки: 1 — стенд; 2 — транспортная система; 3 — платформы с роботами и сварочными источниками питания; 4 — пульт управления; 5 — ограждение



Рис. 13. Механизм прогиба хребтовой балки

ния контролируются концевыми выключателями. На платформах смонтированы роботы (рис. 14) модели Fanuc M-710iC/70 (Фанук, Япония). Для увеличения производительности сварочных роботов на линии смонтированы две платформы. Сварку выполняют два робота одновременно: первый робот — от начала балки к середине, второй — от середины к концу балки.

**Основные технические характеристики робота M-710iC/70:**

Контролируемые оси .....	6
Максимальная досягаемость, м .....	2,05
Максимальная грузоподъемность, кг .....	70
Повторяемость, мм .....	0,07
Масса, кг .....	560

Рабочая зона робота закрыта защитным ограждением с дверями, при открытии которых во время работы срабатывают аварийные выключатели, при этом движение роботов и процесс сварки останавливается.

Рис. 14. Промышленный робот Fanuc M-710iC/70 и его геометрические параметры

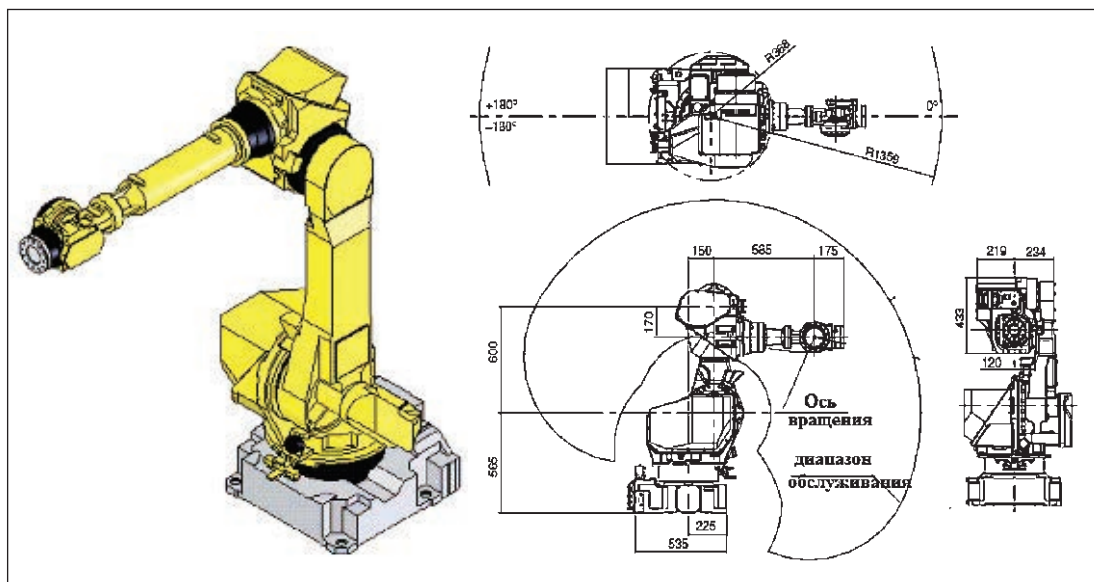


Рис. 15. Источник питания для сварки под флюсом



Рис. 16. Двухдуговая установка для сварки внутреннего шва хребтовой балки



Кроме роботов, на платформах размещены по два источника питания инверторного типа Lincoln Electric Power Wave AC/DC 1000 SD (рис. 15) для сварки под флюсом и система рециркуляции флюса. Управление сварочными источниками и системой рециркуляции флюса обеспечивается системой управления роботом.

Источник питания Power Wave AC/DC 1000 SD – это один из первых сварочных источников, который позволяет по программе, без физического переключения кабелей, изменять форму сварочного тока, выполнять сварку на постоянном или переменном токе, менять вольт-амперную характеристику, без прерывания сварки имеется возможность изменять сварочный ток, напряжение дуги, скорость подачи проволоки, амплитуду переменного тока и баланс.

Возможность изменения этих параметров позволяет обеспечить заданные ширину и глубину проплавления. В зависимости от требования технологического процесса, источники могут быть подключены параллельно для получения сварочного тока до 2000 А при 100% ПВ на одну дугу либо последовательно для мультидугового процесса.

Сварку выполняют закрепленными на запястье робота двумя сварочными головками модели MAXsa™ 29 (рис. 16), обеспечивающими мультидуговую сварку под флюсом (TandemArc). Электроды расположены последовательно по отношению к оси сварного шва. Сварочные источники в роботизированном комплексе с контроллерами Lincoln Electric MAXsa™ 29 позволяют одновременно реализовать функции управления сварочными процессами на разно-



родных токах каждой дуги (постоянный — DC, либо переменный ток — AC).

При сварке хребтовой балки люкового полувагона для получения максимальной производительности применены процессы CV Square Wave (переменный ток с прямоугольной волной, жесткая вольт-амперная характеристика) на каждой дуге.

Принимая во внимание, что свариваемые стыковым швом зетобразные профили не проходят подготовку механической обработкой торцов кромок полок, а укладываются в установку непосредственно после их получения, при их сборке между ними образуется зазор, величина которого колеблется в пределах от 0 до 12 мм. В связи с этим сварку шва выполняют по программе регулируемым поперечными колебаниями электродов относительно направления сварки и слежением за положением в пространстве оси стыка для компенсации отклонений электрода. Кроме этого, с целью получения качественного сварного соединения, хорошего формирования металла шва и контроля глубины проплавления предусмотрена возможность изменения параметров режима непосредственно в процессе сварки (адаптивная сварка).

Используемая лазерная система слежения Smart Laser Pilot «Meta Vision System» (Великобритания) (рис. 17) предназначена для слежения за положением оси свариваемого стыка в горизонтальной и вертикальной плоскостях, а также измерения геометрических параметров стыка и передачи их в контроллер робота. Эти данные позволяют

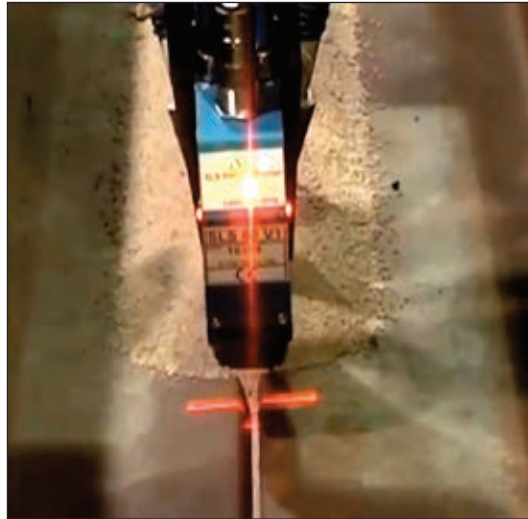


Рис. 17. Лазерная система слежения

корректировать положение сварочной горелки и параметры режима сварки, что в конечном итоге позволяет получить сварной шов с заданными геометрическими параметрами.

Система слежения состоит из: лазерного сенсора SLS-050 V1 (рис. 18), который установлен на манипуляторе робота непосредственно перед сварочной горелкой на расстоянии 60–70 мм от сварочной ванны, интерфейсного модуля лазерного датчика, предназначенного для обработки данных, которые поступают из лазерного сенсора, и передачи их в контроллер робота, графического устройства ввода-вывода, предназначено для выбора типов швов в наладочном режиме, а также диагностики в процессе автоматической работы.

Лазерный сенсор имеет встроенные лазерный излучатель и камеру, которая при-

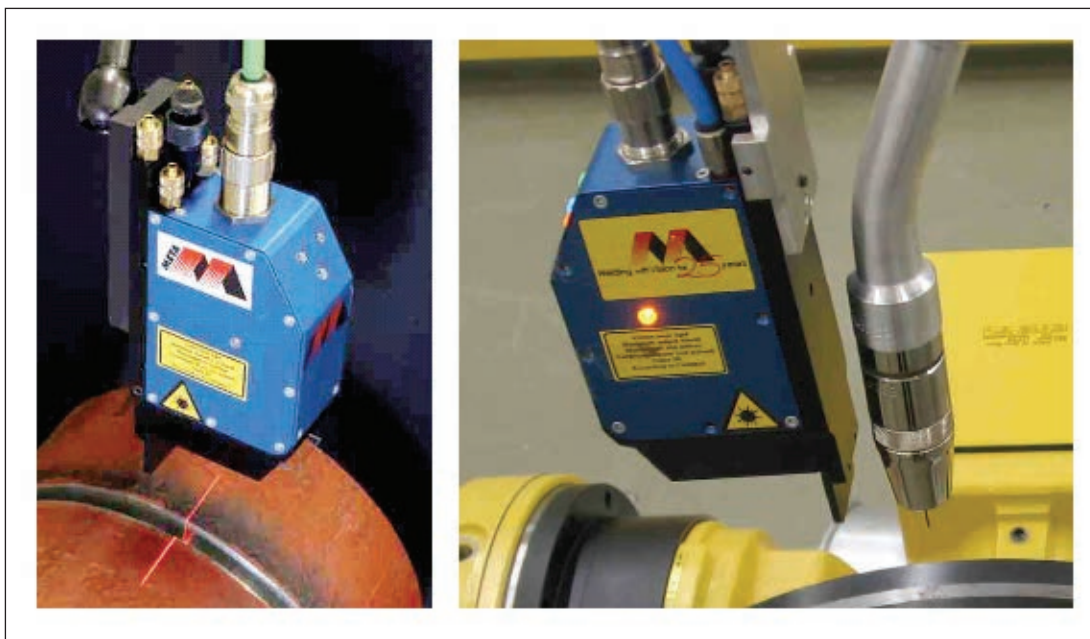


Рис. 18. Лазерная камера METASLS-050 для слежения за осью шва, регулировки параметров сварки и возможности ее применения



Рис. 19. Автоматическая сварка под флюсом внутреннего шва хребтовой балки

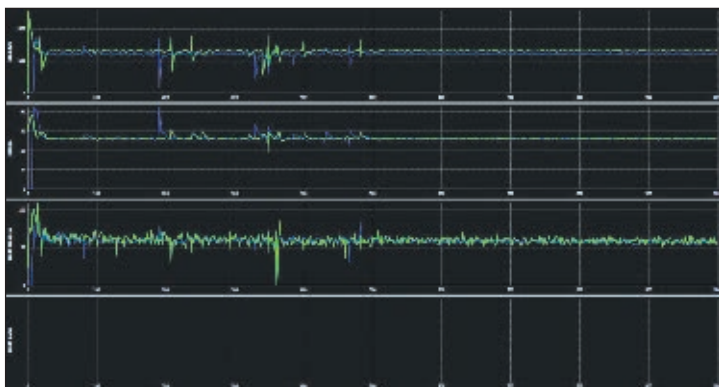
нимает отраженный луч лазера. Постоянство температуры датчика обеспечивается системой воздушного охлаждения. Данные о сварочном стыке, полученные из камеры по кабелю, уложенному в трак стенда, передаются в интерфейсный модуль, который посредством кабеля Ethernet передает их в контроллер робота.

Система рециркуляции флюса осуществляет забор неиспользованного флюса с места сварки и готовит его для повторного использования.

Рабочая зона установки закрыта защитным ограждением 5 (см. рис. 12), которое обеспечивает запрет на несанкционированное нахождение оператора и других лиц во время работы сварочных роботов. Для выполнения погрузочно-разгрузочных работ и работ по обслуживанию оборудования предусмотрены двери, положение открыто-закрыто которых контролируется конечными выключателями. При поступлении сигнала об открытии двери происходит остановка всех перемещений, связанных с выполнением сварочных работ.

Работа на установке выполняется по командам, поступающим из пульта управления 4 (см. рис. 12), в такой последовательности: хребтовую балку в собранном состо-

Рис. 20. Диаграммы процесса сварки



янии укладывают на стенд в положение «полками вверх», фиксируют и затем предварительно прогибают. Оператор подает команду, сварочные платформы с роботами перемещаются на исходные позиции и в автоматическом режиме начинают сварку (рис. 19).

Сварку внутреннего шва выполняют двумя дугами. При классическом мультидуговом процессе сварку ведут на разнородных токах. Ведущая дуга, создаваемая, как правило, источником постоянного тока, располагается впереди сварочной ванны. На электрод подается постоянный ток прямой полярности, что обеспечивает большую глубину проплавления основного металла. На ведомую дугу подается переменный ток (волна прямоугольной формы). Обе дуги питают общую сварочную ванну. Вокруг сварочных дуг наводятся электромагнитные поля, взаимодействующие между собой. Чтобы исключить влияние дуг друг на друга, ведомая дуга должна работать на переменном токе (синусоида с прямоугольной волной). Полярность и направленность магнитного поля меняется с частотой 50 раз в секунду. Таким образом воздействие дуг друг на друга не удастся устранить полностью, но можно свести до минимально приемлемого уровня, который обеспечивает стабильность процесса. Другим положительным фактором применения дуги переменного тока является увеличенный коэффициент наплавки в сравнении с коэффициентом наплавки дуги постоянного тока.

При наладке сварочных режимов данного стенда для достижения максимальной производительности было принято решение об использовании на обоих дугах переменного тока. Режим CV Square Wave (переменный ток, квадратная волна) отрегулирован на максимальное количество наплавленного металла, формирование геометрических параметров шва (высота усиления, ширина шва). Значения DC OFFSET для обеих дуг — 25 (обеспечивается максимальное количество наплавленного металла). После отладки режимов сварки образцы прошли металлографические и механические лабораторные испытания на заводе-заказчике и результаты исследований показали соответствие ГОСТам.

По окончании процесса сварки платформы возвращаются в исходное положение, хребтовая балка освобождается от зажимов и передается краном на склад или непосредственно на сборку с деталями насыщения.

**Технические характеристики**

**флюса P230:**

Классификация ..... AWS A5.17/A5.23 :  
F7A4/F6P5-EM12K  
EN756: MR S 38 4 AB S2Si

Химический состав наплавленного  
металла ..... 0,06% C, 1,4% Mn,  
0,4% Si, 0,03% P, 0,02% S

**Технические характеристики**

**проволоки L-61:**

Химический состав ..... 0,1% C,  
1,0% Mn, 0,25% Si

Механические свойства наплавленного  
металла в сочетании с флюсом P230:

предел текучести, МПа ..... 450  
предел прочности, МПа ..... 520  
удлинение KV, % ..... 30  
КСУ-60 (согласно ГОСТ 9454-54  
не менее 29 Дж/см<sup>2</sup>), Дж/см<sup>2</sup> ..... 107

Программное обеспечение Production Monitoring, разработанное компанией Lincoln Electric, позволяет в режиме on-line регистрировать процесс сварки и представлять его в виде диаграмм, на которых отображаются изменения силы сварочного тока каждой дуги, напряжения дуги, скорости подачи проволоки (рис. 20). В памяти системы возможно сохранение до 500 диаграмм. Диаграммы позволяют на расстоянии диагностировать процессы сварки и при отклонении какого-либо параметра сварки от нормы, проанализировать и принять меры для предотвращения возникновения дефектов сварного шва.

Каждая диаграмма идентифицируется в базе данных с определенной балкой и при необходимости может быть приложена к паспорту изделия, что соответствует требованиям ISO 9001-2011.

При сварке внутреннего шва хребтовой балки используют флюс Lincoln Electric P230 и проволоку Lincoln Electric L-61 диаметром 4 мм.

Сварные швы, выполненные с использованием передовой технологии при изготовлении хребтовой балки люкового полувагона, представлены на рис. 21–23.

Внедрение представленного оборудования дало возможность заводу достичь проектной мощности на участке изготовления хребтовых балок. Сокращение численности занятого в производстве персонала позволило повысить экономическую эффективность, минимизировать человеческий фактор и обеспечить стабильность качества продукции.

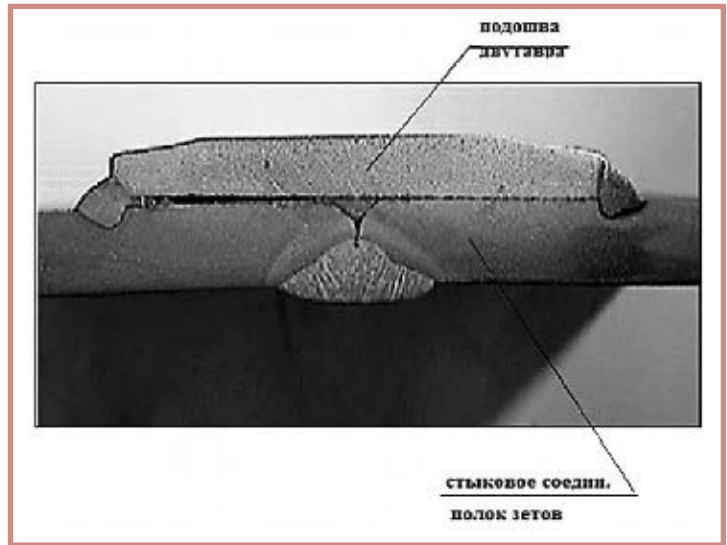


Рис. 21. Сечение сварного соединения



Рис. 22. Внешний вид стыкового шва

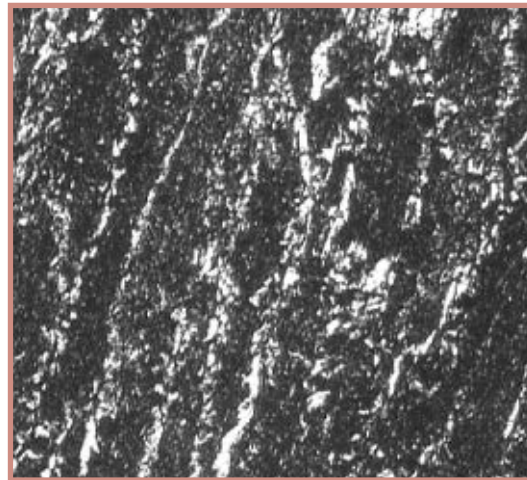


Рис. 23. Микро-структура наплавленного металла, ×100

Кроме того, стабилизация геометрических параметров изделия технически решает возможность включения в состав линии установки для сверления хребтовых балок на станках с ЧПУ и в дальнейшем роботизировать процесс получения заклепочных соединений, который является наиболее технологически архаичным в современном грузовом вагоностроении.

● #734

[www.tvagonm.com.ua](http://www.tvagonm.com.ua)

# ТЕСНА — эффективные решения для контактной сварки любых масштабов

Р. Ставров, ООО «ДельтаСвар» (Екатеринбург)

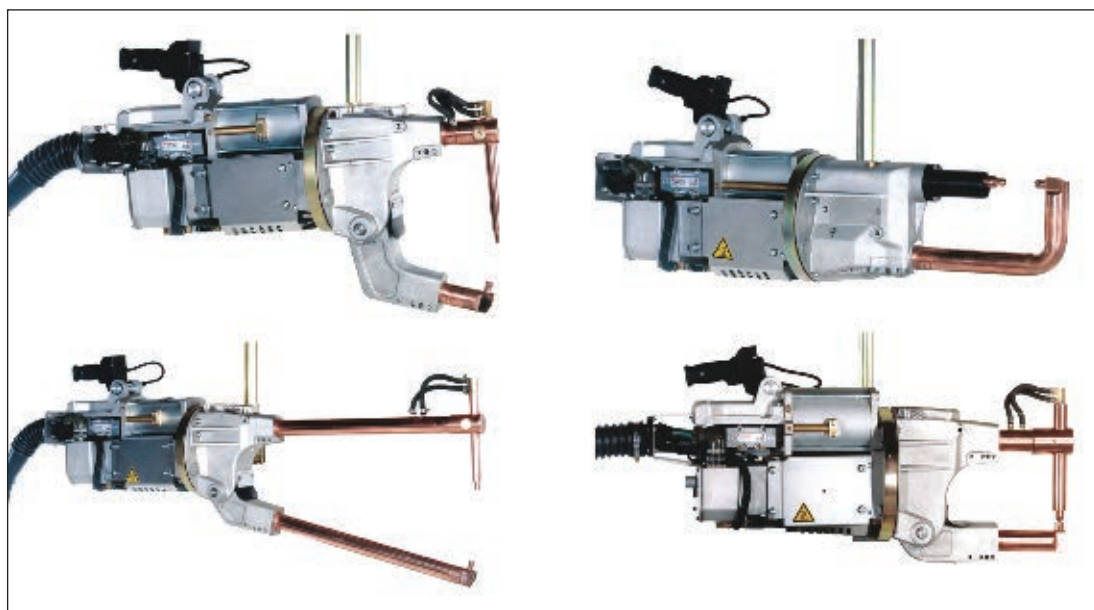
*В настоящее время контактная сварка является прекрасно отработанным и широко применяемым технологическим процессом. Сегодня на долю контактной сварки приходится не менее 30% производимых сварных соединений. Чем же привлекает данный способ, применяемый в промышленном производстве разных стран и отраслей?*

Контактная сварка, по сравнению с остальными видами сварки, является экологически чистым процессом, отличается высокой производительностью и надежностью сварных соединений. При использовании контактной сварки внесение тепла в свариваемые изделия незначительно по сравнению с другими видами сварки, поэтому такой способ позволяет минимизировать остаточные напряжения и деформации, а также избежать структурных изменений материалов. К другим преимуществам стоит отнести низкую себестоимость процесса за счет минимального расхода вспомогательных материалов (воздух, вода) и эстетичный внешний вид готовых изделий. Благодаря возможности интеграции машин контактной сварки с автоматизированными и роботизированными комплексами, данный способ сварки получил широкое применение в автомобильной, аэрокосмической

промышленности, на предприятиях транспортного машиностроения и при производстве электротехнических компонентов и металлической мебели.

Италия — прекрасная солнечная страна, она по праву заслужила звание законодательницы моды. Но мало кто знает, что именно в Италии в местечке Каstell-Сан-Пьетро-Терме (Болонья) расположилась компания ТЕСНА S.p.A. — законодатель моды в мире оборудования и принадлежностей для контактной сварки.

Что же сейчас в моде? Краткий ответ на этот вопрос — эффективность. Для ее повышения идет работа сразу в нескольких направлениях. При подключении единичного аппарата или целой линии контактной сварки всегда остро встает вопрос подвода электрической мощности. В некоторых случаях процесс получения дополнительных киловатт может серьезно затянуться. Специалисты компании ТЕСНА постоянно борются за энергоэффективность своих машин, результатом этого стало внедрение новых инверторных преобразователей. Инверторная технология совместно с единым блоком управления, который равномерно разносит по времени моменты сварки на не-



Клещи для точечной сварки ТЕСНА



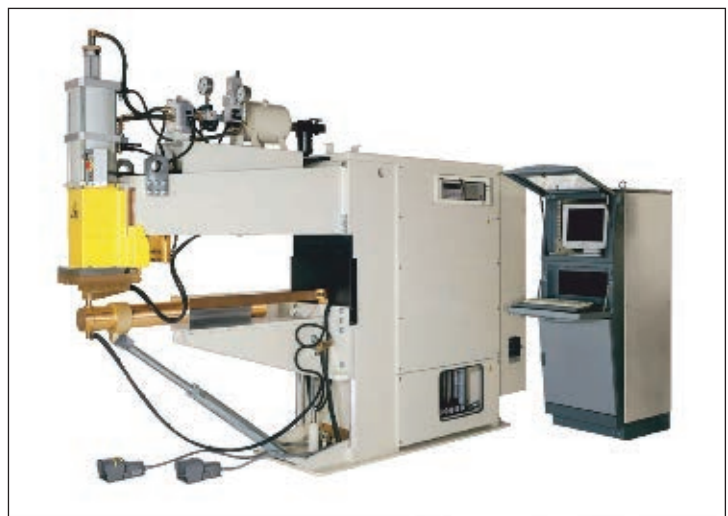
Стационарные машины для контактной сварки TECNA

Специальные машины для контактной сварки TECNA

скольких соседних установках, позволяет значительно оптимизировать затраты на электроэнергию и использовать по максимуму подводимую мощность.

В условиях постоянной гонки за временем, «бутылочным горлышком» зачастую оказывается скорость взаимодействия оператора и управляемого им комплекса. TECNA из года в год дорабатывает интерфейс управления, сохраняя общие принципы: логичность и простоту управления. Один раз ознакомившись с простой и понятной панелью, можно с легкостью переходить к другой модели, не тратя лишнее время на адаптацию. Повышение эффективности работы операторов обеспечивается и за счет эргономики органов управления: удобно размещены дисплеи, ручки, доступны кнопки аварийной остановки. Линейка балансиров, также производимая TECNA, позволяет минимизировать нагрузку на руки сварщиков, снизить усталость и ускорить промежуточные операции до сварки и после нее.

Широкая модельная линейка оборудования TECNA включает в себя ручные подвесные сварочные клещи, настольные и напольные машины, модульные аппараты для многоточечной сварки. Существует возможность выбрать тип кинематики электродов (радиальный, линейный). Такие важные компоненты, как универсальные и износостойкие наконечники электродов всевозможных форм, малый расход электричества, воздуха, воды, а также внутренняя модульная конструкция самих машин контактной сварки — все это делает продукцию TECNA эффективным решением для контактной сварки в любых масштабах.



Промышленные машины контактной сварки — это технически сложное оборудование. Устройство машины представляет собой комбинацию модуля микропроцессорного управления и высокодинамичной силовой части. Кроме того, технология контактной сварки имеет множество нюансов. Поэтому только правильный выбор оборудования и технологии является гарантией получения качественных сварных соединений. Для решения этих задач Вы всегда можете рассчитывать на специалистов компании «ДельтаСвар», которые помогут подобрать надежное инновационное оборудование TECNA, а также технологию сварки с учетом Ваших производственных задач. ● #735

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](http://www.DeltaSVAR.ru)

# Технология получения диффузионных карбидных покрытий из расплавов

Ю.С. Борисов, докт. техн. наук, Н.И. Капорик, О.Ф. Черняков, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, А.В. Лисак, И.И. Корсак, ООО «Техарм» (Львов)

*Перспективным направлением в химико-термической обработке металлов является получение карбидных покрытий на поверхности углеродистых и легированных инструментальных сталей безэлектролизным способом из солевых расплавов.*

Технология, основанная на этом способе, разработана в ИЭС им. Е.О. Патона и предназначена для получения защитных покрытий из карбида ванадия и карбида хрома на изделиях из железоуглеродистых сталей и сплавов в солевых расплавах на основе буры с добавлением карбидообразующих элементов.

Процесс отличается экологической чистотой, экономичностью, простотой. Основными операциями являются: погружение деталей в расплав буры, содержащий карбидообразующий элемент; выдержка при заданных температуре и времени; охлаждение, которое может быть проведено в режиме закалки; очистка от остатков буры в кипящей воде. Процесс может осуществляться в условиях обычного термического участка в цехе.

Покрытия получают при температуре 850–1050°C в течение 0,5–3,0 ч, при этом не требуются защитные среды и пониженное давление. Основное требование к материалу основы изделия состоит в том, что концентрация углерода на поверхности должна составлять не менее 0,5% для образования

карбида хрома  $Cr_7C_3$ , 0,55% — для образования карбида ванадия  $VC$ . Толщина покрытия на изделиях составляет 5–15 мкм и зависит от содержания углерода в матрице и природы легирующих элементов в сталях, а также температуры и времени выдержки процесса.

Увеличение содержания углерода как в самой стали, так и в ее поверхностном слое (в случае предварительной цементации) при одних и тех же режимах (температуре и времени выдержки) позволяет существенно увеличить толщину карбидного слоя. Изменение толщины карбидного слоя, полученного на стали 60Г с содержанием 0,6% С и на стали ХВГ с содержанием 1,0%С при одинаковых режимах насыщения ( $T=950^\circ C$ ,  $t=2,0$  ч), показано на *рис. 1*. Повышение содержания углерода в самой стали приводит к увеличению толщины карбидного слоя и его микротвердости. При этом состав карбида ванадия изменяется от  $VC_{0,75}$  до  $VC_{0,87}$ . Микротвердость образующихся карбидованадиевых покрытий составляет 26000–28000 МПа (*рис. 2*).

Сочетание высокой твердости и достаточной пластичности, высокая прочность сцепления с основой, износостойкость и коррозионная стойкость карбидованадиевых и карбидохромовых покрытий, а также малая толщина слоя (в пределах 5–15 мкм), практически не изменяющая размеров дета-

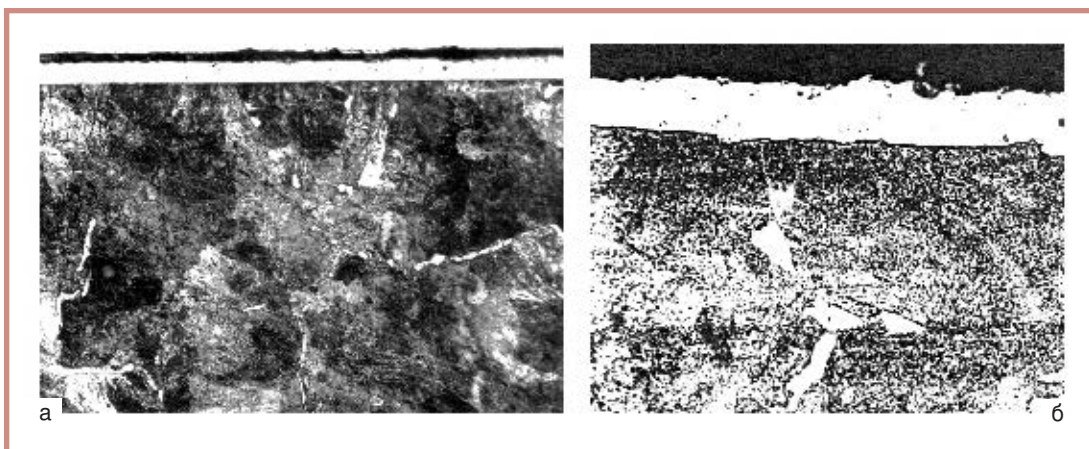


Рис. 1. Толщина карбидного слоя ( $T=950^\circ C$ ,  $t=2,0$  ч): а — на стали 60Г (0,6% С,  $\delta=7-8$  мкм); б — на стали ХВГ (1,0% С,  $\delta=14-15$  мкм)

лей и не нарушающая остроту режущих кромок, сохранение чистоты поверхности (шероховатость поверхности с  $Ra \geq 0,5$  мкм не ухудшается после нанесения диффузионного слоя), делают покрытие из карбидов перспективными для применения в промышленности.

Детали с покрытием из карбида ванадия можно эксплуатировать при температуре до  $400^\circ\text{C}$ , а с покрытием из карбида хрома — до  $850\text{--}900^\circ\text{C}$ . Эти покрытия повышают усталостную прочность углеродистых сталей и снижают скорость коррозии в морской и пресной воде, в растворах кислот и щелочей.

Применение карбидованадиевых и карбидохромовых покрытий для упрочнения различных видов инструмента, в том числе режущего, деталей машин, работающих в условиях трения и изнашивания, включая ударные нагрузки, прессштампового инструмента, деталей, работающих в агрессивных средах, позволяет повысить долговечность инструмента от 3 до 30 раз и более:

<i>Инструмент</i>	<i>Увеличение срока службы, разы</i>
<i>Матрица для глубокой вытяжки</i> . . . . .	30
<i>Пуансон и матрица для холодного прессования порошков (в сравнении с борированными)</i> . . . . .	4–6
<i>Инструмент для калибровки отверстий (дорнов) в деталях из нержавеющей стали</i> . . . . .	30
<i>Деревообрабатывающий инструмент</i> . . . . .	4–6
<i>Сверла для бумаги</i> . . . . .	5–6
<i>Ножи для резки керамической массы</i> . . . . .	4–6
<i>Пуансоны для калибровки</i> . . . . .	3–6
<i>Инструмент для обработки резины и кожи</i> . . . . .	3
<i>Пуансоны холодновысадочных автоматов роликового производства</i> . . . . .	2–3
<i>Детали пресс-формы для производства лекарственных таблеток</i> . . . . .	45–50

Детали с карбидными покрытиями широко применяют в различных отраслях промышленности. Детали с покрытием карбида хрома используют в текстильной промышленности (стойкость бегунков увеличилась в 3–4 раза). В литейной промышленности покрытие  $\text{Cr}_7\text{C}_3$  эффективно работает на деталях оснастки литейных машин при литье из алюминия и цинка под давлением, а также при формировании изделий из стекла.

Одним из примеров применения упрочняющих коррозионно- и износостойких покрытий являются покрытия, полученные методом диффузионного нанесения карби-

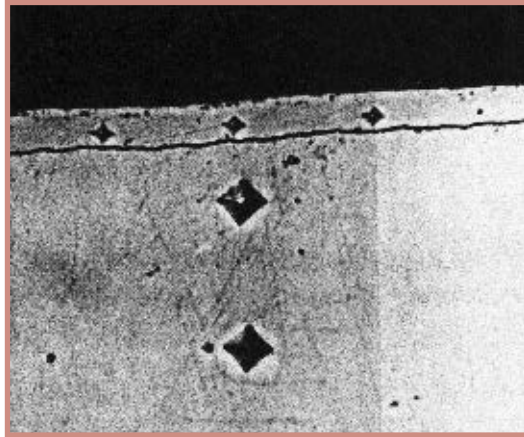


Рис. 2. Микроструктура карбидованадиевого покрытия (твердость покрытия 155 HRC<sub>3</sub>, твердость стали У8 — 62 HRC<sub>3</sub>)

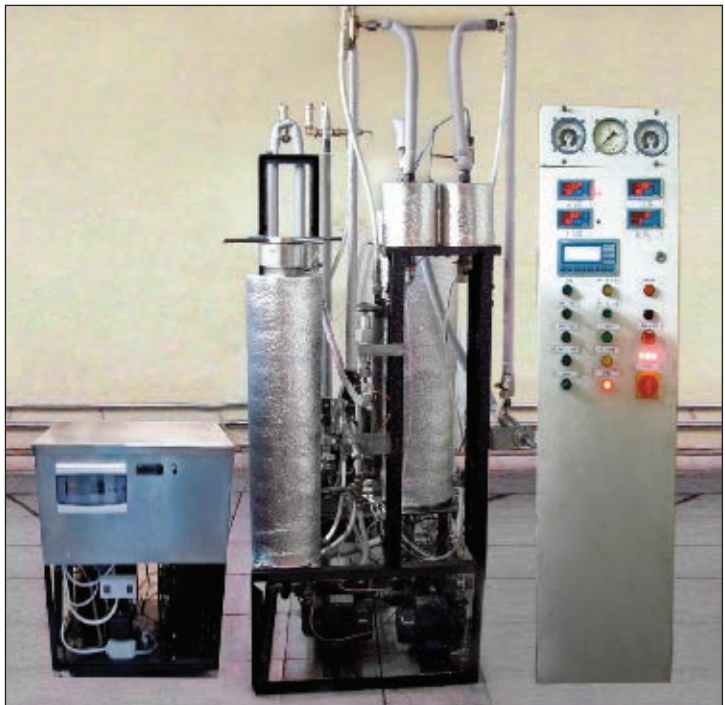


Рис. 3. Установка для экстракции растительного сырья и других процессов с использованием сверхкритического  $\text{CO}_2$  в диапазоне давлений 5–50 МПа

да хрома  $\text{Cr}_7\text{C}_3$  и карбида ванадия VC на деталях компрессора, — плунжерные пары и шариковые клапаны клапанных пар компрессора, изготовленных из стали ХВГ.

Проведены производственные испытания деталей с покрытием  $\text{Cr}_7\text{C}_3$  в установке, предназначенной для проведения до- и сверхкритической  $\text{CO}_2$ -экстракции растительного сырья и других процессов с использованием сверхкритического  $\text{CO}_2$  в диапазоне давлений 5–50 МПа, температурой экстракции  $20\text{--}80^\circ\text{C}$  и скоростью циркуляции  $\text{CO}_2$  до 60 кг/ч (рис. 3). Получены положительные результаты: детали с покрытием  $\text{Cr}_7\text{C}_3$  увеличили ресурс работы компрессора высокого давления более чем в

13 раз по сравнению с деталями без покрытия. В настоящее время детали сохраняют работоспособность.

**Техническая характеристика установки:**

Давление экстракции, Па	До 4000
Давление выдержки, Па	До 5000
Объем экстрактора, л	5
Количество сепараторов	2
Объем сепаратора, л	1
Производительность насоса, л/мин	2
Рабочая среда-экстрагент	СО <sub>2</sub>
Режим работы	Циркуляционный по замкнутому контуру
Установка давления	Ручная и автоматическая
Установка температур	Ручная и автоматическая
Установка расхода	Ручная
Температура рабочей среды в экстракторе, °С	Регулируемая до 80
Расход рабочей среды, л/мин	Регулируемый до 2
Мощность насоса, кВт	5
Мощность нагревателей, кВт	6×1,5+2×1
Габаритные размеры, мм:	
компрессора	820×770×440
технологического шкафа	1620×630×330

Результаты испытаний свидетельствуют о перспективности применения коррозионно- и износостойкого покрытия Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub> для упрочнения тяжелонагруженных деталей технологического оборудования химической, фармацевтической, пищевой промышленности, а также лабораторного оборудования для исследования свойств СКФ-СО<sub>2</sub> и других СКФ (сверхкритический флюид).

Контроль управления давлением и температурой в магистралях низкого, среднего и высокого давления осуществляют блоком управления и индикации, работающим в автоматическом режиме.

Установка апробирована на растительном сырье, которое обрабатывалось для получения натуральных лекарственных и пищевых экстрактов.

Технологию экстрагирования на установке СО<sub>2</sub> можно применять во многих областях, связанных с высокими диффузионными и растворяющими свойствами СКФ-СО<sub>2</sub>. Например, нанодиспергирование, получение новых материалов (легирование полимеров), очистка от радиоактивных загрязнений, высококачественное равномерное окрашивание, экстрагирование растительного сырья и др.

● #736



# СВАРКА И РЕЗКА

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

## 8-11.04.2014









### МАШИНОСТРОЕНИЕ

4-я международная специализированная выставка

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

**ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ, ПОКРЫТИЯ**

Международная специализированная выставка

**ЛИТМЕТЭКСПО**

Международная специализированная выставка

**Организатор:**

МИНСКЭКСПО

Тел.: +375 17 226 98 58  
+375 17 226 90 83  
Факс: + 375 17 226 98 58  
+375 17 226 99 36  
E-mail: e\_fedorova@solo.by

партнер выставки:



ЭКСПЕРТЫ В СВАРКЕ

Генеральный информационный партнер:







**ВСЕ ДЛЯ СВАРКИ.**

# ЭКОТЕХНОЛОГИЯ

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

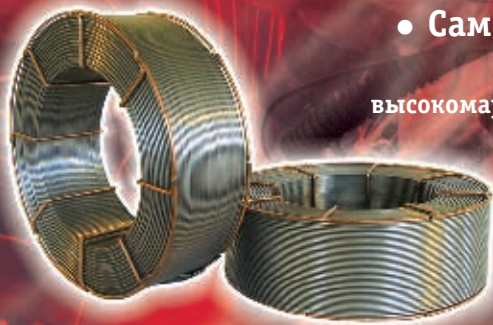
- **Покрытые электроды марки АНО-36, АНО-21, АНО-21У, АНО-6У, АНО-4, АНО-4И, МР-3**

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**



ВЕДУЩИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ  
ГАЗОСВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ

**ГАЗОПЛАМЕННАЯ  
АППАРАТУРА,  
ПРОВЕРЕННАЯ  
ВРЕМЕНЕМ!**

**КАЧЕСТВО  
ПО ДОСТУПНОЙ ЦЕНЕ!**



# ГАЗОПЛАМЕННАЯ АППАРАТУРА ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ МАРКИ НОРД-С®



Полная информация  
у официальных дилеров,  
в специализированных  
магазинах и на сайте:

**www.nord-s.com**

Сделано в России.

Не содержит китайские комплектующие.

Вся продукция сертифицирована. НОРД-С® – зарегистрированный товарный знак (знак обслуживания)

ЧАО «АРТЕМОВСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

**VISTEC ВИСТЕК**

**СВАРОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ**



**ПРОИЗВОДСТВА АМЗ «ВИСТЕК»**



Полный список партнеров на [www.vlstec.com.ua](http://www.vlstec.com.ua)

ул. Артема, 6, г. Артемовск, Донецкая обл., 84500, Украина  
тел.: +38(062) 340-19-11, 340-19-10, e-mail: office@vistec.dn.ua  
(0627) 44-02-50 [www.vlstec.com.ua](http://www.vlstec.com.ua)

**НАВКО-  
ТЕХ**

Automatic machines and robots for arc welding

**Автоматические установки и роботы  
для дуговой сварки и наплавки**



УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ  
ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ ШВОВ

УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ  
КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ

РОБОТТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ  
КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ СВАРКИ

СВАРОЧНАЯ АППАРАТУРА



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

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

E-mail: [info@navko-teh.kiev.ua](mailto:info@navko-teh.kiev.ua)

# Автоматическая сварка монтажных стыков поясных колонн ствола башни Киевского телецентра

**В.М. Илюшенко**, канд. техн. наук, **Л.Н. Копылов**,  
Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

*В этом году исполняется 40 лет со дня ввода в эксплуатацию уникальной башни Киевского телецентра. Началу монтажа первой в Европе цельносварной башни высотой 385 м предшествовал большой объем работ по созданию проекта башни (выполнен институтом Укрпроектстальконструкция). Принятый разработчиками конструкции башни способ монтажа «подрачиванием» дал возможность выполнять сварку и сборку колонн башни с монтажных площадок, расположенных на постоянной высоте 18 м. Способ монтажа «подрачиванием», редко используемый при строительстве высотных объектов, позволил при наращивании наиболее нагруженных элементов ствола башни (восемь вертикальных поясных колонн из труб диаметром 550 мм с толщиной стенки 18 и 22 мм) применить автоматическую сварку.*

Телебашня представляет собой решетчатую свободно стоящую цельносварную конструкцию. В среднем сечении ствол башни имеет восьмигранник, по углам которого установлены поясные трубы, соединенные между собой раскосами и распорками. Нижняя часть башни оканчивается четырьмя ногами с разномом точек опоры на фундаменты, расположенные по окружности диаметром 90 м. В верхней части башня уступом переходит в антенный ствол цилиндрической формы диаметром 4,0 м в нижнем основании.

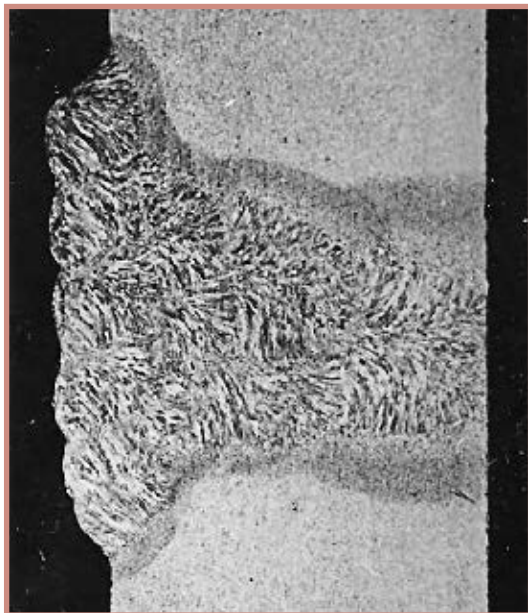
Технология автоматической сварки была разработана в ИЭС им. Е.О. Патона (1968–70 гг.). Основные задачи, которые необходимо было решить на начальном этапе при выборе технологии и техники сварки, заключались в следующем: обеспечить высокое качество сварного шва и равнопрочность сварного соединения и основного металла и обеспечить максимально возможную производительность сварочного процесса при монтаже. Экспериментальные работы выполняла группа сотрудников ОКТЬ ИЭС (ведущие инженеры Л.Н. Копылов, В.М. Зиль, руководитель группы В.С. Кривошея) под руководством начальника отдела техники дуговой сварки В.Я. Дубовецкого и начальника отдела сварки в строительстве д-ра техн. наук Б.Ф. Лебедева. В работе участвовали также научно-исследовательские лаборатории института.



Для выполнения экспериментов для разработки технологии сварки горизонтальных швов на вертикальной плоскости была смонтирована лабораторная установка, на которой сваривали обечайки из натуральных образцов труб. После сварки обечаек проводили контроль качества сварного шва (УЗД, гаммаграфирование), затем из сварного соединения изготавливали образцы для механических и металлографических исследований. По результатам испытаний корректировали параметры сварочного процесса для последующих экспериментов.

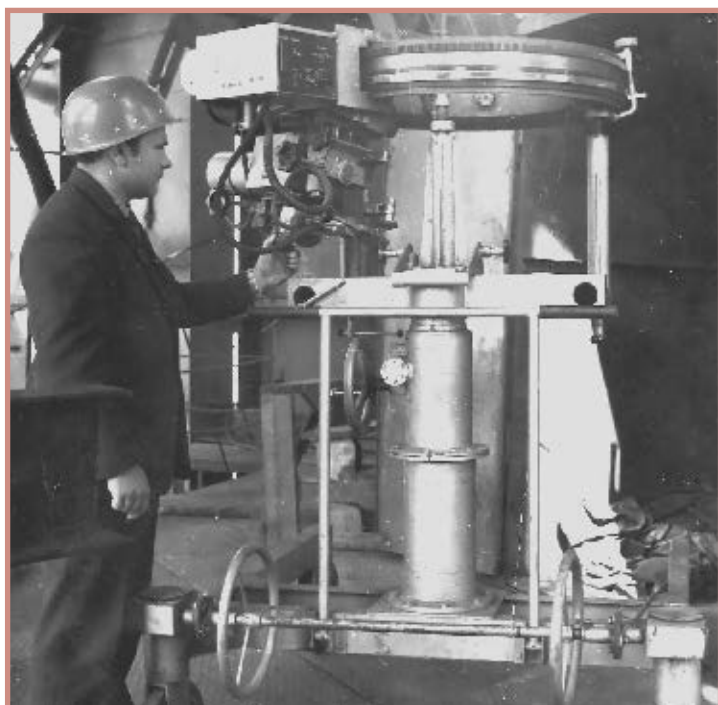
С целью уменьшения массы башни поясные трубы ствола башни были изготовлены из стали ИЗ-138 с повышенными прочностными характеристиками. Такую сталь впервые использовали при строительстве объектов башенного типа, поэтому необходимо было исследовать ее свариваемость. При проведении экспериментов возник ряд трудностей. В частности, на начальном этапе экспериментов не удавалось получить положительные результаты при испытании образцов на загиб (требование 180°). Необходимые механические свойства были получены после применения простого технологического приема — наплавки отжигающих валиков на нижней и верхней кромках стыка (рис. 1).

Рис. 1.  
Наплавленные  
отжигающие  
валики  
на нижней  
и верхней  
кромках  
стыка



В результате экспериментальных работ были определены основные параметры технологического процесса, разработана техника автоматической сварки горизонтальных кольцевых стыков, обеспечивающая получение бездефектных швов. Установлен оптимальный вид разделки кромок труб монтажного стыка с минимальной площадью поперечного сечения сварного шва — V-образная разделка со скосом нижней кромки  $11^\circ$  и верхней  $27^\circ$ . Разработанный технологический процесс обеспечивал равнопрочность сварного соединения и основного металла труб.

Рис. 2.  
Сварочный  
автомат  
А-1311  
на тележке



На основании проведенных исследований были разработаны техническое задание на проектирование оборудования для автоматической сварки горизонтальных кольцевых стыков и технологическая инструкция по сварке монтажных стыков ствола башни.

Конструкция автомата для сварки монтажных стыков поясных труб ствола башни была разработана под руководством начальника отдела сварочного оборудования канд. техн. наук В.Е. Патона (основные исполнители Ю.И. Сапрыкин, В.Н. Котов). При разработке оборудования было учтено условие, что при монтаже ствола башни допускается снятие нагрузки одновременно с двух диаметрально расположенных вертикальных колонн, т.е. одновременно можно было выполнять сварку двух стыков. Поэтому с целью сокращения затрат на сварочное оборудование и обеспечения максимальной производительности монтажных работ было принято решение при монтаже башни одновременно использовать два комплекта сварочных автоматов, а для удобства транспортировки автоматов для сварки последующих стыков расположить их на тележке (рис. 2).

На Опытном заводе сварочного оборудования ИЭС им. Е.О. Патона были изготовлены два комплекта сварочных автоматов А-1311. Оборудование прошло технологические испытания и было передано монтажной организации (СМУ-21 треста Минмонтажспецстроя УССР).

Специалисты ИЭС обучили бригаду сварщиков монтажной организации, и сварщики за короткий период успешно освоили технику автоматической сварки и приемы работы на сварочных автоматах, были аттестованы и получили допуск на выполнение сварки монтажных стыков поясных труб ствола башни.

Для качественного выполнения сборочно-сварочных работ при монтаже был выполнен ряд организационно-технических мероприятий:

- на строительной площадке оборудован стенд для предварительной контрольной сборки свариваемых труб;
- в зоне монтажных площадок смонтированы дорожки, обеспечивающие возможность транспортировки сварочных автоматов от колонны к колонне;
- оборудованы откидные монтажные площадки, которые устанавливали на время сборки и сварки монтажного стыка и опускали во время подъема башни;

- изготовлены быстросъемные палатки, защищавшие от ветра монтажную площадку во время сварки;
- монтажные площадки были обеспечены освещением.

Монтаж башни и автоматическая сварка монтажных стыков поясных труб вели в две смены. Был отработан технический процесс сборки и сварки монтажных стыков. На стенд для контрольной сборки труб укладывали две трубы, которые должны стыковаться друг с другом (рис. 3), подбирали наиболее благоприятное расположение стыкуемых торцов, на торец той трубы, которая будет нижней при сборке монтажного стыка, устанавливали бочкообразное металлическое подкладное кольцо толщиной 4 мм. Затем со стороны наружной поверхности трубы кольцо приваривали к корневому участку разделки сплошным швом по всему периметру трубы. На наружной поверхности труб краской наносили метку, которая при сборке на монтаже позволяла повторить данное расположение труб.

После разгрузки двух диаметрально расположенных домкратов, обеспечивающих подъем башни, на толкатели домкратов устанавливали трубу, при помощи домкратов трубу подводили к нижнему торцу верхней трубы, выставляли технологический зазор в корне стыка.

Для выполнения сварки автомат на тележке подвозили к месту сварки, устанавливали на трубу и при помощи винтового зажима закрепляли на свариваемом стыке. Тележку убирали с монтажной площадки, устанавливали защитную палатку.

Монтажный стык собирали с технологическим зазором в корне 3,0–4,0 мм. Многопроходную сварку монтажного стыка выполняли с предварительным подогревом кромок до температуры 180–200°C. Для подогрева использовали многопламенную газовую бескислородную горелку, которую закрепляли на сварочном аппарате впереди сварочного мундштука. После нагрева стыка до необходимой температуры выполняли сварку. Для автоматической сварки в среде CO<sub>2</sub> применяли электродную проволоку Св-10ГСМТ диаметром 1,2 мм. Сварку заполняющих проходов шва выполняли при силе тока 230–250 А и напряжении дуги 23–24 В. Режим облицовочных проходов: сила тока 150–180 А, напряжение 19–21 В. В зависимости от толщины стенки трубы (18, 22 мм) для заполнения разделки необходимо было выполнить 16–20 проходов. Линейная ско-



Рис. 3. Сборка монтажных стыков

рость сварки отдельных проходов составляла 13–15 м/ч. В процессе сварки абразивным инструментом периодически зачищали поверхность шва от шлака. После окончания сварки стыка абразивным инструментом зачищали поверхность сварного соединения — шву придавали бочкообразную форму. Такая обработка повышает эксплуатационные характеристики сварного соединения и позволяет качественно выполнять ультразвуковой контроль шва. Затем производили 100% УЗД контроль сварного соединения. При необходимости для уточнения результатов применяли гаммаграфирование.

За весь период строительства не было ни одного случая, требующего исправления дефектов шва. Общее время сварки одного стыка с наладкой оборудования, установкой и демонтажом защитной палатки не превышало 2,5 ч, из них сварка занимала не более 1,5 ч. Специалисты ИЭС обеспечивали авторский контроль на всех этапах сборочно-сварочных работ металлоконструкций ствола башни.

Применение автоматической сварки для соединения поясных труб ствола телевизионной башни Киевского телецентра позволило обеспечить высокие эксплуатационные характеристики сварных соединений, повысить производительность сварки монтажного стыка по сравнению с ручной сваркой 2,3–3 раза, исключить влияние субъективного фактора на результаты сварочных работ при выполнении пространственно ориентированных швов.

Особо хотелось бы отметить большой вклад в создание цельносварной башни Киевского телецентра ведущих специалистов ИЭС им. Е.О. Патона: канд. техн. наук В.И. Новикова, В.Я. Дубовецкого, В.А. Ковтуненко, д-ра техн. наук Б.Ф. Лебедева. ● #737

# MicorStick 160 — инновационное решение для сварки

А.М. Фивейский, А.Ю. Мельников, ООО «ШТОРМ» (Верхняя Пышма, Свердловская обл.)

Для выполнения сварки требуется большое количество энергии, что зачастую не позволяет применять для питания сварочных аппаратов слабые питающие сети или аккумуляторы. Это значительно ограничивает мобильность сварки. Например, при монтаже металлоконструкций и проведении ремонтных работ на трубопроводах сварка в большинстве случаев выполняется на расстоянии от централизованной сети электропитания. При этом для питания сварочных аппаратов используют громоздкие и тяжелые генераторы. Для решения данной проблемы был разработан уникальный сварочный аппарат MicorStick 160, способный работать от компактной аккумуляторной батареи.

Профессиональный инверторный сварочный аппарат MicorStick 160 (рис. 1) впервые был показан на всемирной выставке Schweissen & Schneiden (Эссен, Германия) в сентябре 2013 г. Аппарат построен на основе запатентованной технологии Micor, гарантирующей стабильную и мощную дугу и получение оптимальных результатов (однофазная сеть, напряжение 230 В). Технология Micor эффективна даже при работе в сетях с большими колебаниями напряжения (от -40% до +15%) при использовании кабелей длиной до 200 м или при работе от генератора. Соединение сварочного аппарата MicorStick 160 с мощной аккумуляторной батареей MobilePower 1 (рис. 2) позволяет выполнять сварку независимо от питающей сети или генератора.

В исполнении Accu ready сварочный аппарат MicorStick 160 автоматически распознает, подключен он к питающей сети или к аккумуляторной батарее, подстраивая



Рис. 1. MicorStick 160 на выставке Schweissen & Schneiden 2013



Рис. 2. Аккумуляторная батарея MobilePower 1



Рис. 3. Ручка для переноски MicorStick 160 и MobilePower 1



Рис. 4. Рюкзак для MicorStick 160 и MobilePower 1

характеристики управления для получения стабильной и мощной дуги.

Аккумуляторный блок MobilePower 1 оснащен мощными Li-ion батареями и позволяет сваривать электродами диаметром 2,5 мм или 3,2 мм без подзарядки батареи. На передней панели MobilePower отображается уровень заряда батареи, что дает возможность в нужный момент зарядить ее. Длительность автономной работы может быть увеличена при использовании дополнительных аккумуляторных батарей.

Масса сварочного аппарата MicorStick 160 составляет 4,9 кг, он обладает защитой от падения с высоты до 80 см, масса аккумуляторной батареи MobilePower 1 6,0 кг. Для удобства транспортировки сварочного аппарата предусмотрено несколько решений: стандартный ремень для переноски на плече, ручка (рис. 3) и специальный рюкзак для транспортировки (рис. 4).

Рюкзак имеет удобную конструкцию и обеспечивает легкое перемещение аппарата вместе с аккумуляторной батареей. Таким образом, сварщик получает неограниченную мобильность при выполнении свар-



Рис. 5. Комплект для сварки и рюкзака для транспортировки

ки — полностью готовый к работе сварочный аппарат всегда находится у него за спиной (рис. 5).

Аппараты MicorStick доступны в версии MicorStick 160CEL, которая дает возможность выполнять сварку электродами с целлюлозным покрытием.

● #738

*Публикуется на правах рекламы.*

**ООО «ШТОРМ»**

Свердловская обл., г. Верхняя Пышма,  
ул. Бажова, 28  
тел./факс: +7 (343) 283-00-50, 379-29-75  
ekb@storm-its.ru www.shtorm-its.ru

# Проблемы ремонтной сварки стали 110Г13Л большой толщины

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Фосфор играет роль легирующего элемента, и его содержание свыше 0,08% резко снижает технологическую прочность при сварке. Он обладает высокой ликвирующей способностью, что вызывает образование на границах зерен эвтектик типа Fe-Fe<sub>3</sub>P и Mn+Mn<sub>3</sub>P, имеющих температуру плавления соответственно 1050 и 964°C.

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

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

Длительное пребывание металла массивных отливок при высокой температуре в процессе нагрева для аустенизации вызывает обезуглероживание поверхностного слоя. Это приводит к образованию троосто-мартенситных участков. Аустенитная структура высокоуглеродистых высокомарганцовистых сталей должна иметь твердость не более 217 НВ. Наличие перлита и мартенсита повышает твердость металла (более 240 НВ) и резко снижает исходную ударную вязкость с 144 Дж/см<sup>2</sup> и более до 35–75 Дж/см<sup>2</sup>.

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

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

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



образование паровой рубашки на поверхности массивной детали сложной формы.

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

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

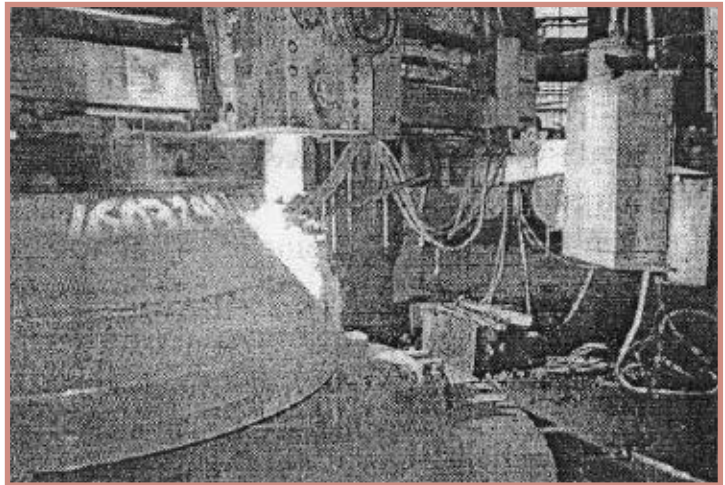
Следует различать случаи, когда детали не подвергаются механической обработке и когда детали подвергаются механической обработке (броневые плиты). В последнем случае сложности принятия решений по выполнению ремонтной сварки возрастают.

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

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

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

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



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

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

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

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

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

Рис. 1. Непрерывная плазменная черновая обработка броневых плит дробилки

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

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

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

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

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

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

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

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

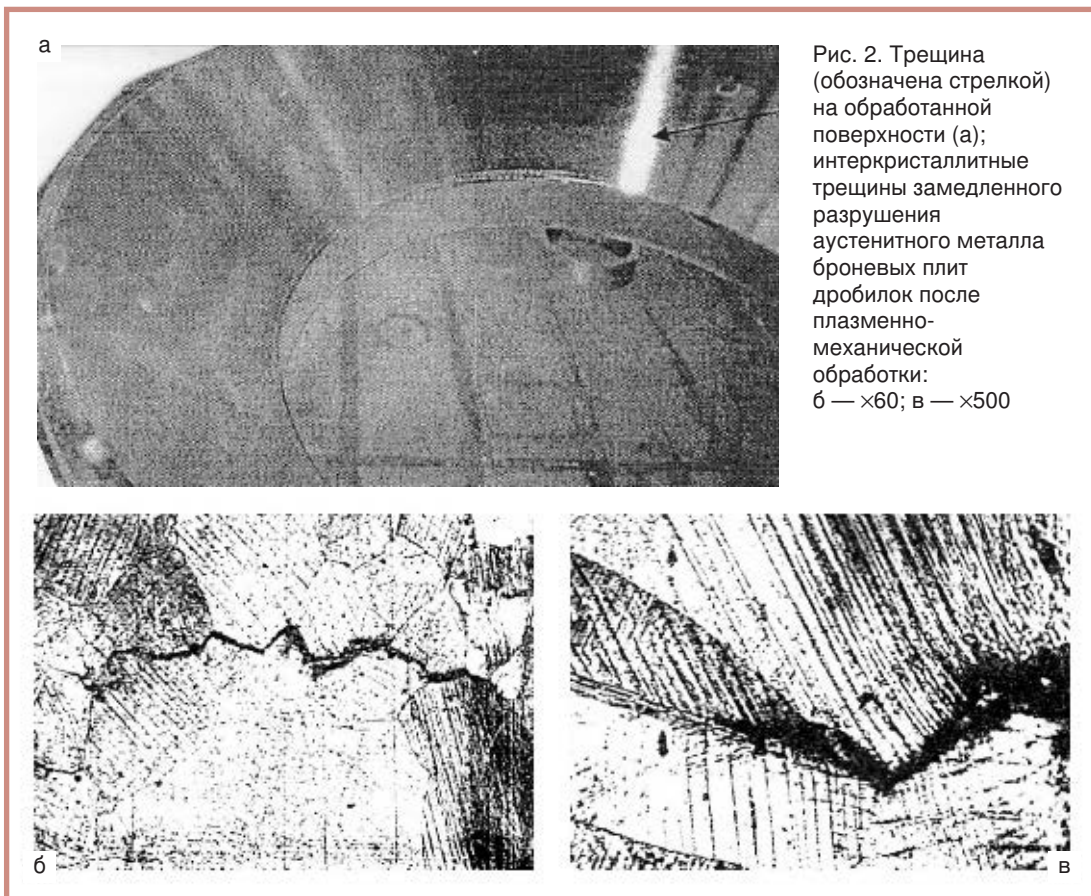


Рис. 2. Трещина (обозначена стрелкой) на обработанной поверхности (а); интеркристаллитные трещины замедленного разрушения аустенитного металла броневых плит дробилок после плазменно-механической обработки: б —  $\times 60$ ; в —  $\times 500$

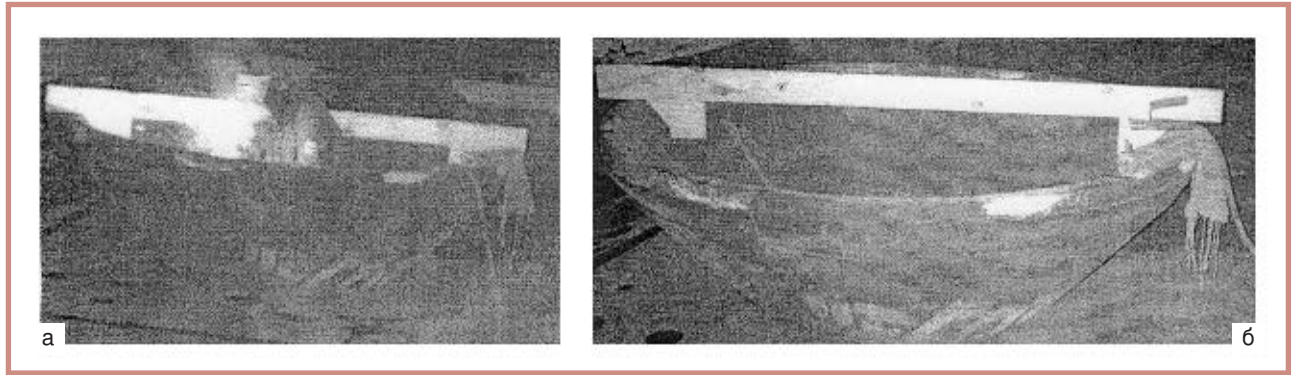


Рис. 3. Восстановление чертежных размеров броневых плит после плазменно-механической обработки: а — рабочий момент ремонтной сварки; б — шаблон для регулирования в процессе сварки временных и остаточных сварочных деформаций

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

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

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

водство козырька. За работой ковша установили наблюдение.

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

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

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

● #739

### Новый смеситель для приготовления защитных газовых смесей

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

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

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

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

Компания Concoa (США), [www.concoa.com](http://www.concoa.com)



# Наплавочное и сварочное оборудование на основе модульных узлов ПАРС

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

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

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

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

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

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

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

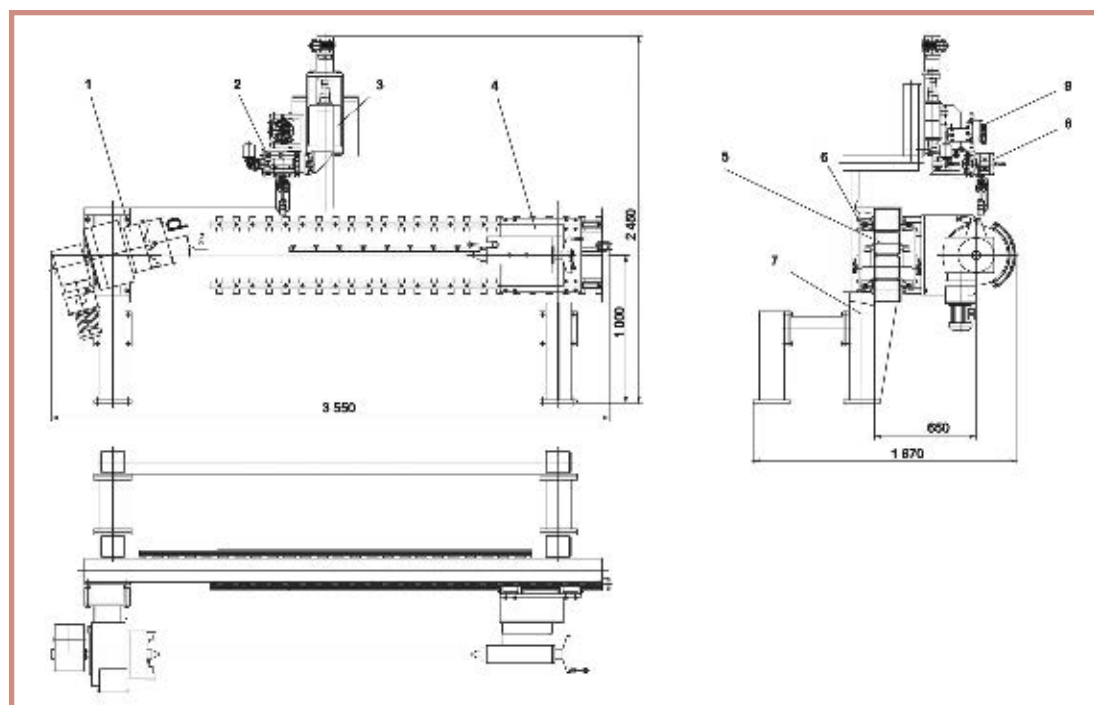


Рис. 1.  
Установка  
для наплавки  
типа КТС

Таблица. Техническая характеристика установки

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

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

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

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

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

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

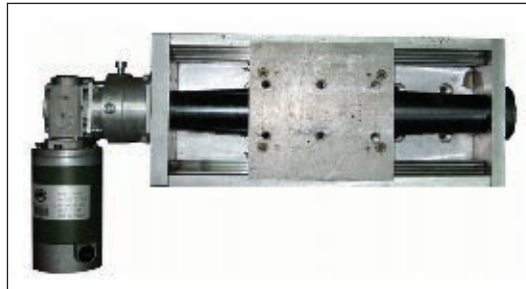


Рис. 2. Приводной безлюфтовой суппорт ШВП 210

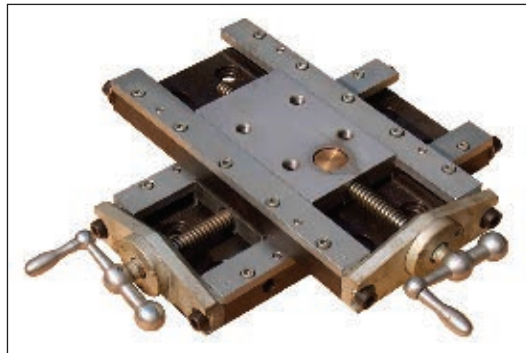


Рис. 3. Суппорты Н10



Рис. 4. Колебательное устройство

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

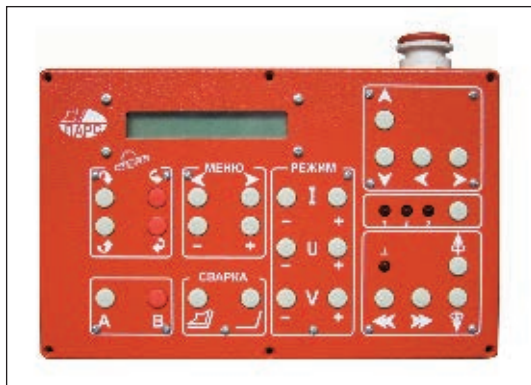
Рис. 5. Мотор-редуктор подачи проволоки модели 532



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



Рис. 7. Пульт управления установкой КТС



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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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



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

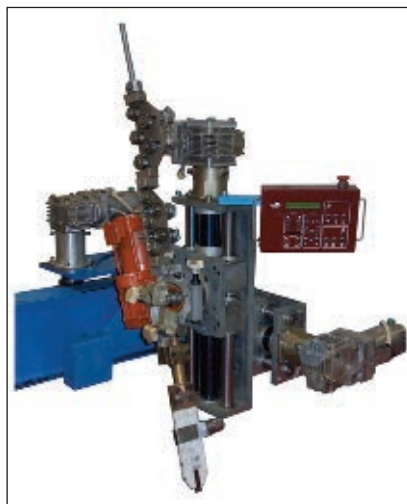


Рис. 10. Установка КТС 4-1 для наплавки плоских поверхностей

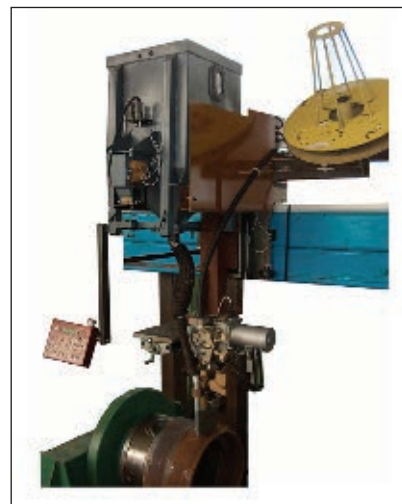


Рис. 11. Установка КТС 3-5 для наплавки крановых колес под флюсом

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

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

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

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

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

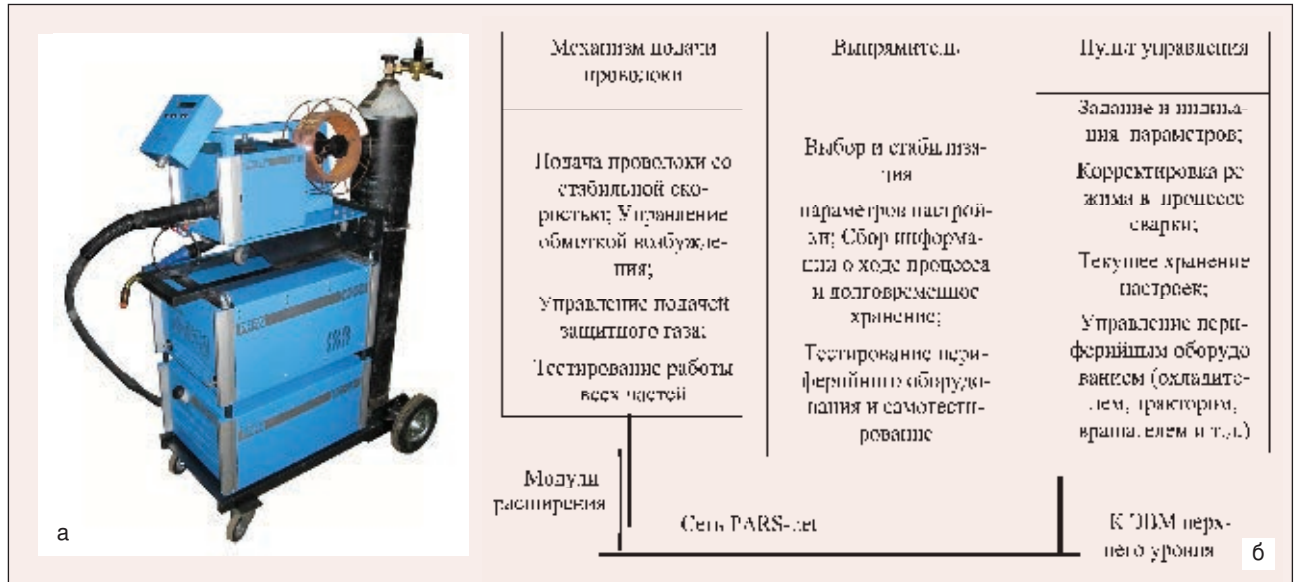


Рис. 12. Выпрямитель Р-320И



Рис. 13. Выпрямитель Р-601И





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

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

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

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

Полуавтомат ПАРС-Н включает:

- выпрямитель управляемый стабилизированный;
- механизм подачи проволоки с цилиндрическим мотор-редуктором, электро-

двигателем постоянного тока и датчиком скорости;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



Рис. 15. ПДУ с радиоканалом

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

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

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

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

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

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

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

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

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



Рис. 16. Дозатор порошка П-32



Рис. 17. Выпрямитель ВДУ-516П

аргоно-гелиевых смесей. Обеспечивается устойчивое зажигание дуги в плазматроне на малых значениях силы тока. Программно контролируется повышение силы тока до рабочего значения.

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

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

Полуавтоматами ПАРС-Н оснащены ведущие предприятия России и СНГ: Атоммаш, Уралвагонзавод, Центросвар, МФ Стальконструкция, Сталькон, Азовмаш, более 50 ремонтных депо РЖД и др. ● #740



### Содержание журнала «Welding & Material Testing» (Румыния) №2–2013

Плазменная сварка — это искусство. **D. Bohme, H. Cramer**  
 Оптимизация сварки проводных соединений. **E. Forgacs, G. Moor, J. Gyeviki, I. Biro**  
 Исследование изнашивания упрочненных поверхностных слоев. **C. Saceanu, M. Demian, G. Demian**  
 Изучение серии круглых профилей с помощью резки. **O. Bologa, G. Racz, R. Breaz, M. Crenganis**  
 Практические возможности сварки трением с перемешиванием различных алюминиевых сплавов. **R. Cojocaru, L. Botila, C. Ciuca**



### Содержание журнала «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша) №4–2013

**J. Matusiak, J. Wycislik.** Анализ влияния технологических условий сварки алюминиевых сплавов плавящимся электродом на ток переменной полярности на эмиссию сварочных дымов  
**M. Jomozik.** Структура и пластические свойства металла 3ТВ стали 13НМФ после эксплуатации более 130 тыс. ч, подверженной имитируемым термическим циклам сварки  
**O. Barrera, T. Pfeifer, A. Zak.** Структура разнородных сварных соединений стали и никелевого сплава  
**A. Kiszka, A. Sasinski.** Исследование причин возникновения трещин в сварных элементах петли

**A. Czuprynski, J. Gorka, J. Slosarczyk.** Улучшение эксплуатационных свойств элементов горнодобывающего оборудования угольных шахт  
**A. Sawicki.** Функция коэффициента затухания в моделях электрической дуги переменного тока. Часть 3. Статические и динамические свойства электрической дуги с интенсивным охлаждением в плазматронах



### Содержание журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша) №6–2013

**A. Ambroziak, P. Bialucki, W. Derlukiewicz, A. Lange.** Оценка качества сварных соединений в теплообменниках из стали X5CrNi18-10  
**K. Dutka, J. Stabryla.** Анализ причин малого срока эксплуатации сварного соединения в балансире автомобильного колеса  
**A. Ambroziak, P. Bialucki, W. Derlukiewicz, A. Lange, L. Latka.** Исследование паяных электротехнических соединений  
**S. Mosinska, A. Ambroziak, A. Lange, P. Bialucki.** Влияние качества подготовки поверхности на свариваемость аустенитных сталей  
**S. Selling, R. Steusloff.** Влияние ацетиленового, пропанового и метанового пламени, используемого для предварительного нагрева, на свойства мелкозернистой стали

**R. Pakos.** Испытание на изгиб соединения, выполненного стыковой сваркой, — основные и альтернативные требования  
**L. Sozanski, P. Sokolowski.** Стандартизация дефектов и оценка поверхностных сварочных дефектов  
**T. Piwowarczyk, A. Malachowska, P. Sokolowski.** Тенденции развития магнитно-импульсной дуговой сварки в автомобилестроении  
**G. Rogalski, D. Fydrych, W. Walczak.** Использование сварки взрывом при создании металлокомпозитов на основе алюминия  
**D. Fydrych, G. Rogalski, W. Walczak.** Влияние теплового цикла на свойства соединений сталь-алюминий, выполненных сваркой взрывом  
**J. Stabryla, K. Dutka.** Влияние технологичности на безопасность сварной алюминиевой конструкции  
**M. Winniski, A. Malachowska, P. Sokolowski.** Влияние стереометрии поверхности на адгезионные свойства покрытия, нанесенного способом LPCS



XVI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

24–27 июня 2014



12+



Санкт-Петербург, ВК ЛЕНЭКСПО

Тел. +7 812 240 40 40, доб. 152

[www.welding.expoforum.ru](http://www.welding.expoforum.ru)

ОРГАНИЗАТОР



ПАРТНЕРЫ



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР Мир сварки

# X Международный конкурс сварщиков «Золотой кубок Бенардоса»

**А.А.Кайдалов**, д-р техн. наук, Общество сварщиков Украины (Киев), **А.Н. Воробьев** (Одесса)

*В Одессе с 12 по 16 августа 2013 г. проходил юбилейный X Международный конкурс сварщиков «Золотой Кубок Бенардоса» и конкурс сварщиков Украины. В этом году конкурс был посвящен Николаю Николаевичу Бенардосу – изобретателю сварки.*

Организаторы конкурса – Общество сварщиков Украины (ОСУ) и Одесское областное Общество сварщиков Украины (ОООСУ) при поддержке Одесского припортового завода. Председатель оргкомитета – вице-президент ОСУ д-р техн.наук А.А. Кайдалов, зам. председателя оргкомитета – председатель Одесского областного ОСУ А.Н. Воробьев.

Конкурс проходил на территории гостиничного комплекса «Курортный» по следующим номинациям:

- ручная дуговая сварка покрытым электродом (111/SMAW);
- дуговая сварка плавящимся электродом в активных газах (135/GMAW);
- дуговая сварка вольфрамовым электродом в инертных газах (141/GTAW);
- газовая сварка (311/OFW).



В конкурсе принял участие 61 сварщик из Украины, Беларуси, России, Китая и Болгарии. Председатель жюри конкурса – директор Украинского аттестационного комитета сварщиков канд. техн. наук В.Т. Котик.

Генеральным спонсором конкурса выступил ведущий производитель сварочных электродов в Украине – компания «ПлазмаТек» (Винница).

Спонсорскую поддержку оказали следующие предприятия и фирмы: «ЗМ Украина» (Киев), ООО «Саммит» (Днепропетровск), «Фрониус Украина» (Киевская обл.), «Восток-сервис Украина» (Киев), ПАО «Азот» (Черкаскы), «Интерхим БТВ» (Киев), «Бинцель Украина» (Киев), Завод автогенного оборудования «ДОНМЕТ» (Краматорск), Инженерно-производственная фирма «Ремтехгаз» (Кривой Рог), «Черномор-монтаж» (Одесса), НПЦ «Сварка и восстановление деталей» (Одесса), МЧП «Далет» (Одесса), фирма «Плазматехнология» (Одесса), НПФ «Сварконтакт» (Харьков).

### Победители и призеры конкурса:

*Ручная дуговая сварка покрытым электродом (111/SMAW):*

- 1-е место – Zhang Tao (Китай);
- 2-е место – Song Kai (Китай);
- 3-е место – О. М. Луцкич (Украина).

*Дуговая сварка плавящимся электродом в активных газах (135/GMAW):*

- 1-е место – Hu Jun (Китай);
- 2-е место – Ma Lupeng (Китай);
- 3-е место – В.С. Семко (Украина).

*Дуговая сварка вольфрамовым электродом в инертных газах (141/GTAW):*

- 1-е место – Li Xiaopeng (Китай);





2-е место – Wang Feng (Китай);  
3-е место – С.В. Хомко (Беларусь).

*Газовая сварка (311/OFW):*

1-е место – В. Н. Козленков (Беларусь);  
2-е место – А.В. Булыга (Беларусь);  
3-е место – Zhang Zhi (Китай).

Главной наградой конкурса стал «Золотой кубок Бенардоса», который вручали победителям в каждой номинации.

В рамках Международного конкурса состоялся конкурс сварщиков-профессионалов Украины. Он состоял из практической и теоретической частей, теоретическая часть проводилась в форме тестов. Оценивали теоретические знания участников украинского конкурса украинские специалисты, входящие в состав жюри.

**Результаты конкурса сварщиков Украины:**

*Ручная дуговая сварка покрытым электродом (111/SMAW):*

1-е место – Г.Е. Левит, АО «ОПЗ» (Южный);  
2-е место – О.М. Лущик, АО «ОПЗ» (Южный);

3-е место – В.И. Мартосич, ПАО «Факел» (Фастов).

*Дуговая сварка плавящимся электродом в активных газах (135/GMAW):*

1-е место – С.В.Кирпа, ПАО «Крюковский вагоностроительный завод» (Кременчуг);  
2-е место – В.С. Семко, ООО «Саммит» (Днепропетровск);

3-е место – А.И. Минько, ПАО «Кременчугский завод дорожных машин» (Кременчуг).

*Дуговая сварка вольфрамовым электродом в инертных газах (141/GTAW):*

1-е место – О.М. Лущик, АО «ОПЗ» (Южный);



2-е место – В.А. Безкоровайный, ПАО «СМНПО им. Фрунзе» (Сумы);

3-е место – В.Ю. Ларькин, ДТЭК Луганская ТЭС (Луганск).

*Газовая сварка (311/OFW):*

1-е место – С.Ю. Кутерин, ДТЭК Луганская ТЭС (Луганск);

2-е место – М.П. Янушевич, АО «ОПЗ» (Южный);

3-е место – М.Н. Каблаш, ПАО «Одесский кабельный завод «Одескабель» (Одесса).

Главным призом конкурса сварщиков Украины стал малый «Золотой кубок Бенардоса», который вручали победителям в каждой номинации.

**Дополнительная номинация.** По инициативе компании «ЗМ Украина» (Киев) и по согласованию с Оргкомитетом конкурса была проведена творческая номинация для сварщиков-конкурсантов «Создание сварной художественной эмблемы компании ЗМ». Сварщики представили такие эмблемы в Оргкомитет конкурса в виде выполненного «домашнего задания», а также изготовили их во время конкурса. Конкурсные эмблемы были представлены для всеобщего обозрения на отдельном стенде мини-выставки.

По решению жюри Международным сертификатом Bureau Veritas награждены сварщики:

в номинации 111 – Zhang Tao (Китай);

в номинации 135 – Yan Jiong (Китай);

в номинации 141 – Wei Jun (Китай);

в номинации 311 – А.В. Булыга (Беларусь).

Командный «Золотой кубок Бенардоса» по результатам всех номинаций завоевала команда Китая, на втором месте команда Беларуси, на третьем – команда Украины.

Во время конкурса прошел технический семинар с участием фирм-спонсоров конкурса.

Для сопровождающих лиц, конкурсанта и гостей конкурса были организованы экскурсии по Одессе и прогулка на яхте.

Подготовка и проведение конкурса сварщиков были организованы на хорошем уровне. Работа конкурса освещалась местным, региональным и центральным телевидением Украины и телекомпанией НТВ (Россия).

● #711

# «Weldex/Россварка 2013»

## 13-я Международная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий

С 8 по 11 октября 2013 г. в Москве, в КВЦ «Сокольники» состоялась 13-я Международная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий «Weldex/Россварка». Организатором выставки выступила Международная выставочная компания MVK в составе Группы компаний ITE. Выставка прошла при содействии компании «Элсвар».

В церемонии открытия выставки приняли участие депутат Государственной Думы Российской Федерации, заместитель председателя Комитета по обороне Светлана Савицкая, депутат Государственной Думы Российской Федерации, член Комитета по промышленности, председатель Экспертного Совета по развитию технологической базы российского машиностроения и станкостроения Комитета Государственной Думы Российской Федерации по промышленности Валерий Омельченко, управляющий делами Торгово-промышленной палаты Российской Федерации Владимир Быков, председатель Комиссии по развитию инжиниринга в машиностроении «Союза машиностроителей России», вице-президент по стратегическому развитию государственной корпорации «Финвал» Владимир Сметана, президент Российского научно-технического сварочного общества, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, профессор Олег Стеклов, президент Московского межотраслевого альянса главных сварщиков, генеральный директор компании «Элсвар» Юрий Подкопаев.

В приветственном слове к организаторам и участникам выставки С.Савицкая отметила: «Выставка с каждым годом расширяется, занимает все больше павильонов. Это говорит о том, что процессы сварки и технологий машиностроения приобретают все большую значи-

мость для создания машин любого класса». По ее словам, производство оборудования и машин нового поколения требует внедрения инновационных решений, в том числе и в области сварки. Депутат выразила надежду, что выставка внесет свой вклад в решение технологических задач, стоящих перед отраслью, и пожелала участникам найти новых партнеров и заключить выгодные контракты.

В приветственном слове к организаторам и участникам выставки В. Омельченко подчеркнул, что «без сварочного оборудования и применения современных технологий невозможна модернизация промышленности». По его словам, важными остаются вопросы автоматизации и механизации процессов сварки и резки, внедрения оборудования и материалов для обновления процессов промышленного производства, а также кадрового наполнения отрасли. «Программа выставки «Weldex/Россварка 2013» сформирована таким образом, чтобы осветить все вопросы, стоящие на повестке дня, а также продемонстрировать лучшие технологические решения и направления отрасли», — добавил он.

В. Сметана отметил, что выставка является ключевой для России. По его мнению, «Weldex/Россварка» — это площадка, где можно посмотреть не только новые образцы оборудования, но и новые зарубежные технологии, которые необходимо внедрять в российскую промышленность.

С каждым годом интерес к выставке со стороны профессионалов отрасли растет — в 2013 г. ее посетили 5 744 специалиста из 26 стран мира и 65 регионов России, что на 8% больше, чем в

2012 г. Площадь выставки составила 9 824 кв. м.

Участниками выставки «Weldex/Россварка 2013» стали 259 российских и зарубежных компаний из





18 стран мира, которые продемонстрировали передовые сварочные технологии, новые образцы оборудования и материалов для строительной, нефтегазовой, машиностроительной, металлургической и других отраслей промышленности.

Свои новинки представили лидеры отрасли: ESAB, «Рутектор», «Инженерно-технологический сервис-ИТС», Lincoln Electric, «Кемппи», «Шторм-Лорх», «ТЦ «Тена». Впервые в этом году в выставке приняли участие: Voestalpine, Böhler Welding, «НИКИМТ-Атомстрой», Ретамек Оу, CLOOS Vostok и другие.

Деловая программа выставки включала конференции, семинары, круглые столы и презентации, имеющие целью бизнес-взаимодействие и имеющие познавательное значение для всех участников и посетителей.

На научно-практической конференции «Автоматизация и механизация процессов сварки и резки в транспортном машиностроении» были представлены доклады по вопросам использования сварочного оборудования и материалов для предприятий-производителей автомобилей, строительной техники, тракторов, вагонов, локомотивов, а также рассмотрены вопросы автоматизации и механизации сварочных процессов при производстве транспортных средств.

Участники конференции в формате «Клуб деловых встреч: Сварочные технологии, оборудование и материалы для обновления и подъема промышленного производства» обсудили новейшие достижения в разработке сварочного оборудования и материалов.

Знаковым событием на выставке стали ежегодно проводимые конкурсы «Лучший сварщик», «Лучший инженер-сварщик», «Лучший молодой сварщик» и «Мисс Сварка», призванные повысить престиж профессии сварщика, а также привлечь молодых специалистов в отрасль.

Особый интерес у посетителей, участников и СМИ вызвал конкурс «Мисс Сварка», в ходе которого девушки демонстрируют свое профессиональное мастерство в области ручной художественной плазменной резки и полуавтоматической сварки. Конкурс включал и традиционные этапы: дефиле претенденток, зажигательные танцы и др. Победительницей конкурса «Мисс Сварка 2013» была признана Илона Дилбарян — заведующая учебной частью Учебного центра ООО «ЦентрТехФорм» по подготовке сварщиков трубопроводов из полимерных материалов.

Спонсоры выставки: компании Voestalpine, BöhlerWelding, ESAB.

Информационный раздел выставки был представлен журналами: «Сварочное производство» (Москва), «Автоматическая сварка» (Киев), «Сварщик в России» (Москва), «Сварщик» (Киев), «Промышленный вестник», «Территория Нефтегаз», «Эксперт. Оборудование» и другими печатными изданиями.

Выставка была отлично организована и заслужила положительную оценку посетителей и экспонентов.

14-я Международная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий «Weldex/Россварка» состоится 7–10 октября 2014 г. в Москве, в ВЦ «Сокольники». ● #742



# 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».**

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  
721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732  
733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744

Ф. И. О. \_\_\_\_\_  
Должность \_\_\_\_\_  
Тел. ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_  
Предприятие \_\_\_\_\_  
Подробный почтовый адрес: \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г.

Заполняется  
печатными  
буквами

подпись

## Формуляр читателя

Ф. И. О. \_\_\_\_\_  
Должность \_\_\_\_\_  
Тел. ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_  
Предприятие \_\_\_\_\_  
Виды деятельности предприятия \_\_\_\_\_  
Выпускаемая продукция / оказываемые услуги \_\_\_\_\_  
Руководитель предприятия (Ф. И. О.) \_\_\_\_\_  
Тел. \_\_\_\_\_ Факс \_\_\_\_\_  
Отдел маркетинга / рекламы (Ф. И. О.) \_\_\_\_\_  
Тел. \_\_\_\_\_ Факс \_\_\_\_\_  
Отдел сбыта / снабжения (Ф. И. О.) \_\_\_\_\_  
Тел. \_\_\_\_\_ Факс \_\_\_\_\_

## Тарифы на рекламу на 2014 г.

### На внутренних страницах

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

### На страницах основной обложки

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

### На страницах внутренней обложки

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.**

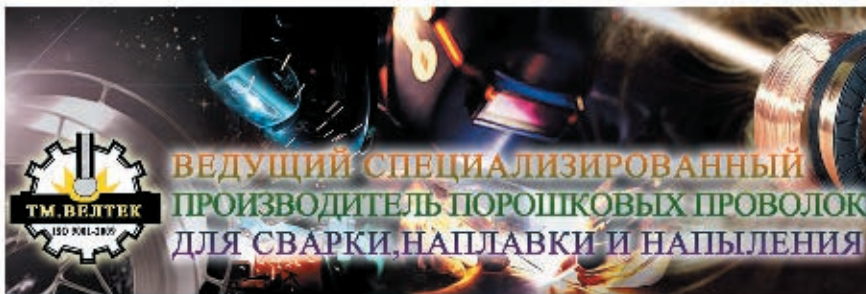
**Цветные:** TIF CMYK 300 dpi или EPS Illustrator for PC 5–11, include placed images (CMYK 300 dpi или bitmap 600 dpi, текст в кривых), или CorelDraw 9–12, текст в кривых.

**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



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

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

*Качество продукции  
подтверждается  
количеством партнеров*

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



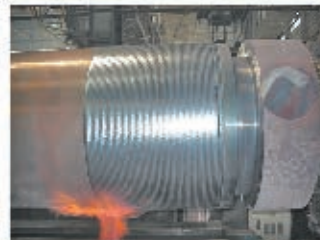
**Представители:**

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

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

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

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



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

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

**Дистрибьюторы:**

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

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

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

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



«РИВАЛ-РХЦ» ул. 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 УКРСЕПРО.**



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



## Новейшая инновационная серия клеммы заземления — центраторы «Корд»

ООО «Компания «Корд» на рынке газосварочного оборудования уже 17 лет.

Особенность оборудования, производимого компанией «Корд», в том, что все изделия — результат инновационных разработок, защищенных патентами. К таким изделиям относятся клеммы заземления — центраторы, не имеющие аналогов.

Новейшая инновационная серия клеммы заземления — центраторы «Корд» предназначены для присоединения сварочного кабеля к заземлению и для центрирования торцов труб (диаметром до 90 мм) при их сварке встык.

### Основные преимущества:

- прочная литая конструкция из латуни;
- долговечность;
- минимальное электрическое сопротивление.

### Технические характеристики

Наименование	Максимальная сила сварочного тока, А	Наружный диаметр центрируемых труб, мм
КЗ-40С-ЦТ 10,2-48	400	10,2–48,0
КЗ-40С-ЦТ 13,5-60	400	13,5–60,0
КЗ-50С-ЦТ 42,3-60	500	42,3–60,0
КЗ-50С-ЦТ 21,3-75,5	500	21,3–75,5
КЗ-60С-ЦТ 42,3-60	600	42,3–60,0
КЗ-60С-ЦТ 42,3-60	600	42,3–88,5



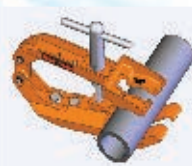
КЗ-40С-ЦТ 10,2-48



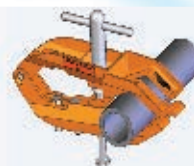
КЗ-40С-ЦТ 13,5-60



КЗ-50С-ЦТ 42,3-60



КЗ-50С-ЦТ 21,3-75,5



КЗ-60С-ЦТ 42,3-60



КЗ-60С-ЦТ 42,3-60